



Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

“Calidad del desayuno en personas que realizan entrenamientos con pesas en gimnasio por la mañana”.

Tesista: Manuel Landín

Título a obtener: Licenciado en Nutrición

Licenciatura en Nutrición

Marzo, 2023

Resumen

El desayuno es una de las 4 comidas principales del día, y es resulta habitual que en la bibliografía científica sea considerada la comida más importante del día. Ahora bien, hace ya algunos años que esa contemplación ha comenzado a perder fuerza, posiblemente relacionándose con la popularidad del ayuno intermitente. Más allá de la discusión de los beneficios o inconvenientes que trae consigo la omisión del desayuno, el objetivo de este trabajo no es entrar en ese debate, sino detectar la calidad del desayuno y la incidencia de la omisión cuando esta ingesta se transforma en la última comida antes del entrenamiento: Momento crucial para la suministración de nutrientes necesarios para garantizar un entrenamiento óptimo y maximizar el rendimiento.

La investigación fue llevada a cabo en un gimnasio de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe de la República Argentina. Utilizando como instrumento una encuesta anónima y un recordatorio de consumo de alimentos, los cuales fueron a 27 personas.

Para evaluar la calidad del desayuno se tuvieron en consideración 5 características en base a la evidencia científica actual: El aporte de proteínas, de hidratos de carbono, lípidos, frutas y lácteos.

Los resultados arrojaron que de los 27, (n=22) desayunaron, pero tan solo (n=1) puntuó con una buena calidad de desayuno, (n=4) una calidad mejorable y el resto (n=17) el aporte de nutrientes antes del entrenamiento es de mala y pésima calidad nutricional.

Esto muestra una alta incidencia en el bajo aporte de nutrientes antes del entrenamiento en los sujetos que entrenan con cargas por la mañana.

Palabras clave: desayuno, gimnasio, calidad, entrenamiento, nutrientes, rendimiento.

Índice

Fundamentación	4
Antecedentes.....	4
Planteo del problema:.....	6
Objetivos	6
Hipótesis:.....	6
Marco teórico.....	7
Desayuno:	7
Actividad y aptitud física, ejercicio y deporte.....	7
Entrenamiento con cargas:.....	8
Tejido muscular.....	10
Músculo esquelético.....	11
Miofibrilla y contracción muscular.....	12
Energía y producción de ATP en la miofibrilla:.....	14
Macronutrientes y micronutrientes:	16
Proteínas:	16
Hidratos de Carbono:	22
Carbohidratos y actividad.....	25
Ingesta de hidratos previo al entrenamiento.....	28
Fibra:.....	31
Lípidos:	33
Micronutrientes	35
Calcio:	36
Desayuno según guías internacionales.....	38
Desayuno en atletas	40
Prevalencia de ayuno:.....	41
Metodología:.....	42
Área de estudio.....	42
Diseño del estudio:	42
Universo:.....	43
Población objetivo:	43
Muestra:	43
Criterios de inclusión:	43
Criterios de exclusión:.....	43
Técnica de recolección de datos:.....	43
Instrumentos.....	44
Variables:	44
Resultado y análisis	45

Conclusión	52
Bibliografía	53
Anexos.....	57

Fundamentación

La alimentación saludable es un elemento esencial en la salud de las personas y tanto los excesos como carencias en la alimentación general desencadenan en el corto o largo plazo patologías o disturbios orgánicos. Si estas ingestas o prácticas inadecuadas son trasladadas al deporte, no solo podría afectar la calidad de vida del individuo en un futuro, sino probablemente afecte negativamente el rendimiento físico.

Una ingesta inadecuada de nutrientes aumenta la incidencia de lesiones e incrementa los tiempos de recuperación de lesiones.

Dentro de la nutrición deportiva, un punto fuerte al momento de planificar la alimentación de un deportista es el llamado “timing” o tiempos de la nutrición en el deporte. El mismo consiste en establecer pautas de consumo de determinado nutriente, en un momento determinado en una cantidad determinada para optimizar al máximo las aptitudes del sujeto. Los momentos claves de la alimentación deportiva se centran en la ingesta previa, durante y posterior a los entrenamientos y competencias. Puede darse que la misma ingesta de un nutriente en cantidad y calidad tenga efectos opuestos si se incorpora en dos momentos distintos.

En la literatura científica se hace hincapié en la “última comida antes de entrenar” por sus efectos directos en la práctica deportiva. La misma puede verse obstaculizada cuando los atletas entrenan muy temprano. Posiblemente elijan opciones de desayuno fáciles y rápidas de hacer con baja calidad nutricional, en lugar de optar por desayunos más elaborados y completos que necesiten más tiempo de preparación.

Por lo tanto, la mejora en la calidad de desayuno de las personas que entrenan por la mañana podría mejorar su rendimiento y prevenir lesiones.

Antecedentes:

Una investigación realizada en España por Ocaña (1), que evaluó los hábitos alimentarios de nadadores adolescentes concluyó que “un porcentaje importante de adolescentes no desayunan” arrojando que el 15% de ellos no desayunaba, el 41% incorporó lácteos en su desayuno y sólo el 16% prefiere ingerir cereales por la mañana. En cuanto a su alimentación general, poseen una adecuada ingesta de carbohidratos, pero excesiva en proteínas y grasas animales y escasa ingesta de frutas. Los autores

concluyen en que deben reorientarse los hábitos alimentarios de los deportistas con la finalidad de mejorar su salud.

Otro estudio realizado también en España por Sánchez-Benito (2) evaluó los hábitos de ciclistas hombres y arrojó que este grupo de deportistas consume una cantidad excesiva de proteínas, ácidos grasos saturados y colesterol. Además de una baja ingesta de vitaminas A, E, D, folatos, calcio, hierro y cinc. Este estudio también indagó en la composición de la ingesta por comidas, arrojando composiciones muy variadas en los desayunos. Si bien la energía promedio que aportaron fue de 729kcal, la ingesta de macronutrientes fluctuó entre valores bajos y muy altos: Proteínas de 11 a 39g, Hidratos de carbono entre 57 y 139g y de 12 a 36g de lípidos.

Resulta importante recalcar que ninguno de los 2 estudios identificó la última comida antes de los entrenamientos de los deportistas, como sí se lo hizo en el presente trabajo, pero permiten dar indicios que la población activa evaluada posee una alimentación desequilibrada con ausencia de importantes grupos de alimentos en la ingesta matutina como son los lácteos y los cereales.

Planteo del problema:

¿Las personas que asisten al gimnasio realizan un desayuno de calidad antes de entrenar?

Objetivos

Objetivo general: Conocer el porcentaje de personas que realizan un desayuno de buena calidad nutricional antes de asistir al gimnasio.

Objetivos específicos:

- Identificar frecuencia de consumo de desayuno.
- Conocer la prevalencia y causas de omisión del desayuno.

Hipótesis:

Más del 50% de personas que asisten al gimnasio realizan un desayuno incompleto.

Marco teórico

Desayuno:

El desayuno es la primera comida del día, inmediatamente después de despertar. Como su etiología, esta comida rompe el ayuno o “vacío” del estómago e intestino tras haber dormido, periodo en el cual no se ingieren alimentos. La noción del desayuno varía según las culturas, mientras en Asia el pescado y los huevos de pato resultan alimentos de habitual consumo por las mañanas, o incluso, en Reino Unido los porotos en salsa con chorizos y panceta componen el tradicional desayuno británico; en Sudamérica y sobre todo en Argentina, no son alimentos muy aceptados para el consumo al despertar.

Que un producto pueda ser ingerido sin resultar tóxico para el organismo, no significa que sea una comida. Es importante destacar que un comestible es aquella sustancia susceptible para absorberse y metabolizarse total o parcialmente por organismo, y para que el mismo sea un alimento debe desprenderse de las características puramente nutricionales y biológicas para integrarse en la cultura y las prácticas de una sociedad. A su vez, el alimento se transformará en comida cuando la sociedad lo adapte a su cultura. La misma determinará no solo los horarios y momentos de consumo del alimento, también definirá a qué temperaturas se debe consumir; frecuencia de consumo, si es apto para comer todos los días o se reserva para fechas especiales; grupo etario que lo incorporará; y con qué otros alimentos podrán combinarse. (3)

Nutricionalmente el desayuno se considera una de las comidas fundamentales en la dieta de un individuo, algunos autores estiman que debería aportar el 20-25% de las necesidades energéticas diarias y una proporción equilibrada de proteínas, hidratos de carbono y grasas, con el objetivo de permitir un adecuado rendimiento intelectual y físico durante la jornada matinal. (4)

Actividad y aptitud física, ejercicio y deporte

Estos tres conceptos pueden ser entendidos como sinónimos, más allá que posean un componente en común, el movimiento muscular, su significado no es el mismo.

La OMS define la actividad física como “...cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. La actividad física hace referencia a todo movimiento, incluso durante el tiempo de ocio, para

desplazarse a determinados lugares y desde ellos, o como parte del trabajo de una persona...” (5)

La actividad física podría dividirse en dos grupos. Por un lado, se encuentra la actividad física no estructurada, que se refiere a toda actividad que realice la persona ocupacionalmente y se relaciona con el desempeño en su trabajo. Y luego está el llamado ejercicio o actividad física estructurada, que consiste en una actividad física “...planificada, estructurada, repetitiva y realizada con el objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física”. (6)

El deporte tiene la característica de ser una actividad física estructurada, la cual integra la competición entre los practicantes y tiene como objetivo mejorar la aptitud física y bienestar mental, estableciendo relaciones sociales. Pudiendo ser de tipo organizado en competencias específicas o casual.

A su vez, la aptitud física, se define como el “conjunto de habilidades o capacidades que tiene la persona para desarrollar la actividad física”. (7)

La misma se divide entre la relacionada con el rendimiento y la relacionada con la salud, cuyo objetivo de esta última es la reducción de la morbimortalidad y la mejora de la calidad de vida de las personas. Esta se ve compuesta por la condición cardiovascular y respiratoria, la resistencia y fuerza muscular, la flexibilidad, la psicomotricidad, y la composición corporal que posea la persona. La coyuntura de estas capacidades permite afrontar las exigencias de la vida cotidiana.

Si nos enfocamos en el rendimiento, un deportista, con un entrenamiento físico adecuado maximizará su potencial genético y desarrollará cada uno de los componentes de la aptitud física en su medida adecuada y específicamente para el deporte que realiza.

Entrenamiento con cargas:

El entrenamiento con cargas o entrenamiento con pesas es una actividad física estructurada que consiste en utilizar la fuerza de gravedad de un objeto o cuerpo, de manera que se oponga a la contracción muscular, con el objetivo de mejorar la condición física de un músculo, grupo muscular o musculatura general.

Este tipo de entrenamiento, si bien sus orígenes son inciertos, distintas culturas lo han utilizado desde la edad antigua. Existen registros de que atletas griegos como el célebre Milón de Crotona, llamado el “padre del ejercicio de resistencia progresiva”, alrededor

del siglo V antes de Cristo, ya utilizaban 3 tipos de elementos para mejorar la condición física. Entre estos se encontraba los discos y jabalinas, que eran lanzados a distancia y mancuernas de mano que utilizaba como complemento en saltos o para realizar movimientos intencionales. (8)

En el siglo II d.C., el médico griego Galeno publicó sus pensamientos sobre los beneficios terapéuticos del ejercicio en *De Sanitate Tuenda*, un texto médico que siguió siendo influyente hasta el siglo XIX. Galeno habló sobre el uso de mancuernas para una variedad de ejercicios de salto (saltos amplios, saltos altos, saltos en el lugar, etc.) y también describió ejercicios que implicaban llevar implementos pesados sobre los hombros, la cabeza y los pies para fortalecer sistemáticamente el cuerpo. Galeno también recomendó el entrenamiento con implementos de madera a distintos pacientes, debían utilizar un trozo de madera "con trozos de plomo adheridos", hasta que fueran lo suficientemente fuertes para usar implementos más pesados.

A lo largo de los años subsiguientes, los médicos y científicos de la época comenzaron a difundir los beneficios de este tipo de entrenamientos a partir de las experimentaciones que realizaban, y la sociedad comenzó a adoptar el entrenamiento con pesas en su rutina. A tal punto que se sabe gracias a cartas de Benjamin Franklin que el entrenamiento con mancuernas jugó un papel importante en su vida diaria. En una carta a su hijo fechada el 19 de agosto de 1772, Franklin explicó que estaba a favor de los ejercicios vigorosos que se podían hacer en cortos períodos de tiempo y que el entrenamiento con mancuernas era una excelente manera de producir "calor corporal".

En los primeros años del siglo XIX se crean en Europa los primeros "Clubes de ejercicio" que serían las primeras salas de entrenamiento más similares a los actuales gimnasios de musculación. En los mismos se practicaban sobre todo ejercicios con el peso corporal, además de la utilización de mancuernas.

A mediados del siglo XIX se introduce a América del Norte las mancuernas como un instrumento para aumentar la fortaleza, donde su diseño ya consistía en dos esferas metálicas unidas por una barra en el medio. A partir de ese momento, los diseños se fueron modificando a lo largo de los años, comenzó su comercialización y se patentaron numerosos modelos de equipamiento de gimnasio hasta llegara a los actuales.

A su vez en la década del 1920, era de prosperidad económica a nivel mundial, comenzaron a crearse en Estados Unidos, las primeras escuelas, secundarias y

universidades con gimnasios propios, que posteriormente derivarían en los actuales gimnasios, popularizándose poco a poco el entrenamiento muscular a partir de cargas.

Tejido muscular

El movimiento corporal es producto de la contracción y relajación de los músculos, que representan hasta el 40-50% del peso corporal de un adulto. Porcentaje que se verá afectado por la composición corporal, edad, sexo y nivel de entrenamiento del individuo en cuestión. (9)

La principal función del músculo es la producción de fuerza: la transformación de energía química en energía mecánica para generar fuerza, realizar los distintos movimientos del cuerpo.

Además, los tejidos musculares se desempeñan como estabilizadores de la postura. A partir de las contracciones estabilizan articulaciones y ayudan a mantener la bipedestación. Almacenan y movilizan sustancias en el cuerpo, el almacenamiento se logra a partir de los llamados esfínteres, anillos musculares ubicados en extremos de órganos que permiten retener contenidos. A su vez, la movilización de sustancias puede darse desde el paso del bolo alimenticio por el esófago, hasta el bombeo de la sangre a partir de la contracción del músculo cardíaco y las paredes de los vasos sanguíneos que regulan el flujo. Por último, generan calor a partir de la contracción misma, proceso que se denomina termogénesis, uno de los procesos por el cual utiliza el organismo para regular la temperatura corporal.

Existen tres tipos de tejidos musculares: muscular cardíaco, liso y estriado. Que, si bien comparten propiedades, difieren entre sí en su anatomía, localización, y control por parte del sistema nervioso y el sistema endócrino.

Tejido muscular cardíaco: Solo se encuentra en el corazón. Si bien es de tipo estriado, al igual que el músculo esquelético, posee características específicas. Las células cardíacas se encuentran divididas por llamados discos intercalares, que forman una unión gap entre las mismas, permitiendo una rápida difusión de iones y contracción de todas las células del tejido cardíaco.

Tejido muscular liso: En la mayoría de los casos, son regulados por el sistema nervioso autónomo, de modo que su acción involuntaria. Se caracteriza por poseer fibras hasta 30 veces más finas y 100 veces más cortas que el músculo esquelético. Se encuentra

conformando principalmente órganos regulados por el sistema nervioso simpático. Por ejemplo, músculos del iris, erectores capilares, paredes del tracto gastrointestinal, conductos, útero, vasos sanguíneos.

El tejido muscular esquelético: Adquiere su nombre debido a que conforman en su mayor medida, los músculos encargados de mover los huesos se conforman por este tipo de tejido. A su vez suele denominarse “Estriado” por las estriaciones que pueden observarse en el mismo a través del microscopio. Es el principal tejido muscular del organismo, llegando a conformar el 40% del peso corporal, a diferencia del liso y cardíaco que ambos suman solo el 10% del mismo. Se caracterizan por ser controlados de forma voluntaria, consencientemente a partir del sistema nervioso somático.

De igual modo, existen excepciones. Algunos músculos esqueléticos no requieren un control consciente de los mismos para realizar sus funciones. Por ejemplo, el diafragma, responsable de la respiración, conformado por tejido estriado, se contrae y se relaja constantemente sin la intervención consiente. Lo mismo sucede con los músculos esqueléticos que mantienen la postura o estabilizar las posiciones corporales.

El tejido muscular cuenta con cuatro características específicas:

- Excitabilidad eléctrica: que se basa en capacidad de responder a ciertos estímulos generando potenciales de acción musculares, el cual desencadenará la contracción. Pudiendo ser estos estímulos de tipo eléctricos, generados por la propia célula muscular, o bien, químicos. Estos últimos son producidos por hormonas o neurotransmisores liberados por neuronas que llegan al tejido muscular.
- Contractilidad: es la facultad del tejido muscular de contraerse como respuesta a un potencial de acción.
- Extensibilidad: cualidad del tejido de estirarse, hasta cierto punto, sin sufrir estrés.
- Elasticidad: es la capacidad que tiene de recuperar su forma y longitud el músculo, una vez concluida la acción de un potencial.

Músculo esquelético

Enfocándonos en el músculo esquelético, el mismo conforma gran parte del peso corporal total y es el predominante entre los 3 tipos de tejido muscular dentro del cuerpo humano. Cada uno de los músculos esqueléticos es un órgano independiente compuesto

por cientos o miles de células, que se denominan fibras musculares o carnosas. Usualmente en el músculo estriado, la fibra muscular se extiende por toda la longitud de este. (10)

Los músculos son fijados siempre por medio de tendones, los cuales se prolongan por las fibras carnosas. Lo más común es que las fibras tengan una dirección oblicua al eje central del músculo y también se implanten oblicuamente al tendón. Son menores el número de estos órganos que tienen origen longitudinal en un tendón. Estos se denominan peniformes y se puede ejemplificar el bíceps braquial. (11)

La superficie de inserción puede ser ósea, cartilaginosa, cutánea o aponeurótica y las láminas tendinosas se fijan en depresiones o salientes para tener una mayor superficie de sujeción. El tendón tiene como función transmitir la fuerza desarrollada por el músculo. Gracias a su conformación, la cual se dispone de fascículos tendinosos con fibras tendinosas compuestas por colágeno y elastina, poseen un trayecto helicoidal, brindando elasticidad y permitiendo transmitir los efectos de la fuerza sin choques, pérdidas o daños. En adición el tendón jamás posee una fijación absoluta. Cede ante el esfuerzo y puede desplazarse para amortiguar la brusquedad de los movimientos.

Retomando con las fibras musculares, cada una de estas se encuentra rodeada por una capa de tejido conectivo denominado endomesio. El conjunto de 100 a 150 fibras musculares forma un fascículo, que a su vez está envuelto por otra capa de tejido conectivo llamada perimesio. Un conjunto de fascículos forma el músculo, que se ve contenido por una última capa denominada epimesio. (9)

Miofibrilla y contracción muscular.

En el interior de las células musculares se encuentran finas estructuras que se extienden a lo largo de toda la fibra y se denominadas miofibrillas. Estas organelas le brindan a la célula la capacidad de contraerse a partir de energía en forma de adenosín trifosfato (ATP) y la presencia de calcio.

Cada miofibrilla está compuesta por pequeñas estructuras proteicas denominadas filamentos, los cuales hay de dos tipos: Finos y gruesos. A partir de estos, se dará la contracción de cada una de las miofibrillas y, en consecuencia, la fibra y el órgano íntegramente. Siendo los miofilamentos la unidad funcional básica, tienen la particularidad, a diferencia de la fibra, que no se extienden a lo largo de todo el órgano

muscular, sino, que se encuentra dividida transversalmente dentro de la fibra en compartimentos denominados sarcómeros. Los sarcómeros se organizan a lo largo de la fibra y son divididos por discos proteicos denominados discos Z.

Por cada filamento grueso se presentan dos finos, dispuestos alrededor del mismo, superpuestos. Los finos son polímeros helicoidales que se componen principalmente de un único polipéptido, la actina globular, mientras que los gruesos están conformados principalmente por dos unidades de una proteína llamada miosina.

Alrededor de 300 moléculas de miosina forman un solo filamento grueso. Cada molécula de miosina tiene una forma característica, compuesta por una cola y dos cabezas con forma de lágrimas. La cola de miosina apunta hacia el centro del sarcómero, mientras que las colas entrelazadas hacia los extremos.

La conformación de los filamentos finos es un poco más compleja, la misma tiene una forma helicoidal donde las moléculas de actina se encuentran unidas entre sí formando una cadena, mientras son rodeadas por una estructura en forma de hélice de unidades de la proteína tropomiosina, y sobre esta hélice se encuentran unidas moléculas de troponina. Cada molécula de actina posee un sitio de unión a la miosina, pero durante el estado de relajación muscular, este sitio se encuentra recubierto por la troponina, que impide el contacto con la miosina.

La contracción muscular se produce porque las cabezas de miosina se unen y “caminan” a lo largo de los filamentos finos en ambos extremos de un sarcómero, lo que tracciona y comprime. Estos se deslizan hacia el interior y se encuentran en el centro del sarcómero. De esta forma el sarcómero se acorta. Este acortamiento produce el acortamiento de la fibra y en conjunto, la contracción del músculo entero.

El proceso de la contracción muscular inicia con la llegada de un impulso nervioso al sarcolema, membrana plasmática de la fibra. (7) El impulso nervioso llega a las terminaciones del nervio que están en el sarcolema. Una vez recibido, estas terminaciones segregan acetil colina que se une a los receptores del sarcolema. Si se unen al mismo la cantidad suficiente, se transmitirá una carga eléctrica a lo largo de toda la fibra muscular.

El estímulo viaja a través de la estructura de túbulos de la fibra hacia el interior de la célula. La llegada de la carga eléctrica hace que el retículo sarcoplasmático libere calcio. La troponina tiene una fuerte afinidad al calcio, al unirse al catión modifica su

estructura y produce la rotación de la hélice de tropomiosina, al rotar deja en descubierto los lugares activos de la actina.

Una vez que los sitios de unión están “libres”, comienza el ciclo de contracción, que consiste en 4 pasos: (9)

- Hidrólisis del ATP: La cabeza de miosina posee un sitio de unión a ATP y una enzima (del grupo de las ATPasa) que hidroliza el ATP en ADP y un grupo fosfato. Esta reacción de hidrólisis reorienta y carga de la cabeza de miosina.
- Unión de la miosina a la actina para formar puentes cruzados. La cabeza de miosina, cargada de energía, se liga al sitio de unión de la miosina a la actina y libera el grupo fosfato previamente hidrolizado, reforzando la unión.
- Fase de deslizamiento. Posterior a la formación de los puentes cruzados, se produce la fase de deslizamiento. Durante la misma, se abre el sitio del puente cruzado al que todavía está unido el ADP. En consecuencia, el puente cruzado rota y libera el ADP. Dicho puente produce fuerza cuando rota hacia el centro del sarcómero, lo que genera el deslizamiento el filamento fino sobre el filamento grueso.
- Separación de la miosina y la actina. Al final de la fase de deslizamiento, el puente cruzado permanece unido firmemente a la actina hasta que se une a otra molécula de ATP. La adhesión del ATP a su sitio de unión en la cabeza de miosina hace que ésta se separe de la actina.

Energía y producción de ATP en la miofibrilla:

Al contrario de la mayoría de las células, las fibras musculares esqueléticas normalmente alternan entre actividad de bajo nivel (cuando se relajan y usan solo una pequeña cantidad de ATP) y actividad de alto nivel (cuando se contraen rápidamente y utilizan cantidades mayores de ATP). Para bombear Ca^{2+} al retículo sarcoplasmático, produciendo ciclos contráctiles y reacciones metabólicas propias de la contracción en sí, el consumo de ATP se vuelve mayúsculo.⁴ Del total de ATP consumido por el organismo en reposo, cerca del 30% es utilizado por la masa muscular. Durante el ejercicio intenso, el porcentaje requerido por los músculos puede llegar al 90% del total. (12)

Sin embargo, el ATP que se encuentra dentro de las fibras musculares solo es suficiente para mantener la contracción durante unos pocos segundos. Para que la contracción muscular persista después de ese tiempo, las fibras musculares deben sintetizar más ATP. (9) Estas fibras musculares tienen tres formas distintas de producir ATP:

- A partir de la fosfocreatina: Mientras las fibras musculares están relajadas, producen más ATP que el que necesitan para el metabolismo en estado de reposo. La enzima creatinquinasa (CK) cataliza la transferencia de uno de los grupos fosfato de alta energía del ATP a la creatina, formando fosfocreatina y ADP. Cuando da el inicio de la contracción y el nivel de ADP empieza a incrementarse, la CK cataliza la transferencia de un grupo fosfato de alta energía de la fosfocreatina nuevamente al ADP. Esta reacción de fosforilación directa genera rápidamente nuevas moléculas de ATP. Como la formación de ATP a partir de la fosfocreatina se produce velozmente, la fosfocreatina es la principal fuente de energía cuando comienza la contracción muscular. Aportando suficiente energía para una contracción máxima no mayor a 15 segundos, aproximadamente.
- Por respiración celular anaeróbica: consta de una serie de reacciones que producen ATP, que no requieren oxígeno. Cuando se prolonga la actividad muscular y se agotan las reservas de fosfocreatina dentro de las fibras musculares, se cataboliza glucosa para generar ATP. La glucosa ingresa con facilidad de la circulación sanguínea a las fibras musculares en contracción por difusión facilitada y también es producida por la degradación de glucógeno dentro de las fibras musculares. Proceso catabólico denominado glucogenólisis. Posteriormente, una serie de reacciones, también catabólicas, conocidas como glucólisis degradan cada molécula de glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico. La glucólisis da dentro del citosol y concluye con una ganancia neta de dos moléculas de ATP, por molécula de glucosa. La respiración celular anaeróbica aportar la energía suficiente para producir actividad muscular máxima durante 30 o 40 segundos aproximadamente.
- Por respiración celular aeróbica: Durante períodos de reposo o de ejercicio de leve a moderada intensidad, las fibras musculares esqueléticas tienen a su disposición una cantidad notable de oxígeno. En estos casos, el ATP utilizado para la actividad muscular es producida a partir de una serie de reacciones que requieren oxígeno. Durante este proceso el ácido pirúvico ingresa en las

mitocondrias de la fibra, donde es oxidado en su totalidad a partir de reacciones que generan ATP, dióxido de carbono, agua y calor. Si bien la respiración celular aeróbica es más lenta que la glucólisis, tiene la particularidad de producir una cantidad mucho mayor de ATP. Una molécula de glucosa genera alrededor de 36 moléculas de ATP por cada respiración celular. Por el contrario, la glucólisis anaeróbica produce sólo 2 moléculas de ATP por cada una de glucosa. La respiración celular aeróbica aporta suficiente ATP para la actividad prolongada, siempre y cuando haya presencia de oxígeno y nutrientes suficientes. Estos nutrientes son ácido pirúvico que es obtenido de la glucólisis de la glucosa, ácidos grasos que provienen de la degradación de los triglicéridos de las células adiposas y aminoácidos originados en la degradación de las proteínas.

Macronutrientes y micronutrientes:

Tanto la glucosa, como los ácidos grasos y aminoácidos derivan de macronutrientes ingeridos en la alimentación. Los macronutrientes son sustancias esenciales para la vida, que deben ingerirse diariamente a través de los alimentos para mantener un buen estado de salud. Los 3 macronutrientes son las proteínas, hidratos de carbono y lípidos.

En cuanto a los micronutrientes, estos también son sustancias esenciales, pero deben incorporarse a diario en cantidades notablemente menores en comparación con los macronutrientes para mantener un organismo saludable. Al hablar de micronutrientes se hace referencia a los, minerales, vitaminas, oligoelementos, elementos de traza, y electrolitos. (13)

Proteínas:

Las proteínas son macromoléculas, polímeros, ya que se encuentran constituidas por un gran número de unidades estructurales denominadas aminoácidos (AA), moléculas conformadas por oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y carbono. Existen 20 tipos de aminoácidos diferentes y una proteína puede estar conformada por entre 50 y miles de estos compuestos. (12)

De estos 20 aminoácidos existentes, 9 no pueden ser sintetizados por el organismo (fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, triptófano, metionina, valina y

treonina). Estos son llamados esenciales o indispensables y deben ser incorporados al organismo a través de la ingesta de alimentos para poder mantener un funcionamiento óptimo del cuerpo.

Sin embargo, en periodos de crecimiento, algunos aminoácidos dispensables son sintetizados por el organismo a un ritmo insuficiente para cubrir las demandas, es por eso por lo que se los denomina “condicionalmente esenciales”.

Las proteínas que cumplen un rol esencial para la vida, algunos autores las consideran las macromoléculas de mayor importancia para el organismo. Entre las funciones que cumplen se destaca: (13)

- Síntesis tisular: son esenciales para todas las membranas celulares del organismo y multitud de organelas. Conformando todos los tejidos del organismo.
- Efecto amortiguador: actúan como buffer, regulando el pH de diversos líquidos corporales.
- Regulación de los distintos sistemas del organismo: ya que constituyen enzimas y coenzimas, hormonas, transportadores plasmáticos, receptores de nucleares y receptores membrana.
- Regulación de la función inmune: En forma de inmunoglobulinas, citoquinas y proteínas del complemento actúan para desencadenar una correcta respuesta inmunológica.
- Regulación de la función neurológica: los aminoácidos resultan esenciales para la síntesis de neurotransmisores y neuropéptidos.
- Regulación del metabolismo energético: Algunos AA participan en diversas vías metabólicas de los lípidos y carbohidratos.
- Aporte energético: su oxidación proporciona 4 kcal/gramos de proteína cuando se presenta una carencia de hidratos de carbono y lípidos.

En 2005 la Academia Nacional de Medicina de Estados Unidos determinó la ingesta recomendada para la población general de proteínas por día. (14) Estableciendo que las personas mayores de 18 años deberían incorporar 0.8g de proteínas por kilogramo de peso por día. Esta estimación surge de una evaluación realizada a 235 individuos todos mayores de edad, de distinto sexo y edad. A los mismos se les hizo ingerir durante 10 a 14 días, 3 dosis distintas de proteínas de alta calidad y se recogieron muestras de orina y materia fecal durante los últimos 5 días del periodo de cada dieta con el objetivo de

detectar la excreción de nitrógeno del organismo y así determinar el balance de nitrógeno de los sujetos.

Se utilizó el nitrógeno debido a que las proteínas son los únicos macronutrientes que contienen nitrógeno, motivo por el cual las hace también fundamentales. Si bien, el aire que inhalamos está compuesto por un 78% este elemento aproximadamente, los humanos no somos capaces de absorberlo en estado gaseoso, la ingesta por vía oral es la única disponible.

El balance de nitrógeno consiste en evaluar la diferencia entre la cantidad de nitrógeno que se ingiere con las excretas en orina, heces, piel y pérdidas misceláneas. Cuando la ingesta supera las pérdidas el resultado es un balance positivo, cuando las pérdidas superan la ingesta el resultado es un balance nitrogenado negativo.

En la niñez y adolescencia estos valores se ven aumentados por el crecimiento propio de la edad. Las recomendaciones de proteínas para la población adolescente sana varían según autores y organismos internacionales. Pero todos recomiendan un aporte de 1g/kg/día aproximadamente.

Setton plantea: “Las recomendaciones son de 1 g/kg/día como promedio, para los adolescentes de ambos sexos (de 9 a 13 años se recomienda 0,95 g/kg/día y, para mayores de esa edad, 0,85 g/kg/día). Las proteínas deben ser de valor biológico alto. (15)

Mientras que Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) expone las siguientes recomendaciones: (16)

	Edad	g/kg/día	g/día aproximado
Varones	10 – 12 años	1.00	34
	12 – 14 años	1.00	43
	14 – 16 años	0.95	52
	16 – 18 años	0.90	56
Mujeres	10 – 12 años	1.00	36
	12 – 14 años	0.95	44
	14 – 16 años	0.90	46
	16 – 18 años	0.80	42

Sin embargo, cuando la actividad física regular se integra a la vida de un individuo, las recomendaciones anteriores pueden ser inadecuadas. De hecho, las recomendaciones de proteínas dietéticas ($\sim 0,8$ g / kg / día) en muchos países no se ajustan de ninguna manera para las personas que realizan rigurosamente un entrenamiento deportivo diario, ni siquiera para aquellas que practican ejercicio con regularidad. (17)

No obstante, la cuestión de las recomendaciones dietéticas para los atletas ha sido controvertida durante años y una conclusión definitiva sobre este asunto aún no está clara por una variedad de razones, en parte debido a las limitaciones de las técnicas experimentales disponibles.

En resumen, hay datos que indican que algunos tipos de ejercicio regular (tanto de fuerza como de resistencia) aumentan las necesidades de proteínas en la dieta (quizás entre un 50% y un 100%) y que algunos atletas se benefician de una ingesta de proteínas superior a las recomendaciones diarias, pero también hay resultados experimentales contradictorios. Además, la mayoría de los estudios científicos se han centrado en los requisitos de proteínas / aminoácidos y no en las medidas del rendimiento deportivo, que por supuesto es el interés principal del deportista.

Los atletas han creído durante mucho tiempo, tal vez desde la Antigua Grecia, que se necesitan grandes ingestas de proteínas para un rendimiento atlético óptimo. Independientemente, los nutricionistas modernos han minimizado en gran medida la importancia de esta idea.

Actualmente hay registros de grupos de atletas que consumen grandes cantidades de proteína al día (4 a 5g/kg). Pero como se mencionó, hay una escasez de datos que reporten efectos asociados en el rendimiento en la literatura científica. En la literatura no especializada en deporte, una ingesta de tal magnitud se le adjudica efectos adversos para la salud, principalmente daño renal, pero estos parecen estar sobreestimados.

Es bien sabido que, ante la presencia de una insuficiencia o daño renal, la reducción de la ingesta de proteínas puede disminuir la progresión de la insuficiencia. Sin embargo, no hay evidencia que relacione una ingesta alta de proteínas con el desarrollo de una insuficiencia renal. De hecho, el aclaramiento renal resulta altamente eficiente aún con ingestas de 3g/kg de peso corporal por día. (18)

Por otro lado, en caso donde la ingesta proteica es abundante, la deshidratación podría ser una preocupación real en los atletas porque la ingesta alta de proteínas puede

aumentar sustancialmente la producción de orina y, junto con la pérdida de sudor, podría afectar el rendimiento y la salud. (19)

La ingestión adicional de proteínas es necesaria para compensar el incremento en la degradación de proteínas tisulares, durante e inmediatamente después del ejercicio, facilitando el crecimiento y la reparación muscular. A pesar de que el balance de nitrógeno ha sido útil para determinar las necesidades de proteínas en personas sedentarias, los deportistas no cumplen con este perfil. El balance de nitrógeno es secundario para un atleta cuyo objetivo principal es la adaptación al entrenamiento y mejorar el rendimiento. (7)

Las necesidades de proteínas para los deportistas dependerán de múltiples factores. Entre ellos se encuentran:

- El nivel de entrenamiento: Los individuos sedentarios que recién comienzan con un programa de entrenamiento poseen necesidades proteicas ligeramente por encima en comparación con deportistas entrenados. Durante la primera etapa de entrenamiento, las necesidades proteicas aumentan debido al incremento de recambio proteico; posterior a las 2-3 semanas de entrenamiento el cuerpo se adapta y se vuelve más eficiente en el recambio proteico. Sin embargo, ante una modificación del estímulo de entrenamiento, el requerimiento aumentará nuevamente.
- Tipo de entrenamiento: El entrenamiento de resistencia aumentará las necesidades proteicas para reparar y recuperar el tejido muscular después de un entrenamiento y para compensar el aumento de la degradación de proteínas durante el entrenamiento cuando disminuyan las reservas de glucógeno en el cuerpo, en general después de 60-90 minutos de entrenamiento intenso. Algunos aminoácidos se utilizan para brindar energía cuando las reservas son bajas, pudiendo aportar hasta con el 15% de la producción de energía y con reservas de glucógeno normales, los aminoácidos representan el 5% del total de la energía obtenida a partir de macronutrientes. Por otro lado, el entrenamiento de fuerza y potencia aumentará los requerimientos de proteínas debido a la necesidad de recuperar la proteína degradada durante y después del entrenamiento. Para desarrollar la musculatura se requiere un balance de nitrógeno positivo en conjunto con un entrenamiento adecuado, lo que significa que el cuerpo tiene más proteínas de las que excreta o utiliza como energía.

- Intensidad del entrenamiento: A medida que aumenta la intensidad, mayor es el requerimiento de proteínas.
- La disponibilidad de energía y de HC: Cuando se presentan condiciones de déficit de energía, ya sea por la disminución de la ingesta o por el aumento de actividad física, se produce una pérdida neta de nitrógeno del cuerpo y las proteínas, en vez de cumplir una función plástica dentro del organismo, comienzan a cumplir una función energética.

En la actualidad existen suficientes razones para recomendar una ingesta diaria de proteínas muy por encima de la RDA para maximizar la adaptación metabólica al entrenamiento. Los datos actuales sugieren que la ingesta de proteínas necesarias para la adaptación metabólica, reparación, remodelación, y para el recambio proteico en adultos varía generalmente de 1,2 a 2,0 g/kg/d y 1,4 a 2,0 g/kg/d sugerido para deportistas que tienen como objetivo mantener o ganar masa muscular. (20)

Sin embargo, la pregunta importante es cuál podría ser la dosis de proteína por comida que se ajuste al atleta en función del peso corporal. Las estimaciones basadas en los datos que tenemos en la actualidad son que una "dosis" de proteína por comida de 0,25-0,30 g de proteína por kg por día estimularía de manera óptima la síntesis proteica. Con esta "dosis" por comida en mente, uno puede comenzar a formular una estrategia de consumo de proteínas basada en la estimulación periódica de la síntesis de proteínas, que es de hecho lo que se probó en hombres jóvenes después del ejercicio.

En una investigación realizada en el año 2013, se evaluó un grupo de hombres jóvenes durante el periodo de recuperación tras un ejercicio de fuerza, suministrándoles distintas cantidades de proteínas y se concluyó que la mayor estimulación de la síntesis de proteínas musculares y el aumento en el balance neto de proteínas de todo el cuerpo se dio con una ingesta de proteínas de 20 g (0,25 g / kg) cada 4 horas versus 10 g (0,12 g / kg) cada 2 horas o 40 g (0,48 g / kg) cada 8 horas. (21)

Aunque no son definitivos, estos datos proporcionan alguna prueba de concepto de que 0,25 g de proteína / kg / comida parece ser óptimamente eficaz, al menos para estimular síntesis de proteína muscular, durante un período de recuperación relativamente prolongado.

Una consideración importante sobre los resultados de este trabajo científico es que representan una respuesta aguda tras la ingesta de una fuente aislada de proteína. Por lo tanto, la influencia de otros nutrientes y la relación con el balance energético son

desconocidos. Louise Burke en su trabajo del 2015 afirma que, también es necesario considerar la calidad de la proteína consumida en la mayoría de las dietas omnívoras, dado que el 34% suele provenir de fuentes de proteína de origen vegetal. Esta autora, al considerarlas de menor calidad, hipotetiza que pueden requerir una ingesta de proteína por comida ligeramente mayor al obtenido en el estudio, para estimular al máximo la síntesis de proteínas musculares. (22)

No obstante, aceptar una dosis de 0,25 g de proteína / kg / comida es una estimación razonable que podría permitir el cálculo de la recomendación diaria para un deportista que busca una ingesta óptima de proteínas.

Hidratos de Carbono:

Los carbohidratos, son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza y se encuentra conformados principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Según la complejidad de la molécula, se clasifican en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. (13)

Los monosacáridos se caracterizan por no poder hidrolizarse a una molécula más simple y solo existen 4 que tiene importancia biológica:

- Fructosa
- Glucosa
- Galactosa
- Manosa

Los disacáridos están conformados por dos monosacáridos, pudiendo ser iguales o distintos. Hay solo 3 disacáridos que tienen importancia nutricional:

- Maltosa: Compuesta por dos moléculas de glucosa, se encuentra naturalmente en la malta o cebada germinada.
- Lactosa: Constituida por una molécula de glucosa y otra de galactosa, se encuentra en la leche de todos los mamíferos
- Sacarosa: Formada de una unidad de glucosa y otra de fructosa, se encuentra libre en frutas y hortalizas y constituye la azúcar común de mesa.

Por otro lado, cuando un glúcido posee entre 3 y 9 moléculas de disacáridos en su estructura, se denomina oligosacárido. No son muy abundantes en las dietas

tradicionales, se encuentran principalmente en legumbres y en la degradación del almidón.

Finalmente, los polisacáridos son carbohidratos constituidos por numerosas unidades de monosacáridos. Pero no todos los polisacáridos son digeribles, el organismo humano no tiene la capacidad de hidrolizar cadenas muy largas de sacáridos. Entre los que sí pueden digerirse, está el almidón, glúcido más abundante, presente en los granos.

Como funciones en el organismo, los hidratos de carbono se destacan:

- **Energética:** Aportan 4 kcal por gramo de hidratos, y representan la principal fuente de energía del organismo. El organismo puede almacenar energía en forma de carbohidratos en forma de glucógeno.
- **Ahorro de proteínas:** La oxidación proteica se produce ante estados insuficientes de ingesta calórica. Un aporte adecuado de carbohidratos impedirá esta reacción, garantizando la función plástica de las proteínas.
- **Estructural:** Constituyen compuestos esenciales para el metabolismo, conforma membranas celulares y ácidos nucleicos.

Profundizando en su función energética, más precisamente en el almacenamiento de estos. Tanto los hematíes como el cerebro dependen exclusivamente de la glucosa para su metabolismo energético. Estas células consumen aproximadamente 160g de glucosa por día. Pero en el plasma y en el líquido extracelular se encuentra presente solo 10g de la misma, requiriendo una constante dosificación en el plasma circulante para mantener un valor estable y evitar comprometer la función cerebral. (23)

Si se tiene en cuenta que el intestino bombea glucosa al torrente sanguíneo durante 2 a 3 horas aproximadamente después de cada comida, en los periodos posteriores, donde no haya ingesta alguna, el organismo debe mantener estables los niveles de glucosa circulante. Aquí es donde entran en juego diferentes mecanismos, en uno de ellos, el glucógeno es el protagonista.

El glucógeno es un polisacárido ramificado de glucosa que el organismo tiene la capacidad de almacenar en el tejido muscular y en el hígado. El primero, será utilizado para solventar los requerimientos energéticos que demanden la fibra muscular, el segundo, el hepático, tiene como objetivo mantener la homeostasis de la glucemia.

Las reservas de glucógeno se modifican a través de 2 procesos metabólicos. Uno de ellos anabólico: la glucogénesis; y otro catabólico: la glucogenólisis.

Posterior a la ingesta de glúcidos se desencadena la glucogénesis en hígado y el músculo esquelético. El hígado abunda en un transportador de glucosa denominado GLUT-2 que posee una baja afinidad y alta capacidad, logrando una excelente permeabilidad a la glucosa cuando se encuentra en concentraciones elevadas por vena porta, durante y posterior a las comidas. A su vez, el órgano posee gran cantidad de una enzima específica para la glucosa, denominada glucocinasa (GK), que la convierte en glucosa 6-fosfato (Glc-6-P). La GK posee un K_m^1 elevado de 5-7mmol/l de forma que aumenta su actividad cuando la glucosa portal aumenta por encima de los 5 mmol/l de la glucemia normal. De esta forma la cantidad de Glc-6-P en hígado aumenta rápidamente tras una comida rica en carbohidratos forzando a ser ingresada en las vías importantes del metabolismo de la glucosa como son: la ruta de la pentosa fostato, la glucólisis y la glucogénesis.

Esta última es la vía primaria que se da cuando las reservas de glucógeno son bajas y consta de la conversión de Glc-6-P en glucosa-1-fosfato (Glc-1-P) a partir de la enzima fosfoglucomutasa con utilización de magnesio. Para que la glucosa se “active” debe reaccionar con el nucleótido de alta energía, uridina-trifosfato (UTP), para formar uridina-difosfato-glucosa (UDPG) y pirofosfato que es rápidamente hidrolizado. (12)

La UDPG es catalizada por la glucógeno sintasa y su glucosa es transferida a glucógeno preexistente. Cuando la enzima logra alargar una cadena de hasta 10 o más residuos de glucosa, actuará otra enzima denominada ramificante, que seccionará un segmento terminal no menor a 6 glucosas y lo inserta en una cadena vecina. A partir de estas 2 enzimas, la molécula de glucógeno es moldeada por acción conjunta.

Cuando hay ausencia total de glucógeno en la célula, la glucógeno sintasa no puede actuar, ya que requiere de unidades de glucógeno preexistente. Aquí entra en juego una proteína iniciadora que se denomina glucogenina. La misma actuará como aceptadora de la primera glucosa.

La vía de la glucogenólisis comienza con la eliminación de los residuos externos de glucosa en la molécula de glucógeno a partir de la glucógeno fosforilasa. La misma utiliza fosfato presente en el citosol y libera la glucosa como Glc-1-P. La glucosa-1-fosfato se isomeriza a partir de otra enzima conformando la Glc-6-P. A partir de esta, la

¹ K_m : constante de Michaelis-Menten representa la concentración de sustrato con la cual la velocidad de reacción enzimática alcanza un valor igual a la mitad de la velocidad máxima. El valor varía de enzima en enzima y permite caracterizarlas.

glucosa es liberada por medio de la glucosa-6-fosfatasa e ingresa a circulación sanguínea a partir de un transportador GLUT-2. (23)

La glucogenólisis se dará inicio en el hígado cuando los niveles de glucosa en sangre disminuyan, ya sea por el propio estado posterior a la absorción de carbohidratos por parte del intestino o en la preparación para una mayor utilización de glucosa en respuesta al estrés. Enumerando los activadores hormonales, tres son los principales: Adrenalina, glucagón y cortisol.

La fibra muscular tiene la particularidad de carecer de receptores para el glucagón y la glucosa-6-fosfatasa, de modo que el glucógeno que posee en su interior no puede movilizarse a circulación en sangre para estabilizar los niveles de glucosa cuando el mismo es bajo.

La glucogenólisis en el músculo se activa por respuesta a la adrenalina, que no solo ocurre ante situaciones estresantes de lucha o huida, sino también como una respuesta ante las demandas metabólicas del ejercicio físico. También es desencadenada por mecanismos no hormonales, como es el ingreso de Ca^{2+} al citoplasma del músculo y el aumento del AMP (Adenosín monofosfato), que en episodios de activación explosiva y rápida del músculo lleva a la utilización súbita de ATP, con la subsiguiente acumulación de ADP que se convertirá parcialmente en AMP por acción de una enzima. Tanto el ion calcio como el AMP aseguran que la célula muscular pueda sostener sus necesidades de energía, incluso ante la ausencia de una señal hormonal.

Carbohidratos y actividad

Hasta hace poco más de cien años atrás, se creía que el componente más importante en la alimentación de un deportista era la carne. Actualmente, las pastas, panes y cereales en general parecen ser el elemento central en la dieta de todo deportista. Esta corriente se ha reforzado a lo largo de todo el siglo XX. Recientemente se ha planteado que ingesta bajas o muy bajas de carbohidratos podrían afectar positivamente el rendimiento en atletas, pero los estudios son reducidos y podrían beneficiar solo a ciertas actividades. (24)

Uno de los pioneros en reconocer la importancia de los carbohidratos como combustible para el ejercicio físico fueron Krogh y Lindhard en el año 1920. En su estudio pusieron a prueba ciclistas a los cuales se les administraron a lo largo de 3 días una alimentación

alta en grasas (incluyendo pescados grasos, crema, panceta y manteca) y realizaron una prueba de esfuerzo durante 2 horas. Posteriormente comenzaron una dieta alta en hidratos de carbono que se extendió a lo largo de 3 días y realizaron la misma prueba de esfuerzo. Estos fisiólogos detectaron que los ciclistas presentaban signos y síntomas de fatiga con la alimentación grasa mientras que en la última prueba los mismos no se presentaban, además los mismos atletas refirieron mayor facilidad para finalizar la prueba. (25)

Tres años más tarde, los mismos fisiólogos daneses, midieron la glucemia de corredores de la maratón de Boston. Observando que los niveles de glucosa en sangre disminuían notablemente al finalizar la carrera, lo que los llevó a suponer que niveles glucemia bajos era el causante de la fatiga. Al año siguiente, en 1924 hicieron la misma prueba, pero aplicando una alimentación rica en hidratos de carbono a los maratonistas y se les suministró caramelos para que consuman durante la carrera. El resultado fue fenomenal. los maratonistas aumentaron significativamente su rendimiento. (26)

En el ejercicio físico, los carbohidratos son el macronutriente estrella. El hígado incrementa la liberación de glucosa al músculo que se encuentra activo a medida que la actividad aumenta de intensidad baja a alta.

El glucógeno que se encuentra presente en los músculos activos aportará casi toda la energía en la transición inicial del reposo al ejercicio moderado. En los siguientes 20 minutos, el glucógeno muscular en conjunto con el hepático proveerá entre el 40% y el 50% del requerimiento de energía, el restante será proporcionado por el catabolismo de grasa y una cantidad reducida de proteína.

En comparación con el uso de proteína y grasa, los hidratos se posicionan como el combustible de preferencia durante la actividad física aeróbica intensa debido a que aporta con velocidad energía en forma de ATP por medio de los procesos oxidativos. Y durante el ejercicio anaeróbico donde la glucólisis es fundamental, el carbohidrato se vuelve el único combustible para la resíntesis de adenosín trifosfato.

Como ha sido exployado anteriormente, la composición de la dieta afecta de manera importante las reservas de glucógeno y el desempeño subsecuente del ejercicio, esto es algo bien sabido desde hace varias décadas. Más allá del estudio de Krogh y Lindhard de 1924, en un experimento clásico realizado en 1967 por Bergstrom y colaboradores, se suministraron una dieta normo calórica durante 3 días, pero ingiriendo la mayoría de las calorías a partir de lípidos y solo el 5% del valor calórico total fue aportado por

carbohidratos. Posteriormente, en la segunda etapa, la alimentación de los deportistas durante 3 días consistió en aportar una distribución de macronutrientes balanceada. Y finalmente se les suministró una tercera dieta cuya composición se basó en aportar el 82% de calorías como carbohidratos. (25, 27)

Al finalizar los 3 días de ingesta en cada una de la etapa se procedió a medir el contenido de glucógeno del músculo cuádriceps femoral, determinado a través muestras de biopsia con aguja, la cual promedió 0,63 g de glucógeno por 100 g de músculo con la dieta rica en grasa, 1,75 g para la dieta normal y 3,75 g para la dieta rica en hidratos de carbono.

En ese estudio, también se evaluó el rendimiento deportivo. La capacidad de resistencia durante el ciclismo varió de forma considerable con base en la dieta que se consumió tres días antes de la prueba de ejercicio.

Con la dieta normal, el ejercicio duró un promedio de 114 minutos, en tanto que la resistencia promedió sólo 57 minutos con la dieta rica en grasa. La dieta rica en carbohidratos mejoró la resistencia por más del triple que la de la dieta rica en grasa. Destaca que el punto de fatiga coincidió con el mismo nivel de glucógeno muscular bajo las tres condiciones dietéticas.

Estudios con estos hallazgos, complementados con la investigación de otros, demuestran de modo concluyente la importancia del glucógeno muscular para mantener la actividad física intensa que persiste por más de 1 h.

Una dieta deficiente en carbohidratos agota rápido el glucógeno muscular y hepático, y afecta de manera negativa el desempeño en la actividad anaeróbica de corto plazo y las actividades aeróbicas intensas prolongadas. Estas observaciones se aplican en particular a individuos que modifican sus dietas reduciendo los carbohidratos por debajo de los valores recomendados. Depender de dietas de inanición o de otras formas dietéticas extremas, por ejemplo, ricas en grasas, muy bajas en carbohidratos, es contraproducente para optimizar el desempeño del ejercicio. (26)

Las principales sociedades y comités internacionales de nutrición deportiva han establecido recomendaciones diarias de hidratos de carbono en función de la intensidad del ejercicio que realice el atleta: (20, 28)

Organismo	Nivel de actividad	g/kg de peso/ día
------------------	---------------------------	----------------------------------

ISSN	General: 30 a 60 minutos/día, 3 a 4 veces a la semana.	3-5
	Moderada a alta intensidad: 2 a 3 horas/día, 5 a 6 veces a la semana	5-8
	Alto volumen, ejercicio intenso: 3 a 6 horas/día, 5 a 6 veces por semana	8-10
DC y ACSM	Baja intensidad o basados en actividades de habilidad	3-5
	Ejercicio moderado: 1 hora/día aproximadamente	5-7
	Ejercicio de intensidad moderada a alta: 1-3 horas /día	6-10
	Atletas entrenados en fuerza	4-7
	Compromiso extremo: intensidad moderada a alta, más de 4 a 5 horas/día	8-12

Ingesta de hidratos previo al entrenamiento

Los alimentos y bebidas consumidos en las 4 horas previas al ejercicio tienen un papel importante en puesta a punto fina en la preparación de la competencia o actividad. El menú previo al evento se puede comer principalmente por comodidad o confianza, o puede desempeñar un papel activo en la preparación al contribuir a los objetivos de reabastecimiento de energía y rehidratación.

Los objetivos de la comida preentrenamiento son:

- Continuar alimentando las reservas de glucógeno muscular si no se han restaurado o cargado por completo desde la última sesión de ejercicio.
- Restaurar el contenido de glucógeno hepático, especialmente para eventos realizados por la mañana en los que las reservas de hígado se agotan debido a un ayuno nocturno.
- Asegurarse que el atleta se encuentre bien hidratado.
- Prevenir el hambre y a su vez, evitar malestares gastrointestinales durante el ejercicio.

La comida previa al evento debe incluir alimentos y bebidas ricos en hidratos de carbono, especialmente en el caso de que las reservas corporales de hidratos sean subóptimas o cuando el evento tenga la duración y la intensidad necesarias para desafiar esas reservas. Una comida rica en carbohidratos consumida 4 horas antes del ejercicio aumenta significativamente el contenido de glucógeno de los músculos y el hígado agotado por el ejercicio anterior o un ayuno nocturno.

Pero, en la práctica, no siempre es cómodo para el atleta consumir una comida o colación rica en carbohidratos en las 4 horas previas a un evento deportivo. Por ejemplo, es poco probable que un atleta quiera sacrificar el sueño para comer bien antes de que comience una carrera o entrenamiento por la mañana temprano. La mayoría se conformará con una comida más ligera o un refrigerio antes del evento y consumirán hidratos durante todo el evento para equilibrar las oportunidades de abastecimiento de combustible perdidas. Una comida más pequeña antes del evento también puede tener sentido para eventos o atletas predispuestos a malestar gastrointestinal.

En cuanto al consumo de carbohidratos una hora previa al ejercicio físico, la opinión científica presentó distintas posturas a lo largo de los años. En 1987 un estudio comparó los resultados de la administración de 75g de glucosa a ciclistas 30 minutos previo a un esfuerzo físico y la misma prueba a otro grupo en estado de ayuno. (29)

La alimentación previa al evento no alteró el tiempo total que los sujetos pudieron pedalear de forma intensa (100% del VO₂ máx.). Sin embargo, se observó una rápida caída en la concentración de glucosa en sangre durante los primeros 10 minutos de ejercicio después de que los sujetos habían sido alimentados con hidratos de carbono. A pesar de que esta respuesta fue transitoria y no se asoció con fatiga, ni tampoco se determinó el contenido muscular de glucógeno, se le atribuyó al consumo de carbohidratos previo, una reducción en el rendimiento.

El resultado de este estudio fue publicado y distribuido mundialmente con la advertencia de evitar los hidratos de carbono durante la hora previa al ejercicio, transformándose durante años en un dogma de la nutrición deportiva. (22)

Posteriormente, análisis de la literatura científica revelaron que ese estudio era el único que relacionaba la ingesta de hidratos de carbono una hora previa con una reducción en la performance deportiva. Estas mismas revisiones, concluyeron en que los resultados de otros estudios que evaluaron la ingesta una hora previa arrojaron como resultados desde ningún efecto perjudicial hasta mejoras en el rendimiento del orden del 7 al 20%.

Sin embargo, parece haber un pequeño porcentaje de atletas que responden negativamente a la alimentación con carbohidratos en la hora anterior al ejercicio. Estos deportistas experimentan una oxidación de glúcidos exagerada y disminución de las concentraciones de glucosa en sangre al inicio del ejercicio, sufriendo una rápida aparición de fatiga y síntomas de hipoglucemia. Se desconoce por qué algunos atletas experimentan una reacción tan extrema.

Un conflicto que surge en la literatura científica es a que denominan los autores como “rendimiento deportivo”. La mayoría de los estudios relacionan la ingesta o no de carbohidratos con la percepción de la fatiga, la reducción de los tiempos, aumento o disminución de las cargas o modificación de biomarcadores relacionados con el estrés y fatiga muscular. Pero resultan limitados, para no decir ninguno, los deportes que dependen únicamente de esfuerzo o la capacidad muscular y no de otras variables como la coordinación, la estabilidad y la precisión.

En el año 2009 salió a la luz un estudio realizado por Currel y Conway que evaluó el rendimiento de jugadores de fútbol en base a distintas pruebas que pusieron a prueba la velocidad en piques, velocidad gambeteando, precisión en tiros al arco y altura de salto con carrera cabeceando una pelota. El estudio se desarrolló a lo largo de tres semanas, las pruebas fueron llevadas a cabo en el mismo lugar, horario, condiciones climáticas y se les suministró a todos el mismo desayuno estandarizado todos los días. (30)

Treinta minutos antes de comenzar las pruebas y durante, cada 12 minutos, los deportistas ingirieron 2 bebidas distintas. Una poseía hidratos de carbono simples en una concentración del 7,5% y la otra agua endulzada sin calorías, un placebo. Como resultado, la ingesta de carbohidratos mejoró la performance de los futbolistas en todas las pruebas a excepción de los saltos, lo cuales no se observaron diferencias significativas.

En adición, el tipo de hidrato de carbono a ingerir también podría ser de interés. Los primeros estudios acerca de la ingesta de hidratos pre-ejercicio obtuvieron diferentes resultados en función al tipo de sacáridos ingeridos en las pruebas.

Los distintos alimentos y bebidas ricos en carbohidratos no producen la misma respuesta a la glucosa e insulina en sangre, y los organismos de los atletas tampoco responden siempre según el dogma de que los hidratos "simples" producen aumentos rápidos y de corta duración en las concentraciones de glucosa en sangre, mientras que

los alimentos ricos en hidratos "complejos" producen un aumento de glucosa en sangre más plano y sostenido. (22, 24)

El índice glucémico (IG) ofrece un medio para medir y utilizar los perfiles individuales de glucosa en sangre logrados al consumir varios alimentos y bebidas ricos en glúcidos. El IG proporciona una clasificación de los alimentos con hidratos en función de la respuesta de glucosa en sangre posprandial medida en comparación con la de un alimento de referencia (ya sea glucosa o pan blanco). El IG proporciona una medida fiable y coherente de la respuesta relativa de la glucosa en sangre a los alimentos y comidas ricas en hidratos de carbono.

Estudios han demostrado que la ingesta de 1g/kg de peso de hidratos proveniente de un alimento de bajo índice glucémico (en el caso del estudio fueron lentejas) una hora antes del ejercicio aumenta el tiempo requerido para alcanzar la fatiga muscular comparado con la ingesta de la misma dosis de alimentos con alto índice glucémico. (22)

Debido a esto, fue apareciendo en el mercado productos y suplementos nutricionales ricos en hidratos de carbono de bajo índice glucémico para ser consumidos en esta hora previa. La idea de que estos productos con bajo IG provocarían un aumento estable y lento de glucosa e insulina en sangre, resulta atractiva para los clientes. Sin embargo, estudios actuales, no encontraron ningún beneficio en la performance al consumirlos.

En resumen, la postura actual es inconclusa. Si bien existe poca evidencia para apoyar la práctica de evitar la ingestión de carbohidratos en la hora antes del ejercicio, tampoco hay suficiente para determinar una ingesta recomendada de hidratos de carbono antes del esfuerzo. Y debido a que algunas personas, pueden ser más propensas a desarrollar hipoglucemia, algunos autores recomiendan determinar una ingesta individual basada en la experiencia de cada deportista con varias pruebas de ingesta/tolerancia de carbohidratos previos al ejercicio. (24)

Fibra:

Son polímeros y oligoelementos de carbohidratos que escapan de la digestión en el intestino delgado y pasan al intestino grueso, donde son degradados y pueden ser casi completamente fermentados. Las fibras en sí y sus fermentos resultan beneficiosos para el organismo, ya que pueden influir directamente en el colon y la microbiota o bien,

algunos de sus productos de fermentos pueden ser absorbidos por el intestino grueso y tener efectos sistémicos. (13)

Beneficios de la fibra en la salud:

- **Protección cardiovascular:** Siendo el beneficio que, con evidencia científica fuerte, la fibra se relaciona con la disminución de la presión arterial, mejora de los niveles de lípidos séricos y reducción de los indicadores de la inflamación. Ingestas altas de fibras se correlacionan con menores prevalencias de enfermedades cardiovasculares.
- **Prevención de diabetes tipo 2:** Patrones de alimentación con bajo aporte de fibras se asocian a un mayor riesgo de diabetes tipo 2. La fibra dietética, especialmente la soluble, aumenta el tiempo de vaciado gástrico y por lo tanto disminuye la digestión y la absorción de glucosa, condicionando una menor respuesta a la glucemia.
- **Prevención del cáncer de colon:** Se observa una asociación inversa entre la ingesta de fibra y el riesgo de cáncer de colon cada vez más grande. La fibra dietética podría proteger contra el cáncer colorrectal aumentando el volumen fecal y disminuyendo el tiempo de tránsito, exponiendo de esta manera al epitelio colorrectal por periodos más cortos de tiempo.
- **Obesidad:** Estudios sugieren que las poblaciones que consumen dietas con mayor aporte de fibra presentan menores índices de sobrepeso y obesidad. La disminución posterior de la glucemia, consecuencia de la hiperinsulinemia relativa de una dieta con alto índice glucémico, sería un mecanismo responsable del hambre excesivo y por lo tanto de una ingesta excesiva. Por otro lado, alimentos o comidas con bajo índice glucémico ofrecen mayor valor de saciedad y favorecen el control del apetito a corto plazo.

Cuando la actividad física se encuadra en la vida de la persona, puede que la ingesta de fibra deba planificarse. Si bien es importante la ingesta debido a los beneficios asociados a la salud, puede que incorporarlos en ciertos momentos merme el rendimiento deportivo. Particularmente la incorporación de alimentos ricos en fibra antes y durante la actividad física deben evitarse para prevenir molestias gastrointestinales, debido a que la fibra disminuye la tasa de vaciamiento gástrico, ralentiza el tránsito intestinal y puede incrementar la producción de gases por un aumento de la fermentación bacteriana. (7, 22)

Lípidos:

Los lípidos comprenden un grupo heterogéneo de sustancias muy similares entre sí por sus características de solubilidad: son poco o nada solubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos. Los lípidos no pueden formar estructuras poliméricas macromoleculares como los polisacáridos o los polipéptidos. (10)

Funciones principales: (13)

- Energética: Cada gramo de lípidos aporta 9 kcal, a su vez, el organismo puede almacenar triglicéridos en el tejido adiposo cuando hay un exceso en la ingesta calórica.
- Estructural: tanto el colesterol como los fosfolípidos son dos de los componentes de la membrana celular, que no solo le dan estructura a la célula, si no también influyen en la fluidez de la membrana.
- Transporte de vitaminas liposolubles: las mismas se incorporan en los quilomicrones para su transporte.

La utilización de lípidos como energía durante el ejercicio variará según el estado nutricional y la condición física, la intensidad y la duración del ejercicio. Pudiendo aportar entre el 30% y el 80% de la energía utilizada en el ejercicio. (25)

El aumento del flujo sanguíneo por el tejido adiposo con el ejercicio incrementa la liberación de AGL para su disponibilidad y uso en el músculo. La cantidad de grasa utilizada para energía en la práctica de ejercicio ligero a moderado puede aproximarse al triple de la que se gasta en condiciones de reposo. Pero, conforme la actividad aumenta de intensidad (mayor porcentaje de capacidad aeróbica), la liberación de AGL por el tejido adiposo no se incrementa por arriba de los niveles en reposo, lo que conduce a una disminución de los AGL plasmáticos. Esto estimula un mayor uso del glucógeno muscular.

Durante la actividad de intensidad moderada, una cantidad casi igual de carbohidratos y grasa aporta energía. Cuando la actividad física continúa a este nivel por más de 1 h, el catabolismo de grasas aporta gradualmente un mayor porcentaje de energía; esto coincide con la progresión del agotamiento de glucógeno.

La disponibilidad de carbohidratos también influye el uso de energía. Con adecuadas reservas de glucógeno, los carbohidratos se convierten en el combustible preferido

durante el ejercicio aeróbico intenso porque tienen un índice de catabolismo más rápido. Hacia el final del ejercicio prolongado (cuando las reservas de glucógeno casi se agotan), la grasa, sobre todo como AGL circulantes, provee hasta el 80% del requerimiento energético total.

Ingestas recomendadas

Para la población general la recomendación diaria de grasas estipulado por la Organización Mundial de la Salud es de al menos el 15% de las calorías ingeridas diarias y no debe superar el 30%, en caso de ser un individuo no sedentario, el porcentaje se puede extender un 5% más. Un consumo menor al 15% dificultaría alcanzar las ingestas diarias recomendadas de ácidos grasos esenciales y podrían comprometer la absorción de vitaminas liposolubles. En cuanto al límite superior, el organismo recomienda cuidar la calidad de la ingesta debido a que las ingestas altas en grasas suelen acompañarse de altas dosis de grasas saturadas, colesterol y densidades energéticas altas que comprometan la salud. (31)

En el deporte la ingesta alta de lípidos parece ser una práctica que va en aumento. El consumo de grandes cantidades de grasas se asocia con desarrollo de obesidad y enfermedades cardiovasculares. Pero actualmente no se sabe si esta asociación aplica a los atletas. Son pocos los estudios que explayan acerca de los efectos en la salud de una persona cuya alimentación es alta en grasas y entrenan con regularidad.

Un estudio realizado en 1996 por Pendergast y colaboradores no detectó cambios en los niveles de HDL, LDL ni colesterol total en plasma en corredores hombres y mujeres cuya alimentación consistía en un aporte de lípidos que iban desde el 17% al 40% del valor calórico total. Se hipotetiza que el entrenamiento físico atenúa los riesgos cardiovasculares. A su vez, las dietas altas en grasas se han asociado tradicionalmente a la resistencia a la insulina, debido al efecto de las reservas de triglicéridos intramusculares en la captación de glucosa. Pero esa relación fue realizada en personas con obesidad. Resulta contradictorio al momento de trasladarlo a deportistas, que poseen grandes reservas de lípidos intramusculares y una sensibilidad a la insulina aumentada. (24)

Hablando de rendimiento deportivo, el consumo crónico de una dieta alta en grasa induce adaptaciones enzimáticas que favorecen la oxidación de grasas durante el ejercicio sub máximo. Este efecto en la performance podría no ser visible debido a que los niveles de glucógeno muscular se encuentran disminuidos. En la teoría, si se

realizara un esquema de alimentación alta en grasas por un periodo prolongado siendo interrumpida abruptamente con una alimentación alta en hidratos de carbono por unos pocos días, debería aumentar las reservas de glucógeno y mantener las adaptaciones enzimáticas. Efectivamente sucede en ratas, pero en estudios realizados en humanos por Helge en 1998 y Burke 1999 no observaron cambios significativos en el rendimiento. Los estudios actuales que concluyen en efectos positivos son pocos y fueron realizados en intensidades inferiores a las que se alcanzan en competiciones y por sujetos relativamente no entrenados. Son muy pocos aquellos realizados en atletas de alto rendimiento. (26, 32, 33)

A diferencia del método anteriormente desarrollado, el consumo de alto de lípidos sin la subsiguiente carga de hidratos de carbono previa a la competencia, tampoco se logra observar beneficios en el rendimiento. Por el contrario, se ha evidenciado efectos negativos en la performance en eventos deportivos.

En 2017 Louise Burke y colaboradores compararon el rendimiento en atletas de elite de marcha atlética con una alimentación previa de 3 semanas altas en grasas y bajas en hidratos con el rendimiento bajo una alimentación alta en hidratos. Pese a que los primeros reportaron una mayor oxidación de lípidos rindiendo significativamente peor, obteniendo también un mayor consumo de oxígeno en comparación con los atletas cuya alimentación fue alta en carbohidratos. (34)

En conclusión, los deportistas entrenados podrían superar la ingesta diaria recomendada de lípidos que estipulan los organismos internacionales sin sufrir desventajas en su salud, pero no lograrían obtener incrementos en su rendimiento incluso, este podría verse afectado.

Micronutrientes

A pesar de consumir de forma equilibrada los tres macronutrientes ya mencionados anteriormente, no es suficiente para mantener la salud, también es necesario ingerir los micronutrientes, sustancias igual de esenciales, pero en cantidades mucho más pequeñas en comparación con las proteínas, lípidos y carbohidratos.

Dentro de este grupo de nutrientes se encuentran las vitaminas, compuestos orgánicos esenciales para reacciones metabólicas específicas del organismo y para promover un crecimiento y desarrollo adecuado. A excepción de la vitamina D que puede ser sintetizada ante la presencia de la luz del sol, el resto no son producidas por el organismo y deben ser ingeridas con la alimentación. (24)

Si bien las recomendaciones diarias de vitaminas son específicas para cada una y fueron creadas para la población general sin considerar los deportistas, cuya actividad física podría incrementar los requerimientos en algunas de ellas como son las vitaminas C, B2, B6, A y E. Pero este aumento se correlaciona con un incremento de los requerimientos energéticos diarios que pueden superar fácilmente las 4000 kcal. Si los deportistas ingieren una alimentación razonablemente balanceada, en la mayoría de los casos cubrirán las necesidades diarias de vitaminas.

En cuanto al resto de micronutrientes, es sabido que al menos 20 minerales son esenciales para los humanos y 14 elementos de traza se han identificado como necesarios para mantener un buen estado de salud, pero las deficiencias y los excesos en los elementos de traza son extremadamente raras.

Los micronutrientes no solo se encuentran conformando estructuralmente los tejidos, sino también actúan como antioxidantes, participan en el transporte de oxígeno, conformando enzimas, participan en reacciones metabólicas y participan en la contracción muscular y en la conducción de los impulsos nerviosos. Uno de los minerales más importantes para el organismo es el calcio.

Calcio:

El calcio resulta el mineral más abundante en el cuerpo humano, que lo contiene en cantidades que rondan entre los 1.100 y 1.300 gramos, de los cuales el 99% constituye la estructura dentaria y ósea. El 1% restante se encuentra en el plasma circulante; cerca de la mitad de este calcio plasmático se presenta como calcio iónico y su flujo a través de las membranas celulares tiene una gran importancia fisiológica. Otra parte del calcio plasmático se halla unido a proteínas y una pequeña fracción forma complejos como citrato o fosfato de calcio (13)

Si hablamos de las funciones del calcio se destaca:

- Conformación de la estructura ósea y dentaria: dentro del hueso, el calcio conforma parte de la hidroxapatita, una sal de calcio y fósforo y además como fosfato cálcico, un compuesto que contiene en menor proporción de calcio y que predomina en el hueso joven. La formación y resorción ósea es compleja y tanto el fósforo como el calcio óseo están en un constante estado de recambio con el fósforo y el calcio plasmáticos.

- Coagulación sanguínea: Gran parte de las reacciones procoagulantes dependen del calcio, que principalmente estimula la liberación de tromboplastina de las plaquetas iniciando la formación del coágulo.
- Contracción y relajación muscular: El calcio iónico juega un rol fundamental en la iniciación de la contracción muscular. Las unidades contráctiles musculares están reguladas básicamente por cambios en la concentración del calcio libre citoplásmico.
- Transmisión nerviosa: El calcio iónico ya sea intra como extracelular es un importante regulador de la función neuronal en el sistema nervioso periférico y central, actuando sobre la excitabilidad neuronal y en la transmisión sináptica.
- Permeabilidad de membranas: Regula la permeabilidad de las membranas celulares, activando receptores de membrana que activan canales iónicos.
- Actividad enzimática y señalización celular: Permite la actividad de enzimas dependientes del calcio como lo son las proteína-quinasa, ATPasas y lipasas. Además, el ion calcio resulta un activador de enzimas en rutas de señalización celular dependientes de hormonas.

La principal afección por deficiencia crónica de calcio es la osteoporosis, patología que produce el deterioro microestructural del tejido óseo que produce aumento de la fragilidad y mayor incidencia de fracturas.

En general la deficiencia de calcio en deportistas se relaciona con un riesgo aumentado de fracturas y de osteoporosis en el futuro, pero la población juvenil de deportistas es la más vulnerable. La acumulación de la densidad mineral durante el crecimiento es un determinante crítico del riesgo de desarrollo de osteoporosis en el futuro. En consecuencia, una ingesta inadecuada de calcio entre la pubertad y el final de la adolescencia predispone a una mayor densidad de mineral ósea y se asocia a un menor riesgo de osteoporosis en la vida adulta. (24)

Pese a que el entrenamiento regular con cargas promueve el depósito de calcio en los huesos, no son pocos los grupos de atletas que se encuentran en riesgo de no cubrir sus requerimientos diarios. Sumado a que el calcio es perdido con el sudor, y la merma se incrementa ante condiciones de altas temperaturas.

Si nos enfocamos en la previa al entrenamiento, la ingesta de una fuente de calcio antes del entrenamiento se ha relacionado con una reducción en la resorción ósea al finalizar la práctica deportiva. La resorción ósea es el proceso en el cual los osteoclastos

desnaturalizan el tejido óseo con el objetivo de colmar de iones de calcio el torrente sanguíneo cuando los niveles se encuentran bajos. Si bien los estudios son aún limitados y los realizados han sido utilizando altas dosis de calcio, los resultados entusiasman. (35)

En conclusión, considerando la importancia de los nutrientes en la alimentación diaria y su relación con la salud, distintos organismos nacionales e internacionales han implementado la redacción guías alimentarias para sus respectivas poblaciones. Teniendo en cuenta la situación alimentaria y nutricional, económica y costumbres de la población objetivo, han desarrollado una serie de recomendaciones, mensajes y herramientas para orientar a los individuos hacia una alimentación más saludable.

Desayuno según guías internacionales

Haciendo foco en el desayuno, desde el punto de vista nutricional, tanto las Guías Alimentarias para la Población Argentina del año 2020 y las Guías Dietéticas Para estadounidenses 2020-2025, concuerdan que un desayuno completo, de buena calidad nutricional debe contener al menos un alimento de cada uno de los siguientes tres grupos: (36, 37)

- Lácteos descremados: Leche y sus derivados procesados, con la extracción de una cantidad considerable de grasa. Siendo 10% el máximo de grasa en quesos y 0.5% m/v en leches descremadas de argentina. (38)
- Granos integrales: Incluyendo granos consumidos enteros y derivados producidos con sus harinas integrales.
- Frutas frescas: Incluyen frutas enteras frescas, congeladas o jugo 100% de fruta.

La guía norteamericana incluye también en el primer grupo, yogur y bebidas de soja fortificadas con calcio, vitamina A y vitamina D por su similitud a la leche vacuna en composición nutricional, para la población que no consuma lácteos o productos de origen animal. Y por parte de las guías argentinas, recomiendan la ingesta de semillas, integrándolas dentro del grupo de los cereales.

Esta selección de grupos no fue creada aleatoriamente, el objetivo es incentivar a la población a la incorporación de un desayuno equilibrado. Donde no haya carencias de macro y micronutrientes ni tampoco excesos, como suele ser el caso de las grasas y los azúcares.

La Encuesta Nacional de Nutrición y Salud del año 2019 aclara: “la proporción de la población que refiere consumir diaria o frecuentemente alimentos no recomendados por poseer alto contenido de azúcar, grasas y sal y bajo valor nutricional, es alarmante”. Cabe destacar que 5 de cada 10 adolescentes de 13 a 17 años consumen 2 veces por semana o más golosinas y cerca del 26% de la población más joven consume productos de copetín al menos dos veces por semana, valores que triplican el consumo de los adultos. Esta alta prevalencia de consumo puede explicar la ausencia de un grupo exclusivo rico en lípidos dentro de las recomendaciones de desayuno. Sin embargo, la incorporación de las semillas dentro de uno de los grupos destaca la importancia de la ingesta de lípidos de buen perfil nutricional, sumado a los micronutrientes que acompañan este tipo de alimentos. (39)

Si hablamos del grupo lácteos se destaca el aporte de proteína y calcio. Las proteínas de origen animal alcanzan el máximo nivel de calidad proteica basado en la clasificación de la puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de las proteínas (PDCAAS), escala adoptada internacionalmente por organismos como la FAO o la FDA de Estados Unidos. La misma evalúa la cantidad de aminoácidos indispensables y la digestibilidad de la proteína. Una proteína con alto grado de calidad como es la de los lácteos y la aislada de la soja, permite garantizar la función plástica de las proteínas de forma óptima. (40)

En cuanto al segundo grupo, los granos integrales, el nutriente principal que aporta son hidratos de carbono complejos, necesarios para preservar la función plástica de las proteínas mencionada anteriormente y aportar energía al organismo.

El énfasis que se hace sobre lo integral no es menor. Si bien ya se ha descrito los beneficios de la fibra, cabe recalcar la importancia de su efecto saciante, disminución del índice glucémico de los alimentos al combinarse y la reducción de la incidencia de obesidad ante el consumo de fibra dietética.

Para concluir con el último grupo, las frutas son una fuente de hidratos de carbono simples (mono y disacáridos), que, si bien este tipo de carbohidratos tienen la capacidad de elevar rápidamente los niveles de glucosa libre en sangre, este efecto se ve amortiguado por la importante cantidad de fibra que contienen las frutas enteras. Pero este efecto no se puede garantizar completamente al ingerir jugo o exprimidos 100% naturales de frutas sin pulpas o licuados y procesados colados/sin cáscaras. Esto ha

motivado a las guías estadounidenses para la población general a recomendar que no más de 50% de la ingesta de frutas sea a partir de jugos naturales.

Se debe destacar también el hecho de que sean alimentos fuente de vitaminas y minerales, micronutrientes de gran importancia nutricional.

Desayuno en atletas

Anteriormente se profundizó en los componentes de un desayuno óptimo para la población general. En individuos que realizan actividad física regularmente las recomendaciones para la población general probablemente resultarán inadecuadas.

La ingesta antes del ejercicio puede mejorar el rendimiento en comparación con el ejercicio en un estado de ayuno. Los deportistas que entrenan temprano por la mañana antes de comer corren riesgo de desarrollar una disminución de las reservas de glucógeno hepático, reduciendo su rendimiento.

Las comidas ricas en hidratos de carbono previas al ejercicio, como fue desplegado anteriormente, pueden mejorar las reservas de glucógeno hepático. Además de permitir factores de preferencias personales y psicológicos, la comida previa a una prueba o entrenamiento debe ser rica en hidratos de carbono, limitada en grasa y fácilmente digerible. La grasa debe ser restringida debido al retraso del vaciado gástrico que produce y su demora en digerirse. Las grasas de una comida consumida de 3,5 a 4 horas antes de la competición deben limitarse al 25% de las kilocalorías. A medida que se acerca la prueba, el contenido de grasa debe ser inferior al 25%. (41)

En cuanto a la cantidad de proteína a suministrar en el desayuno, la misma deberá ser de al menos 0,25g/kg de peso, para garantizar una correcta estimulación de la síntesis proteica y óptima recuperación, tal como se describió anteriormente. (22)

Al hablar de la cantidad de hidratos recomendada para el desayuno, si el mismo resulta ser la última comida antes del entrenamiento, la ingesta de glúcidos deberá ser de 1g a 4g/kg de peso. (28) En cambio, si no es la última comida (Por ejemplo, un deportista que entrena por las tardes o la noche, su última comida antes podría ser el almuerzo o la merienda), no existe una cantidad específica de carbohidratos a ingerir más allá de la recomendación total diaria, que se distribuirá a lo largo del día.

En resumen, un desayuno de buena calidad nutricional para un deportista deberá incluir:

- Al menos una porción de lácteos o bebidas vegetales fortificadas.
- Al menos una fruta.
- 0,25g de proteínas/kg de peso

En caso de que el desayuno sea la última comida antes del entrenamiento, además deberá componerse por:

- Entre 1g y 4g de carbohidratos / kg de peso
- Las grasas no deberán superar el 25% del total de calorías del desayuno.

Prevalencia de ayuno:

El ayuno como estrategia nutricional despertó un gran interés en la sociedad durante los últimos tiempos, con opiniones tanto a favor como en contra, el llamado ayuno intermitente continúa ganando popularidad entre la población, sobre todo la más joven.

El desayuno es la comida que se saltea con más frecuencia. Si bien en nuestro país no hay cifras oficiales, la Encuesta Nacional de Examinación de Salud y Nutrición de Estados Unidos (NHANES) en el periodo 2017 a 2018 indican que una cuarta parte de los adolescentes (de 12 a 19 años) se saltean el desayuno al menos un día de la semana. Además, detectó que los adolescentes que omiten el desayuno tienden a una mayor ingesta de azúcares y deficiente consumo de micronutrientes. Lo curioso es que este no es el grupo etario con mayor prevalencia. Solo el 68% de los hombres y el 74% de las mujeres estadounidenses de 20 a 29 años de edad desayuna todos los días. (41, 42)

Si nos enfocamos en la población activa físicamente, resulta habitual encontrarse con deportistas se levantan temprano para entrenar y prefieren omitir la ingesta de una comida o aperitivos antes de las sesiones de entrenamiento para no sacrificar horas de sueño. Por otro lado, hay casos de atletas que sufren náuseas cuando consumen alimentos antes del ejercicio y por ende optan por no desayunar hasta haber finalizado su entrenamiento diario. (41)

El ayuno prolongado superior a las 10 horas puede llegar a ser habitual para algunas personas, no es lo mismo aplicarlo en la población general que la vida de un deportista. El ayuno nocturno provoca una caída del glucógeno hepático, dando lugar a glucogenólisis para mantener el suministro de glucosa al cerebro. A pesar de que una caída modesta de la glucemia puede no influir en el individuo promedio, el ayuno de más de 12 a 24 h puede afectar al rendimiento físico y cognitivo de los atletas.

Metodología:

Área de estudio

El estudio se realizó en gimnasio de la zona norte de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe de la República Argentina. Ciudad con una población de 1.342.619 habitantes según el censo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) del año 2022.

La ciudad de Rosario se encuentra en la parte sudeste de la provincia de Santa Fe, a 174 kilómetros al sur de la capital provincial, ciudad de Santa Fe y a 291 kilómetros al norte de la ciudad autónoma de Buenos Aires, Capital Federal de Argentina.

La investigación se realizó en el gimnasio personalizado “Entrenamos” ubicado dentro del “Centro Integral de Kinesiología MOOD”, en la calle Echeverría, número 221.

Diseño del estudio:

El presente estudio se realizó bajo la modalidad observacional-descriptivo, transversal, retrospectivo y cuali-cuantitativo

Resulta observacional descriptivo debido a que no se manipulan las variables obtenidas de la recolección de datos, sólo se realizó una medición. Transversal ya que se realizó una observación y análisis en un periodo determinado de tiempo

Cuali-cuantitativo, ya que no solo se enfocó en la recolección de datos sólidos con el fin de establecer qué cantidad de atletas realiza un desayuno de calidad, a través de la medición de las acciones y conductas que realizan las personas, planteando una hipótesis previamente, sino que también se buscó indagar sobre el motivo por el cual alguno de los atletas no desayuna, adquiriendo una mayor comprensión de sus acciones.

Según el tiempo en que concurren los hechos y el periodo del estudio es de tipo retrospectivo y transversal. Se indagó sobre las acciones realizada por los sujetos en el pasado y se realizó una única recolección de datos, sin dar un seguimiento o continuidad en el registro de la información conforme el tiempo transcurra.

Universo:

El universo consta de 104 personas, la totalidad de socios registrados activos hasta el mes de febrero del año 2023, cuyas edades se encuentran entre los 12 y los 75 años.

Población objetivo:

La población está constituida por atletas de ambos sexos entre 16 y 78 años, que asisten al gimnasio por la mañana, entre las 7 y las 12hs.

Muestra:

La muestra se realizó a 27 socios de entre 16 y 45 años, de ambos sexos, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Socios del gimnasio “Entrenamos”.
- Los atletas que estén realizando un entrenamiento físico en las instalaciones por la mañana.
- Ambos sexos.

Criterios de exclusión:

- Atletas menores de 16 años al momento del estudio.
- Personas que no se encuentren realizando entrenamiento dentro de los gimnasios al momento de la recolección de datos.

Técnica de recolección de datos:

La recolección de datos consistió en la aplicación de una encuesta y un recordatorio de consumo de alimentos. Dentro de la encuesta se les solicitó a los sujetos que indicaran su peso corporal y se les suministró una balanza en caso de desconocerlo. La recolección de los datos se realizó con el consentimiento previo por parte de los dueños y profesores del gimnasio e individualmente a cada sujeto encuestado, explicándoles

que era de carácter voluntario y anónimo. En cuanto a los menores de edad, se les solicitó autorización a los padres.

Instrumentos

Encuesta: la misma fue de tipo anónima. A través de esta además de recolectar datos básicos, permitió indagar sobre el desayuno de los encuestados. (Anexo I)

Recordatorio de consumo de alimentos: El mismo no consistió en una recolección de 24hs previas, como habitualmente se realiza, sino que se limitó únicamente al consumo de alimentos por la mañana como desayuno. De manera que se aplicó un recordatorio adaptado al estudio, obviando la recolección de datos irrelevantes para la investigación.

El recordatorio se constituyó a partir de una lista de alimentos con su respectiva porción, donde los individuos debían indicar el número de porciones preestablecidas ingeridas esa misma mañana. Se complementó con un atlas ilustrado de porciones de alimentos que podrían generar dudas, para facilitar la elección por parte de los sujetos y lograr una recolección de datos más precisa. Además, se dejó una respuesta abierta en caso de que hayan consumido un alimento que no se encuentre en la lista, de manera que el encuestado pueda indicar el nombre del comestible con su correspondiente porción. (Anexos II y III)

Balanza: Se utilizó una balanza digital marca Atma modelo BA7504N

VARIABLES:

Variable Edad: mayores de 16 años.

Variable Peso.

Variable Sexo. Categorías:

- a) Femenino.
- b) Masculino.

Variable Ingesta de desayuno. Categorías:

- a) Desayuna (Consume al menos un alimento calórico como desayuno el día que realiza la actividad física).
- b) No desayuna (No consume ningún alimento calórico como desayuno el día que realiza la actividad física).

Variable Última comida antes de entrenar. Categorías:

- a) Es el desayuno
- b) No es el desayuno (cuando el atleta consume otra de las comidas principales, almuerzo, merienda o cena, antes de asistir al gimnasio).

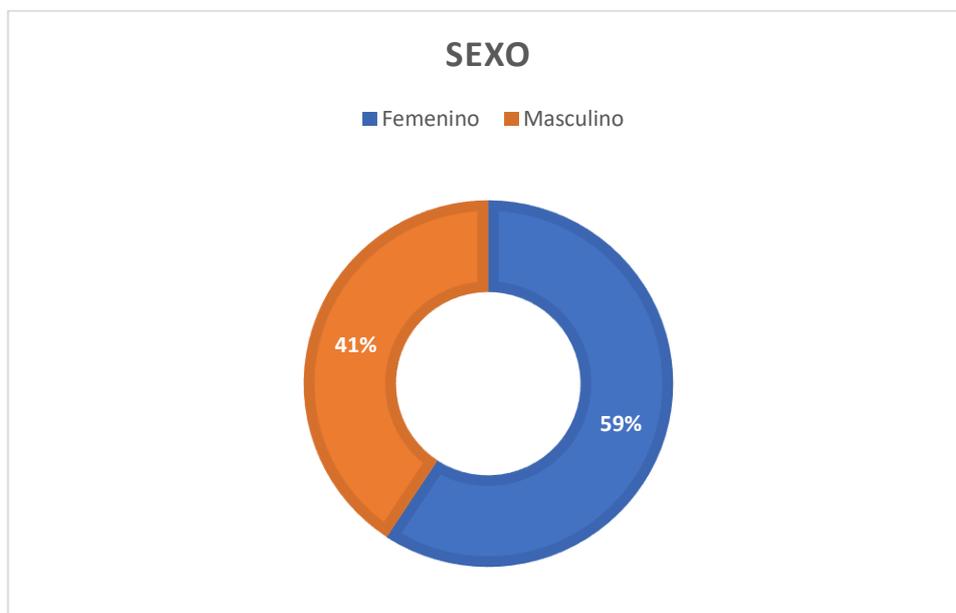
Resultado y análisis

Al momento de procesar los datos obtenidos, se clasificó la calidad del desayuno en base al cumplimiento de 5 condiciones: ingiere al menos una fruta, al menos un lácteo, aporta al menos 0,25g de proteína/kg de peso corporal, aporta al menos 1g/kg de peso corporal de carbohidratos y el porcentaje del valor calórico total del desayuno cubierto por lípidos no supera el 25%.

El criterio de clasificación fue el siguiente: En caso de cumplir con las 5 condiciones, se consideró un desayuno de “buena calidad”, si no se cumple una estas la calidad es “mejorable”, si no cumple con 2, 3 o 4 condiciones es de “mala calidad” y en caso de no cumplir con ninguna “pésima calidad”.

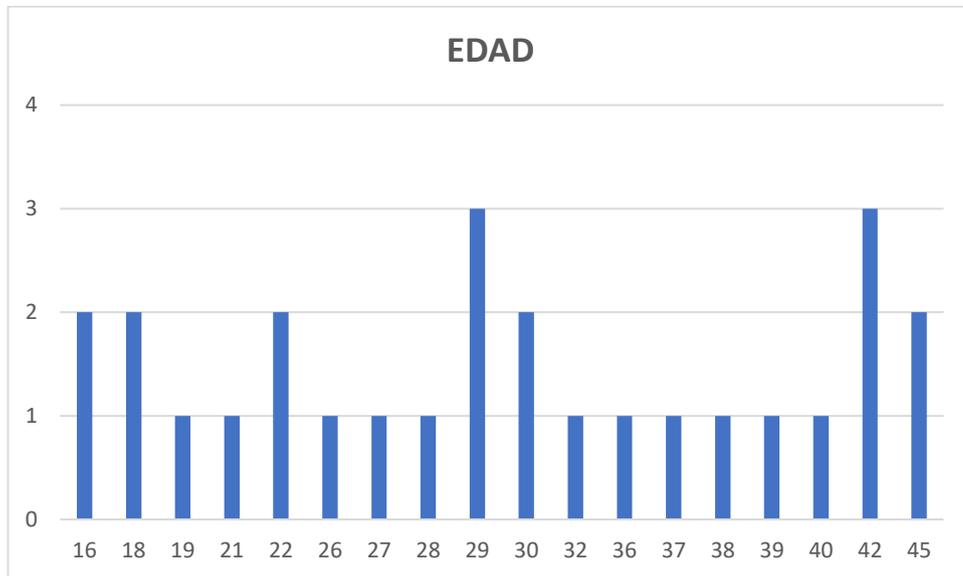
Para considerar el valor calórico total y composición de proteínas, carbohidratos y lípidos del desayuno se utilizó como referencia “Tablas de Composición Química Promedio” de Suárez y López y “Tabla de Composición de Alimentos” de la Universidad de Luján. (43, 44) (Anexo IV y V)

Gráfico N°1:



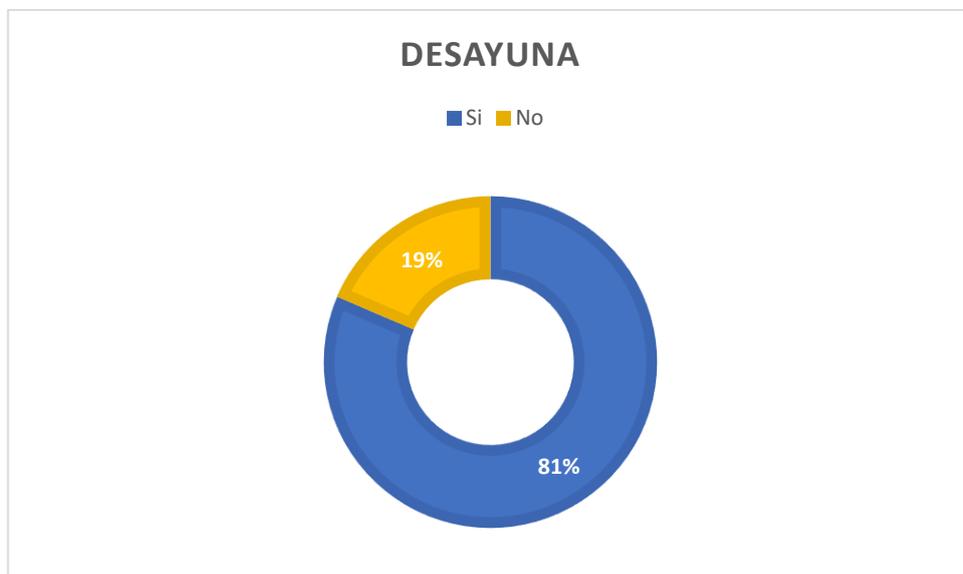
Con 27 respuestas, el gráfico n°1 muestra que el 41% de los encuestados se identificaron con el sexo masculino y el 59% con el sexo femenino.

Gráfico N°2:



El gráfico N°2 con 27 respuestas expone las edades de los sujetos encuestados. (n=2) tiene 16 años, (n=2) 18 años, (n=1) 19 años, (n=1) 21 años, (n=2) 22 años, (n=1) 26 años, (n=1) 27 años, (n=1) 28 años, (n=3) 29 años, (n=2) 30 años, (n=1) 32 años, (n=1) 36 años, (n=1) 37 años, (n=1) 38 años, (n=1) 39 años, (n=1) 40 años, (n=3) 42 años y (n=2) 45 años.

Gráfico N°3:



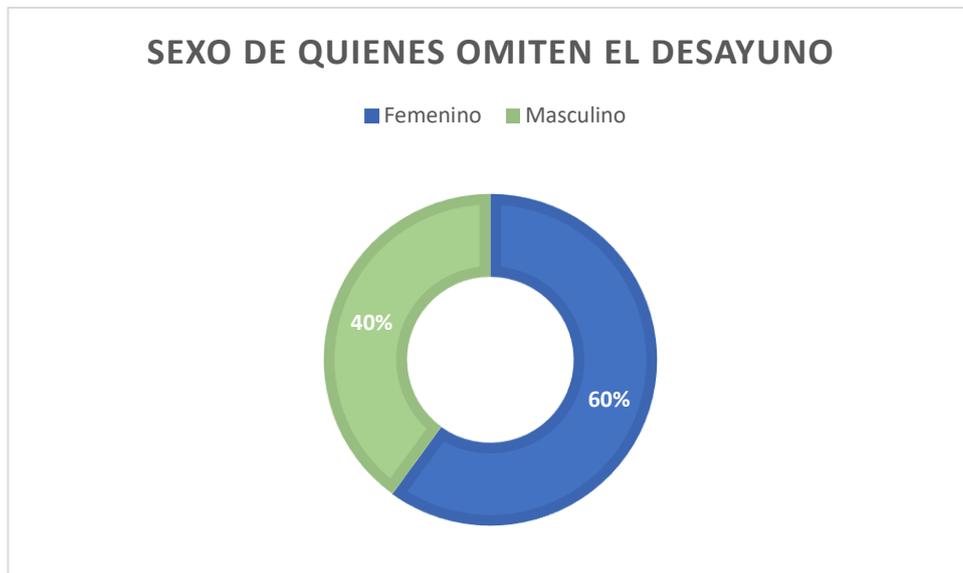
En el gráfico n°3, que cuenta con 27 respuestas muestra que el 81% de los encuestados desayuna, mientras que el 19% no lo hace.

Gráfico N°4:



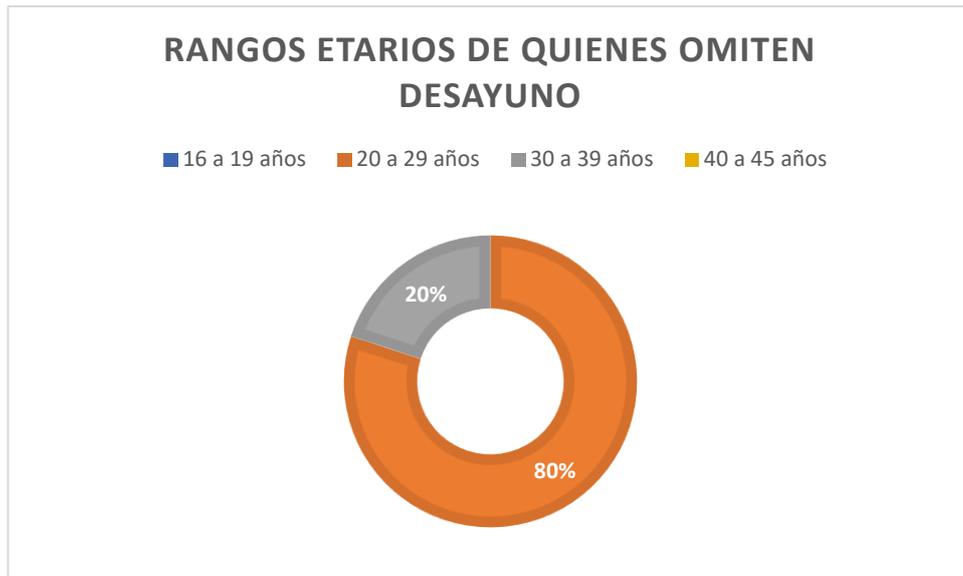
El gráfico n°4 muestra los motivos por el cual los sujetos expusieron no desayunar. Con un total de 5 respuestas, el 60% lo hace por no tener apetito al levantarse, el 20% por realizar ayuno intermitente y otro 20% por falta de tiempo.

Gráfico N°5:



El gráfico n°5 se puede observar que el 40% de las personas que omiten el desayuno son hombres y el 60% son mujeres

Gráfico N°6:



En el gráfico n°6 puede observarse los sujetos que no desayunan distribuidos por grupos de edades. El 80% se encuentra en el rango de 20 a 29 años, el 20% posee entre 30 y 39 años, mientras que ningún sujeto tiene entre 16 y 19 años o entre 40 y 45 años.

Gráfico N°7:



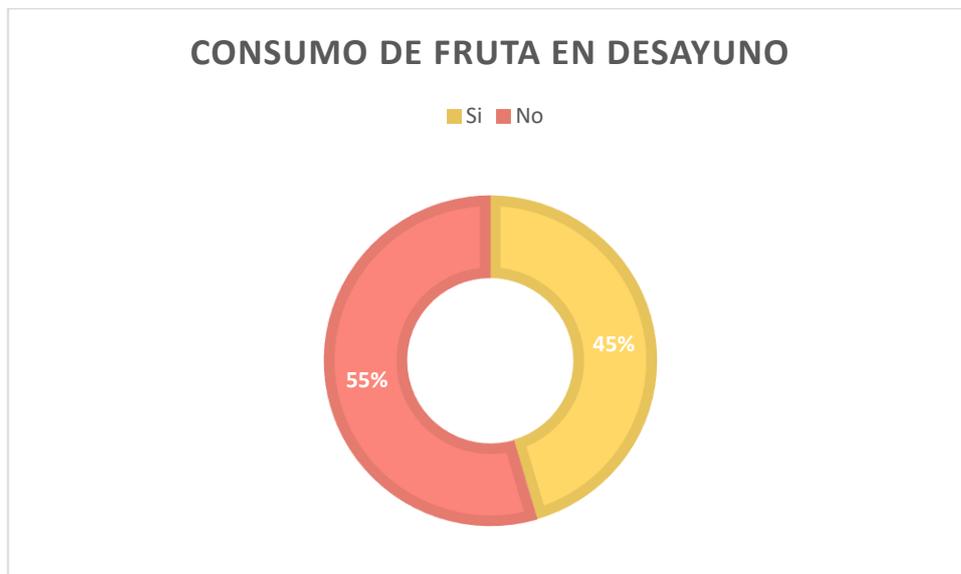
En el gráfico n°7, puede observarse que, del total de los encuestados, (n=22) fue el desayuno su última comida antes de entrenar, mientras que en (n=5) fue la cena.

Gráfico N°8:



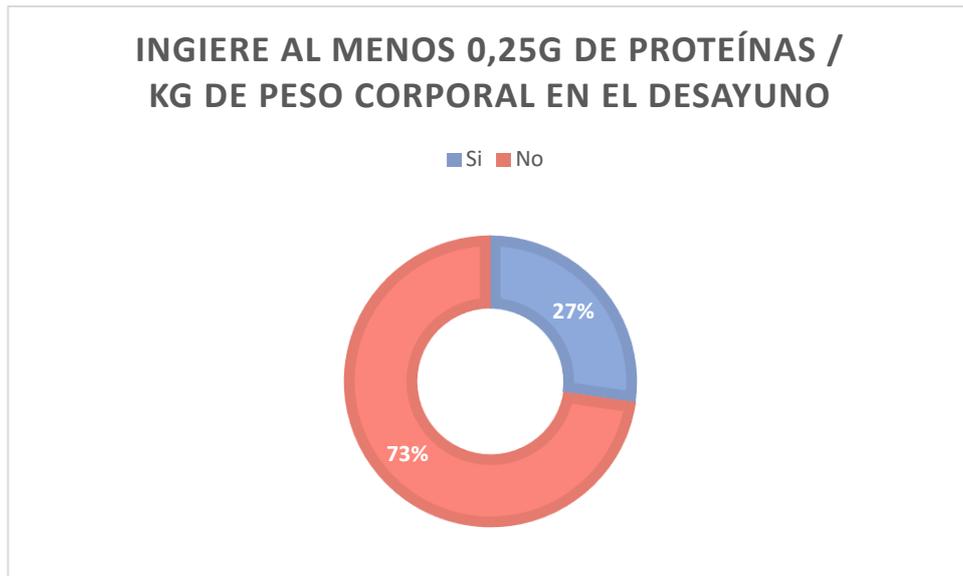
El gráfico n°8, con 22 respuestas muestra que el 27% de los sujetos no incorpora y el 73% sí lo hace.

Gráfico N°9



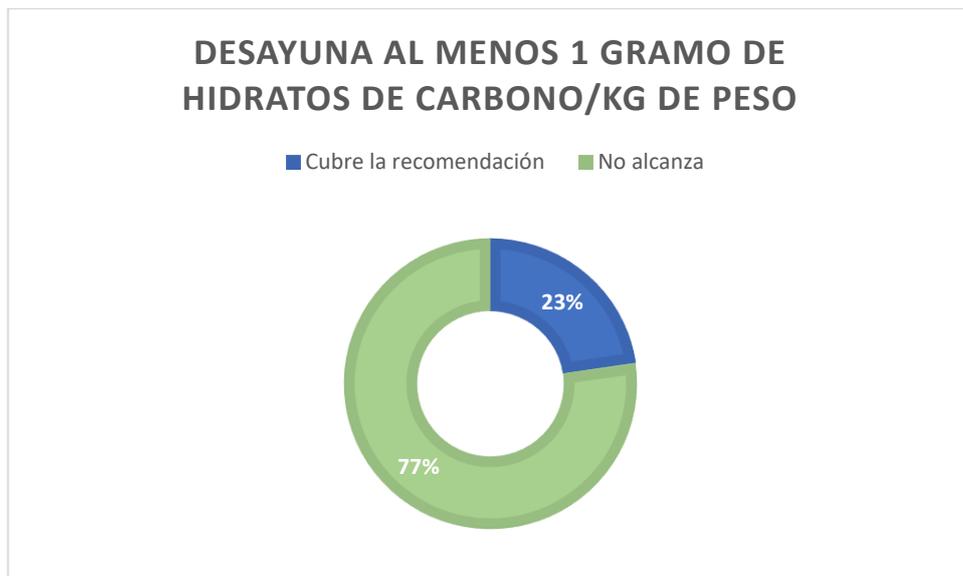
El gráfico n°9 detecta que el 55% de los encuestados no consume fruta en el desayuno, mientras que el 45% sí lo hace.

Gráfico N°10



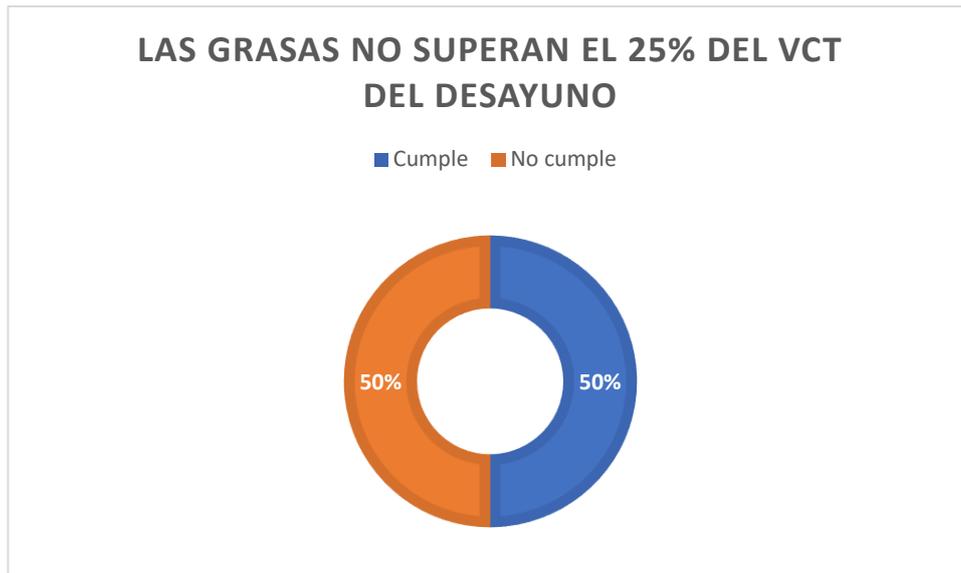
El gráfico n°10 ilustra al 27% de los sujetos ingiriendo al menos 0,25 gramos de proteínas por kilogramo de su peso corporal, mientras que el 73% no lo logra.

Gráfico N°11:



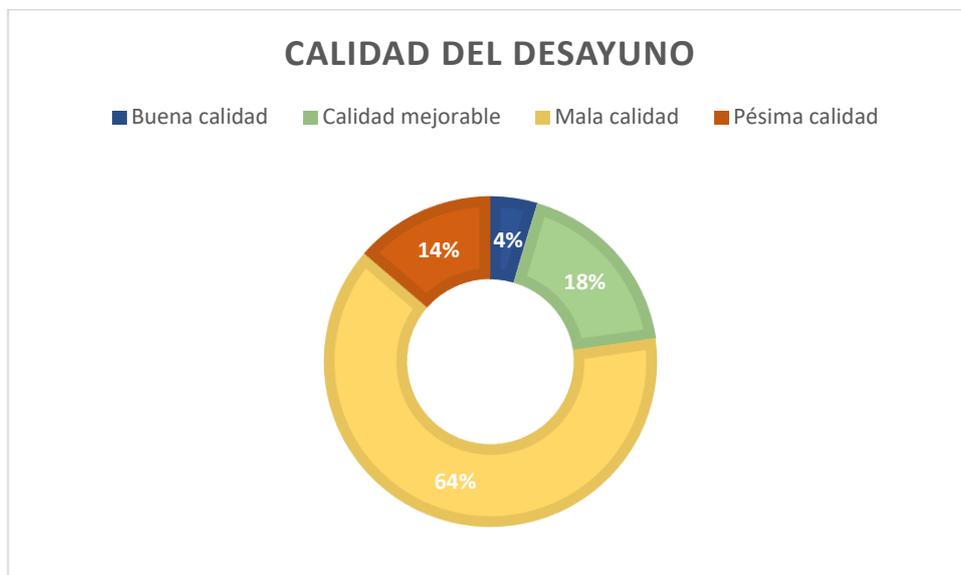
El gráfico n°11 muestra que el 23% de los encuestados cubre la recomendación de desayunar al menos 1 gramo de hidratos de carbono por cada kilogramo de su peso corporal. Y el 77% no lo logra.

Gráfico N°12:



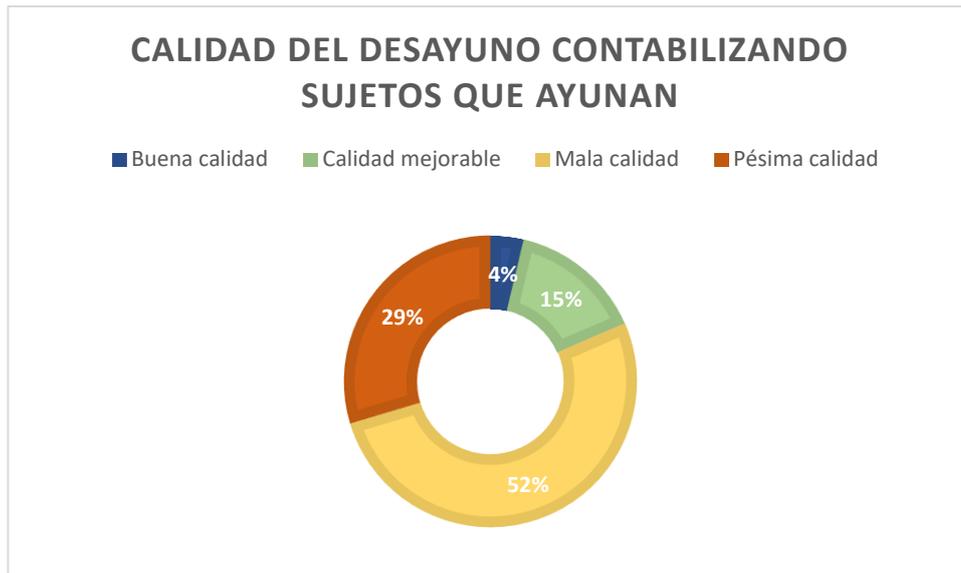
El gráfico n°12 expone que el 50% de los individuos encuestados no superan el 25% del valor calórico total del desayuno. Mientras que el 50% restantes sí cumple.

Gráfico N°13



El gráfico n°13, contando con 22 respuestas, ilustra que el 64% consume un desayuno de mala calidad, el 18% consume un desayuno con calidad mejorable, en un 14% es de pésima calidad y solo un 4% desayuna con calidad (n=1)

Gráfico N°14:



El gráfico n°14 con 27 respuestas ilustra la calidad de desayuno de la totalidad de los encuestados, contabilizando las personas que ayunan. Muestra que el 52% consume un desayuno de mala calidad, el 29% de pésima calidad, el 15% uno de calidad mejorable y el 4% uno de buena calidad.

Conclusión

Al finalizar este trabajo se puede concluir que los sujetos que entrenan en el gimnasio por la mañana no realizan desayunos de calidad antes de entrenar. Tan solo el 4% de las personas encuestadas cumplió con todos los requisitos para realizar un desayuno de buena calidad nutricional. Pero más allá del bajo porcentaje que puntuó óptimamente, resulta preocupante la incidencia de personas cuyo desayuno es de pésima calidad (29%) contabilizando aquellos que no desayunan. Este porcentaje tan alto, no solo preocupa por comprometer el rendimiento y la calidad del entrenamiento subsiguiente, sino también da indicios de una alimentación general precaria en nutrientes. En cuanto a la prevalencia de omisión del desayuno la misma tampoco fue baja, alcanzado el 19% del total encuestado. Las respuestas acerca del motivo por el cual no desayunaban no fue variado, el 60% indicó no tener apetito al despertarse, el 20% expresó no tener tiempo suficiente y el 20% restante indicó realizar ayuno intermitente. De esta forma de concluye que la hipótesis del trabajo fue certera.

Bibliografía

- (1) Ocaña M, Folle R, Saldaña C. Hábitos y conocimientos alimentarios de adolescentes nadadores de rendimiento. 2009; 23: 95-106
- (2) Sánchez-Benito JL, Izard LP. Estudio de los hábitos alimentarios de jóvenes deportistas. 2008; 23(6): 619-629
- (3) Aguirre P. Ricos gordos, flacos pobres: La alimentación en crisis. 1ª ed. Buenos Aires: Capital Intelectual; 2004.
- (4) Karlen G, Masino MV, Fortino MA, Martinelli M. Consumo de desayuno en estudiantes universitarios: hábito, calidad nutricional y su relación con el índice de masa corporal. [Internet].; 28 de noviembre de 2011 [Consultado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v29n137/v29n137a03.pdf>
- (5) OMS. Actividad física. [Internet]. 5 de octubre 2022 [Citado 18 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.
- (6) Giannuzzi P, Mezzani A, Saner H, Björnstad H, Fioretti P, Mendes M et al. Physical activity for primary and secondary prevention. Position paper of the Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology of the European Society of Cardiology. Fisiología. 2003; 10(5): 2-2
- (7) Onzari M. Fundamentos de nutrición en el deporte. 2ª ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2014.
- (8) Todd J. From Milo to Milo: A history of barbells, dumbbells and indian clubs. [Internet].; 1995 [Consultado 2 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235350711_From_Milo_to_Milo_A_History_of_Barbells_Dumbbells_and_Indian_Clubs.
- (9) Tortora, Derrickson. Principios de anatomía y fisiología. 13ª ed. Ciudad de México: Médica Panamericana; 2013.
- (10) Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14ª ed. Filadelfia: Elsevier; 2021.
- (11) Rouvière H, Delmas H. Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional. Vol. 1. 9ª ed. Barcelona: Masson; 1987.
- (12) Blanco A. Química Biológica. 8ª ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2007. López LB,
- (13) Suárez MM. Fundamentos de Nutrición Normal. 2ª ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2017.

- (14) Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press; 2005.
- (15) Diez C, Setton D. Capítulo 22: Nutrición en adolescencia. En: Setton D, Fernández A, García W. Nutrición en Pediatría. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2014. 155-160.
- (16) Lorenzo J. Nutrición del Niño Sano. 1ª ed. Buenos Aires: Corpus; 2015.
- (17) Lanham-New SA, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL. Sport and Exercise Nutrition. 1ª ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011.
- (18) Billsborough S, Mann N. A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans. *Metabolismo*. 2006; 16(2): 129-152.
- (19) Hargreaves M, Costil DL, Fink WJ, King DS, Fielding RA. Effect of pre-exercise carbohydrate feedings on endurance cycling performance. *Carbohidratos*. 1987; 19(1): 33 – 35
- (20) Potgieter S. Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. [Internet]. 2013; 26(1): 6 - 16 [Consultado 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.Overvoedingengezondheid.nl/wp-content/uploads/2015/03/88379-219821-1-PB.pdf>.
- (21) Areta JL, Burke LM, Ross ML, Camera DM, West DWD, Broad EM et Al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. [Internet]. 2013; 591 (9): 2319-2331 [Consultado 2021 octubre 19. Disponible en: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1113/jphysiol.2012.244897>.
- (22) Burke L, Deakin V. Clinical Sport Nutrition. 5ª ed. Sídney: Mc Grawhill; 2015.
- (23) Baynes JW, Dominiczak MH. Bioquímica médica. 5ª ed. Barcelona: Elsevier; 2019.
- (24) Jeukendrup A, Gleeson M. Sport Nutrition. 3ª ed. Champaign: Human Kinetics; 2019.
- (25) Krogh A, Lindhard J, Liljestrand G, Andresen KG. The relative value off at and carbohydrate as sources of muscular energy. [Internet] 1919. [Consultado 21 de agosto de 2022] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1263890/pdf/biochemj01183-0024.pdf>

- (26) McArdle WD. Fisiología del Ejercicio. 8ª ed. Filadelfia: Wolters Kluwer; 2015.
- (27) Bergström J. Diet, Muscle Glycogen and Physical Performance. [Online]. 1967 [Consultado 7 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.1967.tb03720.x>.
- (28) Thomas TD, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. [Internet]. 2016; 116 (3): 501-528 [Consultado 14 de octubre 2021]. Disponible en: <https://jandonline.org/action/showPdf?pii=S2212-2672%2815%2901802-X>.
- (29) Hargreaves M, Costill DL, Fink WJ, King DS, Fielding RA. Effect of pre-exercise carbohydrate feedings on endurance cycling performance. [Internet]. 1987; 19(1): 33-36 [Consultado 7 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3547009/>.
- (30) Currell K, Conway S, Jeukendrup AE. Carbohydrate Ingestion Improves Performance of a New Reliable Test of Soccer Performance. 2009; 19: 34 – 46
- (31) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fats and fatty acids in human nutrition, report of an expert consultation. Roma: FAO; 2010
- (32) Burke LM, Angus DJ, Cox GR, Cummings NK, Febraio MA, Gawthorn K et al. Effect of fat adaptation and carbohydrate restoration on metabolism and performance during prolonged cycling. [Internet]. 2000; 89: 2413-2421 [Consultado 21 de enero de 2023]. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/jappl.2000.89.6.2413>
- (33) Helge JW, Wulff B, Kiens B. Impact of a fat-rich diet on endurance in man: Role of the dietary period. 1998; 30: 456 – 461
- (34) Burke LM, Ross ML, Garvican-Lewis LA, Welvaert M, Heikura IA, Forbes SG et al. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. 2017; 595 (9): 2785-2807
- (35) Haakonssen EC, Ross ML, Knight EJ, Cato LE, Nana A, Wluka AE, et al. The Effects of a Calcium-Rich Pre-Exercise Meal on Biomarkers of Calcium Homeostasis in Competitive Female Cyclists. 2015; 10 (5): 1-16
- (36) Ministerio de Salud de la Nación. Guías Alimentarias para la Población Argentina, Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación; 2020.

- (37) U.S. Department of Agriculture and U.S., Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans 2020-2025. Washington, D.C: USDC; 2020.
- (38) Código Alimentario Argentino Normas para la producción, elaboración y circulación de alimentos de consumo humano en todo el país. Ley 18.284 del 8 de enero de 1953, Decreto 2126/1971 (30 de junio de 1971). Capítulo VIII Alimentos Lácteos (actualizado al 18/01/2023).
- (39) Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Secretaría de Gobierno de Salud. 2º Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Buenos Aires; 2019.
- (40) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dietary protein quality evaluation in human nutrition Report of an expert consultation (FAO Food and Nutrition Paper 92). Roma: FAO; 2013.
- (41) Mahan KL, Raymond JL. Krause Dietoterapia. 14ª ed. Barcelona: Elsevier; 2017.
- (42) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Breakfast: Percentages of Selected Nutrients Contributed by Food and Beverages Consumed at Breakfast, by Gender and Age, What We Eat in America, NHANES 2017-2018. Washington, DC: USDA; 2020.
- (43) Suárez MM, López LB. Alimentación Saludable: Guía práctica para su realización. 1ª ed. Buenos Aires: Hipocrático; 2012
- (44) Universidad Nacional de Luján. Tabla De Composición De Alimentos [Base de datos de internet]. Buenos Aires: UNLU; 2010. [fecha de acceso 24 de enero 2023]. Disponible en: <http://www.unlu.edu.ar/~argenfood/Tablas/Tabla.htm>

Anexos

Anexo I

Modelo encuesta:

Edad Sexo Peso (kg):

¿Desayunas? SI/NO (Si la respuesta es NO): ¿Por qué no desayunas?

¿Cuál es la última comida que ingerís antes de ir al gimnasio?

Desayuno/Almuerzo/Merienda/Cena

En caso de desayunar: ¿Qué desayunaste hoy? Marca las cantidades de alimentos que consumiste ya sea solos o dentro de preparaciones caseras en la lista que se encuentra al otro lado de la hoja.

En caso de no encontrar algún alimento anótalo acá abajo y la cantidad que consumiste.

Anexo II

	Unidades
Leche entera (1 vaso 200cc)	
Leche descremada (1 vaso 200cc)	
Leche vegetal (1 vaso 200cc)	
Yogur entero bebible o firme (1 vaso o pote grande)	
Yogur descrem. Bebible o firme (1 vaso o pote grande)	
Yogur firme/cremoso entero (pote chico)	
Yogur firme/cremoso descrem. (pote chico)	
Queso untable entero (cucharada sopera)	
Queso untable descremado (cucharada sopera)	
Queso cremoso descremado (Porción tamaño cassette)	
Queso cremoso entero (porción tamaño cassette)	
Queso en barra (1 feta)	
Queso en barra magro (1 feta)	
Huevo	
Claros (1 clara 35g)	
Jamón cocido/crudo (1 feta)	
Atún (1 lata)	
Porción de carne (tamaño de la palma de la mano)	
Porción de pechuga de pollo (tamaño de la palma de la mano)	
Proteína en polvo (1 medida/scoop)	
Barra de proteína (1 barra)	
Ganador de peso (1 medida/scoop)	
Pan tipo molde/lactal (1 rodaja)	
Pan mignon (1 mignon)	
Pan Felipe (1 unidad)	

Tostadas comerciales (1 tostada)	
Tostadas de arroz (1 tostada)	
Galletas de arroz (1 galletita)	
Galletitas tipo agua (1 galletita)	
Galletitas dulces (1 galletita)	
Galletitas dulces rellenas (1 galletita)	
Facturas/medialunas (1 factura)	
Biscocho pequeño (1 unidad)	
Biscocho grande (tamaño de la palma de tu mano)	
Cereales de desayuno SIN azúcar (porción a)	
Cereales de desayuno SIN azúcar (porción b)	
Cereales de desayuno con azúcar (porción a)	
Cereales de desayuno con azúcar (porción b)	
Granola (tamaño porción a)	
Granola (tamaño porción b)	
Palta (1/2 palta)	
Fruta chica	
Fruta mediana	
Fruta grande	
Frutos secos (nuez, almendra, avellana, etc. por unidad)	
Semillas (cucharada sopera)	
Manteca (1 rulo o una cucharada de té)	
Manteca light/margarina (1 rulo o una cucharada de té)	
Dulce de leche (cucharada tipo postre)	
Dulce compacto: Batata, membrillo (Porción tamaño cassette)	
Mermelada de frutas con azúcar (cucharada tipo postre)	
Mermelada de frutas sin azúcar (cucharada tipo postre)	

Infusión: Mate cebado o cocido, té, café, etc.	
Azúcar: blanca, rubia, morena, mascabo (cucharada tipo postre)	
Miel (cucharada tipo postre)	
Chocolate en polvo (1 cucharada tipo postre)	
Bebida deportiva: Gatorade, Powerade, Hidromax, etc. (250cc)	
Geles de energía (1 sobre)	

Anexo III

Atlas de alimentos y porciones:



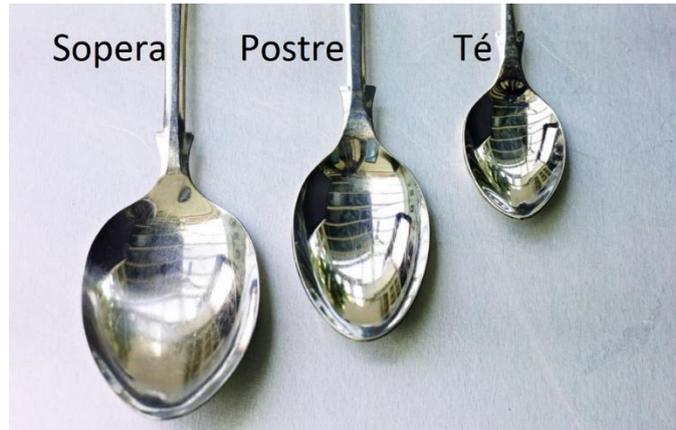
Pote grande y chico



Porción A y porción B



Palma de la mano



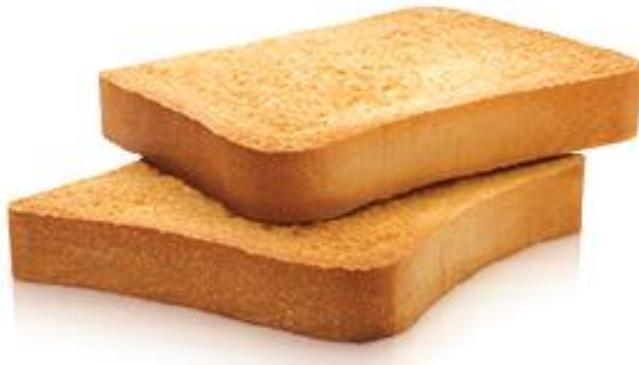
Cucharas



Tostada de arroz



Galleta de arroz



Tostada comercial



Biscocho grande/ Biscocho pequeño



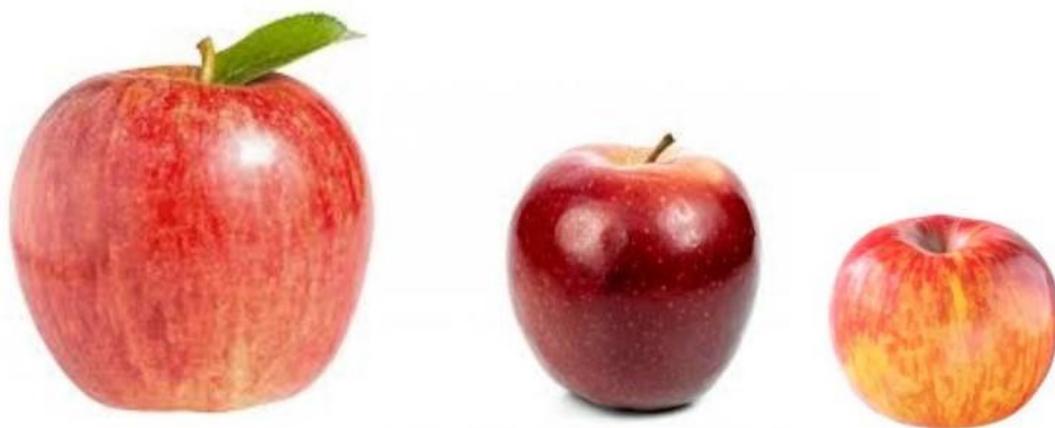
Galletitas dulces, de agua y dulces rellenas



Taza grande o de desayuno (250cc) / Vaso (200cc) / Taza chica (150cc)



Pan Felipe / Pan mignon



Fruta grande, mediana y chica



Porción tamaño "Cassette"

Anexo IV

TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO (por 100 g de alimento en Peso Neto CRUDO)

ALIMENTO	Energía kcal	HC total g	HC ^{dispon.} g	Prot g	Lip g	Fibra g	Na mg	K mg	Ca mg	P mg	Fe mg	Zn mg	Mg mg	B1 mg	B2 mg	Niac mg	Folatos mcg	VIA mcg ARE	VitB12 mcg	VitC mg	VitD UI	VitE mcg
Yogur entero saborizado	89	12	12	4	2.4	0.00	59	172	125	114	0.10	0.440	12.000	0.048	0.183	0.100	8.950	127.000	0.376	*	40.000	0.050
Yogur descremado	43	6	6	4	0.2	0.00	75	177	110	125	0.09	0.370	16.000	0.033	0.159	0.080	8.000	127.000	0.420	*	40.000	0.020
Leche de vaca pasteurizada con A y D	44	5	5	3	1.4	0.00	55	138	120	109	0.08	0.330	11.000	0.040	0.185	0.090	5.000	63.000	0.460	0.000	40.000	0.030
Leche de vaca entera fluida con A y D	57	5	5	3	2.9	0.00	57	137	123	95	0.07	0.330	10.000	0.043	0.181	0.110	5.000	63.000	0.435	0.000	40.000	0.060
Receita	169	4	4	4	12	11.8	0.00	85	106	209	0.38	1.170	11.000	0.013	0.197	0.110	12.100	121.350	0.340	0.000	*	0.110
Queso crema entero estable	245	4	4	7	22.6	0.00	74	148	56	97	0.30	0.500	8.000	0.020	0.200	0.100	13.000	289.000	0.110	0.000	*	0.300
Queso semidescremado estable	104	6	6	12	4.0	0.00	90	202	102	175	0.14	0.370	14.000	0.020	0.620	0.130	12.170	44.650	0.062	0.000	*	0.150
Quesos de Pasta Blanca Promedio	289	2	2	21	22.0	0.00	570	67	452	405	0.83	1.980	21.000	0.039	0.559	0.230	9.555	235.310	1.215	0.000	*	0.210
Quesos de Pasta Semidura Promedio	364	0	0	24	29.6	0.00	732	97	646	476	0.40	3.330	14.000	0.067	0.368	0.150	14.070	235.000	1.000	0.000	*	0.270
Quesos de Pasta Dura Promedio	384	3	3	31	27.2	0.00	998	66	996	698	0.70	2.370	44.000	0.055	0.333	0.150	6.190	90.050	1.030	0.000	28.000	0.230
QUESO PROMEDIO	285	3	3	22	20.7	0.00	597	108	549	439	0.52	2.013	23.250	0.045	0.470	0.165	10.496	151.253	0.827	0.000	7.000	0.215
Huevo de gallina entero crudo	156	0	0	12	11.8	0.00	135	138	56	213	2.53	1.150	12.000	0.200	0.523	0.200	48.880	145.600	1.340	0.000	35.000	0.070
Cerdo promedio / Carpacho	250	0	0	20	18.9	0.00	99	380	2	233	1.39	2.420	27.000	0.584	0.089	11.600	4.000	2.000	0.650	*	*	0.220
CARNES VACUNAS PROMEDIO	170	0	0	20	10.0	0.00	66	321	12	187	2.24	4.697	20.000	0.042	0.156	5.070	4.667	0.000	2.207	0.000	0.000	0.323
CARNES AVE PROMEDIO	116	0	0	21	3.8	0.00	73	270	12	193	1.57	1.900	23.667	0.393	0.207	6.157	13.667	12.000	0.400	0.000	0.000	0.070
PESCADO PROMEDIO	112	0	0	20	3.4	0.00	172	291	26	224	1.35	0.420	45.000	0.096	0.125	7.590	8.333	35.667	2.043	0.000	225.000	0.698
VEGETALES PROMEDIO	201	3	3	17	13.6	0.00	316	207	8	218	6.98	2.420	14.333	0.205	1.757	7.310	132.667	1822.000	29.467	0.000	16.000	0.240
MARISCOS/VALDES PROMEDIO	83	0	0	18	0.9	0.00	157	231	56	215	2.81	1.318	34.500	0.031	0.195	2.530	12.917	40.750	3.805	0.000	76.000	0.273
CARNES PROMEDIO	136	0	0	21	6.0	0.00	121	286	35	208	1.78	2.389	29.556	0.172	0.170	6.155	8.611	23.750	1.958	0.000	75.000	0.364
Jamón cocido	210.8	0	0	20.3	14.4	0.00	1900	107	15	143	7.45	1.97	*	0.887	0.215	5.05	4	0	0.84	0	*	*
Jamón crudo	473.4	0	0	18	44.6	0.00	2940	219	11	152	4.02	2.2	*	0.147	0.223	3.72	5.5	0	1.36	0	*	*
HORTALIZAS A	17	4	2	2	0.2	1.86	51	303	49	46	1.38	0.347	22.000	0.074	0.132	0.688	49.090	108.785	0.002	30.278	0	0.627
HORTALIZAS B	60	11	8	5	1.1	3.19	38	364	37	81	1.48	0.570	32.889	0.138	0.088	0.733	81.290	129.356	0.000	15.981	0.000	0.431
HORTALIZAS C	84	20	17	3	0.5	2.47	23	341	25	80	0.53	0.387	28.333	0.122	0.109	1.667	24.693	28.270	0.000	9.607	0.000	0.113
FRUTAS PROMEDIO	46	13	11	1	0.3	2.15	7	202	21	202	0.34	2.724	11.179	0.044	0.046	0.460	4.060	20.793	0.000	26.248	0.000	0.327
CEREALES PROMEDIO	332	74	68	10	2.1	6.30	206	249	54	218	2.81	2.398	61.250	0.427	0.303	0.460	93.631	84.638	0.100	0.000	0.000	0.185
CEREALES INTEGRALES PROMEDIO	320	73	64	12	1.7	8.68	15	401	17	328	2.62	3.500	125.250	0.575	0.216	4.650	46.125	2.340	2.000	0.000	0.000	0.880
AMASADOS PROMEDIO	296	49	46	8	8.6	3.00	223	170	21	127	2.36	1.112	53.000	0.351	0.163	1.982	116.823	15.530	0.074	0.000	0.000	0.405
LEGUMBRES PROMEDIO	282	61	43	22	2.8	18.23	17	1047	78	349	5.67	3.680	123.000	0.605	0.209	1.983	475.500	3.750	0.000	0.000	0.000	0.050
Porotos de soja	409	30	21	36	19.9	9.30	2	1797	277	704	15.70	4.890	280.000	0.874	0.870	1.620	375.000	0.000	0.000	0.000	*	0.850
Miñaca de soja	401	40	37	29	14.9	9.92	1951	504	187	508	5.35	2.440	56.000	0.330	0.150	3.000	164.570	0.000	0.000	0.000	*	0.230
PANI PROMEDIO	252	52	50	8	2.4	2.63	245	138	22	131	3.16	1.207	24.333	0.904	0.295	2.660	199.867	4.667	0.017	0.000	0.000	0.060
PANI SALVADO PROMEDIO	228	49	41	10	2.9	8.05	320	295	70	219	2.25	1.700	80.000	0.390	0.258	38.500	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.440
Galletitas de harina blanca (de agua)	434	62	60	14	15.5	2.00	323	99	44	174	3.43	2.200	62.000	0.630	0.610	2.400	316.200	0.000	0.000	0.000	*	0.500
Galletitas integrales	411	66	57	11	15.8	9.80	141	182	19	200	2.00	2.200	99.000	0.200	0.100	4.500	28.000	0.000	0.000	0.000	*	0.860
Miñaj de chocolate / Rhodiola	438	71	70	8	14.1	0.70	173	232	157	177	2.17	1.510	39.000	1.607	3.694	16.900	21.600	16.000	5.000	0.000	*	0.220

