

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
LICENCIATURA EN NUTRICIÓN HUMANA

**DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA EN DEPORTISTAS
JUVENILES DE ALTO RENDIMIENTO**

Presenta:

Alfredo Chirino Cruz matr. 2173065204

Fecha de inicio: 01 de junio del 2022.

Fecha de terminación: 01 de febrero del 2023.

Asesor interno: Dr. Luis Ortiz Hernández

Lugar donde se realizó el proyecto:

Laboratorio de Nutrición y Actividad Física, Departamento de
Atención a la Salud

INDICE

1. Introducción.....	3
2. Antecedentes.....	4
3. Objetivos generales y específicos.....	13
4. Metodología.....	14
5. Objetivos y metas alcanzados.....	22
6. Resultados y conclusiones.....	25
7. Recomendaciones.....	28
8. Bibliografía.....	29
9. Anexos.....	34

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se sabe que la deficiencia energética relativa en el deporte (RED-S por sus siglas en inglés) afecta a atletas de ambos sexos en todos los niveles competitivos y de todos los deportes. La disponibilidad energética (DEN) es el resultado de la cantidad de energía de la dieta (ED) menos la energía gastada durante el entrenamiento o el ejercicio (EGE) entre los kilogramos de masa libre de grasa (MLG).

Debido a que una BDEN ha demostrado ser sólida para explicar los marcadores de salud y función subóptima tanto en el laboratorio como en el campo. Una evaluación de DEN pueda servir como herramienta de diagnóstico en la prevención o gestión de RED-S para prevenir deterioros de la tasa metabólica, la función menstrual (en el caso de las mujeres), la salud ósea, la inmunidad, la insuficiente síntesis de proteínas y la salud cardiovascular. Es por eso la importancia de conocer cuál es la disponibilidad energética de deportistas.

En este proyecto se analizó el consumo habitual energético, gasto energético en el entrenamiento y masa libre de grasa de atletas juveniles de alto rendimiento que estaban en concentración en el Comité Olímpico Mexicano. Todo esto con el fin de conocer la frecuencia de baja disponibilidad energética en atletas juveniles de clavados, boxeo y halterofilia de alto rendimiento en México.

2. ANTECEDENTES

Disponibilidad energética

En 2014, el Comité Olímpico Internacional (COI) publicó una declaración de consenso titulada “Más allá de la tríada de atletas femeninas: Deficiencia energética relativa en el deporte (RED-S por sus siglas en inglés)” (Mountjoy, 2018). Hoy en día se sabe que el RED-S afecta a atletas de ambos sexos en todos los niveles competitivos y de todos los deportes. Se ha sugerido que la prevalencia de baja disponibilidad energética (BDEN), es mayor en mujeres que en hombres, aunque se desconocen las diferencias precisas (Loucks, 2007). El COI define a RED-S como un mal funcionamiento fisiológico causado principalmente por una BDEN, deterioros de la tasa metabólica, la función menstrual (en el caso de las mujeres), la salud ósea, la inmunidad, la síntesis de proteínas y la salud cardiovascular, estos son otros factores que pueden agravar RED-S, por lo cual la DEN es de mucha relevancia a la hora de evaluar el rendimiento de cada deportista y prevenir o tratar los efectos negativos de la RED-S.

La DEN se utiliza para estudiar la cantidad de energía disponible que va a satisfacer las demandas fisiológicas y físicas de personas durante una actividad física. La energía gastada durante el entrenamiento o el ejercicio (EGE) se calcula como la energía adicional gastada durante la sesión de ejercicio.

La disponibilidad energética (DEN) es el resultado de la cantidad de energía de la dieta (ED) menos la energía gastada durante el entrenamiento o el ejercicio (EGE) entre los kilogramos de masa libre de grasa (MLG) (Mountjoy, 2018). Es decir:

$$\text{DEN, kcal/kg} = (\text{ED, kcal} - \text{EGE, kcal}) / \text{MLG, kg}$$

Se ha demostrado que en atletas femeninas una DEN óptima para una función fisiológica saludable generalmente se logra con 45 kcal/kg MLG/día (Loucks & Thuma, 2003).

Muchos de los sistemas corporales se perturban sustancialmente con una DEN < 30 kcal/kg MLG/día, debido a que una BDEN ha demostrado ser sólida para explicar los marcadores de salud y función subóptima tanto en el laboratorio como en el campo

(Mountjoy, 2018). Una evaluación de DEN pueda servir como herramienta de diagnóstico en la prevención o gestión de RED-S.

Alteraciones fisiológicas asociadas a BDEN

Se ha visto que el sistema endocrino se ve afectado por la RED-S, algunos de los ejemplos más comunes son alteraciones en la función tiroidea y del apetito, disminuye la insulina y aumenta la resistencia a la hormona del crecimiento. Es probable que ocurran cambios hormonales para conservar energía para funciones corporales más importantes o para usar las reservas de energía del cuerpo para procesos vitales (Jasienska, 2003; Wade & Jones, 2004).

La duración y la gravedad de la BDEN necesaria para crear dichas perturbaciones tampoco están claras, pero, Williams, et al. (2015) en su estudio encontraron que la frecuencia de los trastornos menstruales se vio afectada por la magnitud del déficit de energía en comparación con las necesidades iniciales. Mientras tanto, Reed et al. (2015) en su estudio informaron que la DEN fue menor en atletas amenorreicas en comparación con atletas eumenorreicas (media de 30,9 frente a 36,9 kcal/kg MLG/día).

Está establecido que la BDEN contribuye a la salud ósea deteriorada en los atletas, particularmente en las mujeres. Se ha demostrado prospectivamente que la BDEN a corto plazo (a través de la dieta y el ejercicio) afecta negativamente a los marcadores de recambio óseo en mujeres y algunos hombres (Ihle & Loucks, 2004; Papageorgiou, Elliott-Sale, et al., 2017). Las poblaciones deportivas femeninas y masculinas específicas tienen un mayor riesgo de una densidad mineral ósea (DMO) más baja, incluidos los jinetes, corredores, nadadores y ciclistas (Barrack et al., 2008, 2017; Wilson et al., 2014, 2015).

Se ha informado de un retraso del crecimiento lineal en varios estudios de adolescentes masculinos y femeninos con anorexia nerviosa severa, con estudios que demuestran un crecimiento de recuperación parcial, pero no siempre completo, después de la recuperación (Lantzouni et al., 2002; Modan-Moses et al., 2003, 2012).

En el estado de la BDEN más grave de anorexia nerviosa, pueden ocurrir cambios cardiovasculares significativos, que incluyen anomalías valvulares, derrame pericárdico, bradicardia grave, hipotensión y arritmias (Spaulding-Barclay et al., 2016).

Hablando a nivel gastrointestinal, los efectos negativos de una BDEN podrían ser función alterada del esfínter, retraso en el vaciamiento gástrico, estreñimiento y aumento del tiempo de tránsito intestinal. En un estudio, Melín et al. (2014) midieron la EA y desarrollaron el Cuestionario de baja disponibilidad de energía entre atletas femeninas (BDENF-Q), los cuales encontraron una correlación negativa con la EA y los síntomas gastrointestinales en atletas de élite suecos y daneses. Fueron respaldados estos datos 4 años después por Ackerman et al., 2018 en un estudio hecho a atletas estadounidenses quienes también informaron una mayor incidencia de pérdida de heces y estreñimiento.

El sistema inmunológico también se ve afectado, en estudios realizados por Shimizu et al., 2012 y Drew et al., 2017, 2018, se vio una relación entre una BDEN y una mayor probabilidad de enfermedades (incluidas las del tracto respiratorio superior y el tracto gastrointestinal), dolores corporales y síntomas relacionados con la cabeza

Gasto de energía

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1998), define el gasto energético total (GET) como “el nivel de energía necesario para mantener el equilibrio entre el consumo y el gasto energético, cuando el individuo presenta peso, composición corporal y actividad física compatibles con un buen estado de salud, debiéndose hacer ajustes para individuos con diferentes estados fisiológicos como crecimiento, gestación, lactancia y envejecimiento”.

El gasto energético basal (GEB) también denominado tasa metabólica basal (TMB), representa la integración de la actividad mínima de todos los tejidos del cuerpo en condiciones de equilibrio. El GEB constituye del 60 al 70% del GET en la mayoría de los adultos sedentarios, en tanto, en los individuos físicamente muy activos es de aproximadamente el 50% (Vargas, 2011).

Margus-Levy en 1899 introdujo el término metabolismo basal y estableció que su medición debería efectuarse en las siguientes condiciones: sujeto totalmente descansado antes y durante las mediciones, acostado, en estado de vigilia, en ayuno de 10-12 horas, en condiciones controladas de temperatura (22-26 C°), en ausencia de infección y libre de estrés emocional (Vargas, 2011).

El metabolismo basal expresado como TMB, es diferente a la tasa metabólica en reposo (TMR) al gasto energético en reposo (GER). El GER se obtiene cuando la determinación se hace en reposo y en las condiciones descritas para la TMB pero no en ayuno.

El gasto energético por actividad física es muy variable entre individuos y puede cambiar día a día. En personas sedentarias, sólo una tercera parte se gasta en AF. En individuos muy activos, el GET puede elevarse hasta el doble de la TMB; el gasto puede ser aún mayor en algunos atletas y en quienes realizan trabajos pesados (Vargas, 2011).

Calorimetría

Los componentes del GE, es decir el metabolismo basal y el gasto que requiere cualquier AF, se pueden determinar por calorimetría, la cual puede ser directa o indirecta.

Calorimetría directa. El GET puede determinarse por la medición de la cantidad de calor producida por el organismo. Este procedimiento se realiza en cámaras herméticas con paredes aislantes, en donde se confina al sujeto y se registra el calor almacenado y el perdido por radiación, convección y evaporación; se precisa un mínimo de seis horas para estabilizar el sistema; el método más conocido es la cámara de Atwater. Como se puede deducir, es un método complejo y difícil de realizar en la práctica, por lo tanto, su uso ha sido de carácter investigativo o para valorar métodos indirectos (Mataix, 2006).

Calorimetría indirecta. La calorimetría indirecta (CI) es un método no invasivo que permite estimar la producción de energía equivalente a la TMB y la tasa de oxidación de los sustratos energéticos (Lawrence C, 2004). La denominación de indirecta señala que

el gasto metabólico se determina por medio de los equivalentes calóricos del oxígeno (O₂) consumido y del dióxido de carbono (CO₂) producido, cuyas cantidades difieren según el sustrato energético que esté siendo utilizado (Vargas, M. 2011). Si se admite que todo el O₂ consumido se utiliza para oxidar los sustratos energéticos (proteínas, carbohidratos y lípidos) y, que todo el CO₂ producido se elimina por la respiración, es posible calcular la energía total producida por los nutrientes (Esteves, 2008).

La CI se basa en el principio del intercambio de gases; la respiración en un calorímetro produce depleción de O₂ y acumulación de CO₂ en la cámara de aire. El GE se calcula usando el consumo de O₂, la producción de CO₂ y la producción de nitrógeno urinario con la ecuación de Weir. Esta relación también provee información acerca del sustrato nutricional utilizado para la energía metabólica (Seale, 1995).

El cociente respiratorio es la relación que existe entre la producción de CO₂ y el consumo de O₂; tiene un valor de 1,0 para la oxidación de carbohidratos, de 0.81 para la proteína y de 0.71 para la grasa (Patiño, 2006).

Composición corporal

La composición de un organismo refleja la acumulación neta de nutrientes y de otros sustratos adquiridos del medio ambiente y retenidos por el cuerpo. Los componentes que van desde elementos hasta tejidos y órganos son las estructuras que conforman la masa y la función de todos los seres vivos.

El cuerpo puede dividirse en compartimentos. El primer modelo lo conforman dos compartimentos, la masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLB). El modelo de 4 compartimentos es la MG y la MLG, la cual se subdivide en músculo esqueleto, hueso y otros tejidos como vísceras (Pietrobelli, 2001) (figura 1).

Figura 1. Compartimentos principales del modelo de dos y cuatro compartimentos.

masa grasa (MG)	Masa grasa (MG)
Masa libre de grasa (MLB)	Musculo esqueleto
	Hueso
	Otros tejidos (visceras)

Masa Grasa. La grasa es un componente del cuerpo humano que se acumula en forma de tejido graso o adiposo. En la actualidad se reconoce que el tejido adiposo (TA), es la reserva de lípidos. La distinción entre grasa y TA en el lenguaje corriente es normalmente irrelevante, y los términos se usan indistintamente (Perez, 2010).

La MG tiene relación con el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), en particular con las enfermedades cardiovasculares degenerativas (Farias de Novaes, 2012) y la hipertensión arterial (Zhang, 2012). La grasa intraabdominal parece estar más asociada al riesgo que la grasa total (Takami, 2001) y al aumento de la resistencia a la insulina (Amati., 2012).

El *Adult Panel Treatment* -ATP III, definió la obesidad central cuando el valor del perímetro es superior a 102 cm en hombres y a 88 cm en mujeres. La Federación Internacional de Diabetes (FID) propuso valores para definir la obesidad central en diferentes grupos étnicos y recomendó que para Latinoamérica se aplicarán a los hombres, mayor o igual a 90 cm y mujeres, mayor o igual a 80 cm. El Consenso Colombiano de Síndrome Metabólico acogió estos valores (Vargas, 2011).

Sin embargo, hay escenarios en los que el atleta mejorara su salud y rendimiento al reducir el peso o grasa corporal como parte de una estrategia periodizada. En otros deportes, en los que el atleta debe mover su propia masa corporal o competir dentro de las divisiones de peso, es importante optimizar la relación potencia/peso en lugar de la potencia absoluta (Stellingwerff, 2011).

Por lo tanto, algunos atletas de potencia también desean lograr niveles bajos de grasa corporal. Otros atletas se esfuerzan por mantener una masa corporal baja y/o nivel de grasa corporal para ventajas separadas.

Masa Muscular. La hipertrofia muscular es el incremento de volumen del tejido muscular debido al aumento en el número y tamaño de los elementos contráctiles (filamentos de actina y miosina), lo que se conoce como hipertrofia sarcomérica, o bien debido al aumento de los elementos no contráctiles (colágeno, orgánulos, líquido sarcoplasmático), lo que se conoce como hipertrofia sarcoplasmática (Schoenfeld, 2010).

La evidencia científica muestra la importancia de la nutrición en la hipertrofia muscular, especialmente con el objetivo de lograr un balance energético positivo entre la ingesta energética y el consumo de energía, siempre y cuando haya una buena ingesta de proteínas, ya que las restricciones calóricas producen un estado de catabolismo muscular (Borrueal, 2020).

Algunos atletas buscan ganar tamaño y fuerza absoluta. En los deportes que involucran fuerza y potencia, los atletas se esfuerzan por ganar masa muscular o masa libre de grasa a través de un programa de hipertrofia muscular en momentos específicos del macrociclo anual.

En las proteínas parece haber un cierto consenso, siendo necesarias de 1.4 a 2.0 g/kg/día cuando se acompaña de ejercicio contra resistencia, ya que para ganar masa muscular se ha de estar en un equilibrio nitrogenado positivo y para ello la síntesis de proteína debe superar a la degradación (Jäger, 2017).

Los factores condicionantes de la composición corporal son:

1. *Factores genéticos.* La evidencia acumulada en años recientes sugiere que la grasa corporal total y su distribución topográfica, la densidad de la masa ósea y la MLG están afectadas significativamente por la herencia (Druet, 2008). Sin embargo, no se deben descartar los factores ambientales, especialmente el estilo de vida y los hábitos alimentarios.

2. *Edad.* Al considerar los cambios por edad, éstos pueden dividirse en tres fases: crecimiento y desarrollo, madurez y senectud. Desde el nacimiento, la acumulación de grasa progresa rápidamente, la cual se empieza a disminuir llegando a cantidades mínimas hacia los siete años de edad; luego se presenta el rebote de adiposidad, como preparación para los cambios de la adolescencia y con el avance en la edad, la grasa

corporal aumenta especialmente en la región abdominal. El músculo esquelético representa del 22 al 25% de la masa corporal total de un neonato y entre el 30 y el 45% del peso de los adultos (Correa, 2005).

3. *Actividad física.* Favorece a largo plazo el desarrollo muscular durante el crecimiento, contribuye al incremento de la densidad mineral ósea y del diámetro de los huesos porque ayuda a mejorar la mineralización y a disminuir la resorción ósea; además, es un factor importante para prevenir la acumulación anormal de tejido graso.

4. *Alimentación, estado nutricional y de salud.* Para que exista un buen desarrollo de los componentes del peso corporal, es necesario que el organismo esté en buenas condiciones de nutrición y salud. El desequilibrio entre el consumo de alimentos y los requerimientos bien sea por déficit o por exceso, tiene consecuencias en el desarrollo de los componentes corporales.

5. *Factores hormonales.* Las hormonas ejercen los mayores efectos determinantes en la composición corporal, bien sea en forma aislada o por combinación entre ellas o con otros factores condicionantes. Las de mayor influencia son los esteroides sexuales femeninos y la testosterona. Los primeros contribuyen al mayor desarrollo graso durante la adolescencia. La testosterona, acelera el crecimiento lineal, el aumento de la masa muscular y la densidad de la masa ósea (Restrepo, 2000).

6. *Estatura.* Es un factor que condiciona directamente la cantidad de MLG, debido a que se relaciona con la cantidad de masa muscular y de masa ósea (Restrepo, 2000).

Métodos doblemente indirectos para medir la composición corporal

Impedancia bioeléctrica (Bioelectrical impedance analysis, BIA). Es uno de los métodos utilizados para determinar la composición corporal, se basa en la naturaleza de la conducción de la corriente eléctrica a través de tejidos biológicos. Es seguro, de fácil aplicación, rápido, no invasivo, de bajo costo y de buena precisión (Casanova, 1999).

La impedancia es la resistencia al flujo de una corriente alterna, es baja en el tejido magro donde se encuentran principalmente los líquidos intracelulares y los electrolitos y alta, en los tejidos graso y óseo (Bosy-Westphal, 2005).

Antropometría. Es un método ampliamente utilizado en la evaluación nutricional como un indicador de la composición corporal. Los parámetros antropométricos más utilizados son: peso, talla, pliegues cutáneos, circunferencias o perímetros y diámetros óseos. Por medio de estas mediciones y con la aplicación de ecuaciones, es posible obtener diferentes indicadores de la composición corporal y del estado nutricional del individuo: índice de masa corporal, porcentaje de grasa, porcentaje de MLG, peso óseo y peso muscular, entre otros (Kyle, 2003).

La MG se estima a partir de la sumatoria de los pliegues cutáneos y la MLG por diferencia con el peso corporal total. El porcentaje de grasa corporal se determina utilizando ecuaciones propuestas por diversos autores.

Es importante evaluar la obesidad abdominal, la cual se relaciona con la obesidad visceral, por esta razón, se debe medir el perímetro de la cintura. La OMS recomienda tomarlo en el punto medio entre el borde inferior de la última costilla y el borde superior de la cresta ilíaca.

3. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo general

Conocer la frecuencia de baja disponibilidad energética en atletas juveniles de clavados, boxeo y halterofilia de alto rendimiento en México.

Objetivos específicos

- Conocer gasto energético en entrenamiento por medio de calorimetría indirecta.
- Conocer la masa libre de grasa por medio de bioimpedancia.
- Conocer consumo energético por medio de la dieta habitual.
- Analizar si existe relación de la baja disponibilidad con el sexo, la edad, tiempo practicando el deporte y tiempo compitiendo.

4. METODOLOGÍA UTILIZADA

Actividades de servicio

Una vez que el paciente llegaba a su cita, se indagaba y preguntaba cual o cuales eran los motivos por los que acudía a consulta, si tenían experiencia previa con un profesional y/o plan alimenticio “dieta”, cuales habían sido sus resultados y observaciones de las mismas. También se obtenía información acerca de sus hábitos alimenticios (frecuencia de los tiempos de comida, las actividades que realizaba y que tipo de alimentos eran más frecuentes en un día cotidiano). Un punto importante era saber si el paciente tenía intolerancia o alergia a algún alimento. Esto por seguridad del paciente y para saber la forma en que se podría empezar a trabajar. La consulta estaba enfocada a los intereses y metas de cada paciente, siendo un método de trabajo personalizado, siempre priorizando que estas metas no perjudicaran su salud. La información brindada al paciente podía ser acompañada con material visual para facilitar su comprensión. Además, en todo momento se les resolvían dudas o inquietudes. En todas las consultas el primer punto a tratar siempre fue el cambio de hábitos alimenticios, cuando este era necesario. Buscando así que el paciente no abandonara el plan alimenticio y no fomentar conductas no deseadas al solo proporcionar una “dieta”.

Antes de finalizar la consulta se media la estatura, peso y se realizaba bioimpedancia eléctrica con equipo INBODY (modelo 370S). De acuerdo a la valoración de hábitos alimenticios del paciente se calendarizaban las consultas de seguimiento, pudiendo ser una vez por semana, cada 15 días o una vez al mes.

En las consultas subsecuentes tras haber mejorado los hábitos alimenticios se realizaban ejercicios que facilitaran la comprensión del sistema de equivalentes para posteriormente iniciar un plan alimenticio (en caso de que fuera pertinente).

Finalmente, si el paciente lograba su meta inicial se otorgaba el alta. Si la meta cambiaba durante el proceso o no se había llegado a la misma, se daban recomendaciones para el nuevo plan.

Proyecto específico: evaluación de atletas juveniles

Se realizó una evaluación a atletas juveniles que estuvieron en concentración en el Comité Olímpico Mexicano (COM) entre el 24 de octubre al 18 de noviembre del 2022. Del total de participantes (N=58), 14 eran atletas de clavados, 24 de halterofilia y 20 de boxeo.

Se excluyeron a 11 atletas del estudio. De los cuales, 3 recordatorios de dieta habitual eran inverosímiles. Dentro de estos tres casos, en uno de ellos con 10,583.6325 kcal en su consumo por lo cual supero las 2 desviaciones estándar. En los otros dos porque su consumo estimado era demasiado bajo con 780.87 y 784.89 kcal y utilizando como criterio la ecuación de Goldberg fueron descartados. Este criterio indica que, el consumo estimado no puede ser menor a 1.3 veces la tasa metabólica basal. Se utilizaron los valores obtenidos en calorimetría indirecta para calcular la tasa metabólica basal (ver más adelante).

Por último, se eliminaron 8 atletas por no contar con cálculo del gasto energético en entrenamiento. La muestra final con todos los datos consistió en un total de 47 atletas.

Consentimiento informado. En un principio se les explico para que se usó esta información y que fue confidencial. En este consentimiento se les explicó a los atletas como a sus tutores los diferentes tipos de procedimientos que se les aplicaron. Los tutores (los entrenadores) así como los atletas leyeron y firmaron dicho consentimiento (Anexo).

Antropometría

Estatura. Se midió la estatura con un estadiómetro marca seca (modelo 213). Se colocó al atleta de pie, descalzo, con los talones pegados entre sí y las puntas ligeramente hacia afuera, la espalda y los talones pegados a la pared. En caso de que los atletas no pudieran pegar su cuerpo al estadiómetro, se les pedía que lo pegaran lo más que le permitieran sus caderas. Los brazos debían colgar libre y naturalmente a los costados del cuerpo. Mantuvo la cabeza en el "plano de Frankfort", es decir, la línea horizontal

imaginaria que sale del orificio del oído a la órbita del ojo. Se le pidió al atleta que inhalara para compensar el acortamiento de los discos intervertebrales y en ese momento se midió la estatura sin ejercer mucha presión sobre la cabeza del atleta.

Peso. Se colocó al atleta de pie en el centro de la báscula marca seca (modelo 813). En todo momento debía tener la mirada al frente y la base de sus pies a la altura de sus hombros con los brazos relajados. Al momento de medir el peso, el atleta llevaba la menor cantidad de ropa posible, descalzo y en ayunas.

Bioimpedancia eléctrica. Se les pidió a los atletas estar en ayunas, y sin ningún artefacto metálico como pulseras, aretes, cadenas, etc. Se realizó la evaluación de bioimpedancia eléctrica con un equipo Inbody (modelo In-body S10). Siguiendo las indicaciones del fabricante y para mejorar la conductividad eléctrica, los participantes limpiaron las áreas que tendrían contacto con los electrodos utilizando toallas húmedas electro conductoras (inbody tissue). Los electrodos fueron colocados en las manos (dedo pulgar y medio) y tobillos. En este estudio se obtuvo la masa libre de grasa.

Medición de gasto energético en reposo

Para realizar esta prueba, antes se llevaron a cabo ciertas recomendaciones. El equipo que se utilizó para la prueba se esterilizó antes y después de cada atleta. La persona debía tener las siguientes condiciones antes de la prueba:

- Estar en ayunas.
- No haber consumido café o bebidas alcohólicas el día anterior.
- No fumar un día antes.
- Realizar ejercicio de intensidad baja o no realizar ejercicio un día antes.

El gasto energético en reposo fue evaluado por medio de calorimetría indirecta con un analizador de gases (Modelo PNO \bar{E}) y un monitor de frecuencia cardiaca (Polar Electro, modelo H10).

El protocolo consistía primero que la/el atleta se colocara el monitor cardiaco por debajo de los pectorales y en contacto con la piel. Se le colocó la mascarilla verificando que no

hubiera una fuga de aire. Se acostaba boca arriba al atleta sin cruzar las piernas, en una cama. El cuarto tenía que estar en condiciones termoneutrales. Los primeros 3 min acostados o etapa 0 era tiempo para que el/la atleta relajara y bajaran sus pulsaciones cardiacas. Los siguientes 3 min se registran como la etapa 1. Pasando esos 3 minutos, se le pidió al atleta que se sentara lentamente y con el menos esfuerzo posible. Se volvió a medir 3 min. Se registraron como lecturas sentado. Al pasar los 3 minutos se le pidió que se pusiera de pie lentamente. Por último, se volvió a tomar lecturas en esos últimos 3 minutos parado y con eso terminaba la prueba.

Una vez terminada la prueba se les mandaba a desayunar al comedor del COM para que posteriormente (2 horas aproximadamente) se les realizara la prueba de capacidad respiratoria.

Prueba de capacidad respiratoria

Antes de realizar las pruebas se evaluó la presión sanguínea y frecuencia cardiaca del atleta mientras éste estaba en reposo y después cuando se mantenía de pie con un baumanómetro digital (Omron® modelo HEM 705 IT, Kioto, Japón). Posteriormente, con ayuda de su entrenador, los adolescentes llevaron a cabo un calentamiento y estiramiento de 5 minutos de duración. Se ocupó una caminadora del gimnasio del COM.

El protocolo consistió en varias etapas. La etapa 0 constó de 2 minutos en que la o el atleta comenzó caminando si era mujer a una velocidad de 4km/h si era hombre a una velocidad de 6 km/h. En la etapa 1 la velocidad subió 4 km/h para ambos sexos y esta etapa duro 3 minutos. Después cada 3 minutos cambio de etapa y subió la velocidad 4 km/h hasta que el atleta ya no pudo seguir corriendo e indico que la prueba había finalizado. Por último, se les dio 3 minutos de enfriamiento el cual consistió en caminata a la misma velocidad que en la etapa 0. Posteriormente se bajó de la caminadora y se retiró todo el equipo.

A partir de los valores de Vo_2 , Co_2 y frecuencia cardiaca de esta prueba se desarrolló ecuaciones para predecir los dos primeros a partir de la última. Es decir, para cada

atleta se estimaron dos ecuaciones de regresión lineal en las que la variable independiente era la frecuencia cardiaca y las variables dependientes eran Vo2 y Co2.

Medición de gasto de energía en entrenamiento

Se evaluó la frecuencia cardiaca durante una sesión de entrenamiento con monitores de frecuencia cardiaca marca Polar (modelos sensor OH1, relojes Ignite 1 y RS-400 y bandas H10 y H9).

A partir de la frecuencia cardiaca durante el entrenamiento, se estimó el VO2 y VCO2 utilizando las ecuaciones desarrolladas en la etapa previa. Con el Vo2 y el Co2 estimados se calculó el gasto energético con la ecuación abreviada de Weir:

$$\text{Gasto energetico en reposo} = [3.9(\text{Vo}_2) + 1.1(\text{Vco}_2)] \cdot 1.44$$

Se utilizó esta ecuación abreviada ya que la diferencia entre esta y la ecuación normal o completa es de menos del 2%, es decir, una diferencia no sustancial entre una y otra.

Consumo de energía habitual

Se realizaron entrevistas para conocer la dieta habitual de los atletas un mes previo a la realización del estudio. Se indagó sobre la alimentación el día que realizaban entrenamientos y el día que no los realizaban. Los evaluadores fueron previamente capacitados sobre técnicas de entrevista.

Primero se estableció el rapport, este es un término que se usa para describir la relación personal de confianza entre el encuestador y el sujeto. Y es muy importante ya que de esto dependerá si la persona accede o no a dar la entrevista. Se logra mediante la presentación del encuestador, diciendo su nombre y de que institución viene. También se le explica con qué fin se recaban estos datos, que serán confidenciales y específicamente con fines científicos.

Se estimuló la memoria “siguiendo” las actividades que el atleta realizó y los lugares en los que estuvo. Por ejemplo, se le empezó preguntando a qué hora despertaba. Posteriormente se le preguntaba qué actividades realizaba enseguida y si entre estas

bebía o comía algún alimento. Si contestaba que no, se repetía la dinámica de preguntar la actividad o las actividades que realizaba en seguida y si entre ellas comía o bebía algún alimento, hasta que respondiera si o mencionara que realizaba el desayuno, la comida o la cena (comidas principales), dependiendo el momento del día que estábamos recordando. Si había momentos en que el atleta consumiera alguna bebida o comida entre las comidas principales se anotaba como colación.

Se le pidió al entrevistado que recordara qué platillos comió y cómo los preparo o en su defecto, que ingredientes podía notar a simple vista en caso de no haberlos preparado el mismo.

Se mantuvo una actitud neutral, es decir, durante la entrevista el entrevistador no hizo comentarios o expresiones corporales que juzgaran las respuestas del atleta. Por ejemplo, consumos inusuales, si un atleta consume habitualmente 6 huevos diarios en la cena más su proteína, el entrevistador debe evitar comentarios como “ay dios mío” o “todo eso” o hacer gestos de sorprendido o de desaprobación como alzar las cejas y abrir los ojos. Otro escenario de un consumo inusual es consumir poca cantidad de energía, por ejemplo, si un atleta consume en el desayuno un pan y una coca cola. El entrevistador no debe hacer comentarios como “nada más eso” o “ay es bien poquito” y tampoco hacer gestos de sorprendido o de desaprobación.

En todo momento se evitó inducir respuestas, como, afirmar que se utilizó cierto ingrediente en la preparación de algún alimento, como azúcar o crema para el café. Otro ejemplo fue evitar firmar que utilizo un producto light o entero.

La indagación de respuesta se utilizó cuando la información a una respuesta fue incompleta o superficial respecto a lo que se pretendía obtener. En esos casos se utilizaban preguntas abiertas, ya que se buscaba saber de propia voz del atleta que alimento comía o bebía. Por el contrario, se evitaba utilizar preguntas cerradas, que tuvieran respuestas de si o no.

Para cuantificar y cualificar el consumo se utilizaron preguntas como:

- ¿Como preparo el platillo?
- ¿Qué ingredientes ocupo?

- ¿Algo más que utilizara demás de lo ya mencionado?
- ¿Acompañó con algo más los alimentos que acaba de mencionar?

Además, se utilizaron una taza medidora, una cuchara sopera y una cafetera como unidades de medida para que el atleta pudiera dar una respuesta más precisa sobre la cantidad que ingería de cada alimento.

Cuando se está estimulando la memoria de la persona es muy común que las personas se desvíen del tema de la entrevista. Por lo que es importante saber recentrar a la persona.

Estimación del consumo de energía y nutrimentos

La información que fue registrada en las entrevistas de dieta habitual fue analizada con el *Automated Self-Administered (ASA 24)* versión (2020), desarrollada por el Instituto Nacional del Cáncer, Bethesda. MD. En esta plataforma se creó un usuario con correo y contraseña. Dentro de este perfil se creó el estudio llamado COM-UAMX el 1 de diciembre del 2022. Se agregó a 60 participantes (atletas) y a cada uno se le asignó un nombre de usuario y contraseña. Por cada participante se agregó 2 días de registro (día de entrenamiento y día de no entrenamiento). Para empezar un registro, se creó el nombre de usuario y contraseña del atleta que se quería registrar. Después se escribió el tiempo de comida y la hora en que se realizó. Posteriormente se capturaron los alimentos, ingrediente por ingrediente. Estos ingredientes se buscaron en una barra de búsqueda dentro de la misma plataforma. Ya que se encontró el alimento, se seleccionó y se guardó. Una vez terminado y registrados todos los ingredientes o alimentos de ese tiempo de comida, se prosiguió a registrar el siguiente tiempo de comida y la hora en que se realizó. Se repitió el proceso de registro con el nuevo tiempo de comida, así sucesivamente hasta llegar al último tiempo de comida del día. Ya registrados todos los alimentos y tiempos de comida de un día, se continuó por agregar los detalles de cada alimento, es decir, la cantidad que se ingirió de este alimento y el tipo de preparación que se le dio, frito, a la plancha, cocido, etc. Se repitió este proceso con cada registro y cada atleta.

El ASA 24 contiene una gran variedad de alimentos para buscar y guardar en los registros. Incluyendo alimentos que son consumidos en México. Algunos alimentos que refirieron los atletas que consumieron no se encontraban con el nombre popular con el que se les conoce en México, por lo que en la tabla 1 se muestra el término utilizado en el ASA 24. La plataforma ASA 24 utiliza la *Food and Nutrient Database for Dietary Studies* (FNDDS) del *US Department of Agriculture* (USDA) (McNutt, 2009) para el cálculo del consumo de energía y nutrimentos.

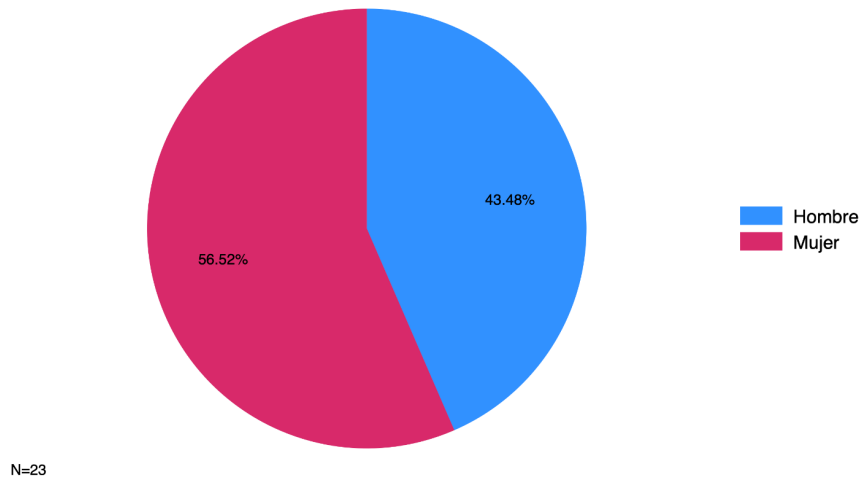
Tabla 1. Alimentos encontrados con otro nombre o similar.

Alimento referido	Alimento en ASA 24
Galletas María	Marie biscuit
Galletas de animalitos	Galletitas en forma de animales
Milanesa (arrachera, res, pollo)	Filete (bife)
Queso amarillo	Queso americano
Bolillo	Bolillo mexicano
Tortilla (harina, maíz)	Tortilla
Zucaritas	Frosted flakes
Choco krispis	Cocoa crispies
Plátano	Banana
Hot cakes	Panqueques
Concha	Pan dulce o pan dulce mexicano
Sabritas (normales o varios sabores)	Papitas fritas de empaque
Jitomate	Tomate rojo
Gelatina	Jelly-o
Queso panela	Queso fresco

5. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS

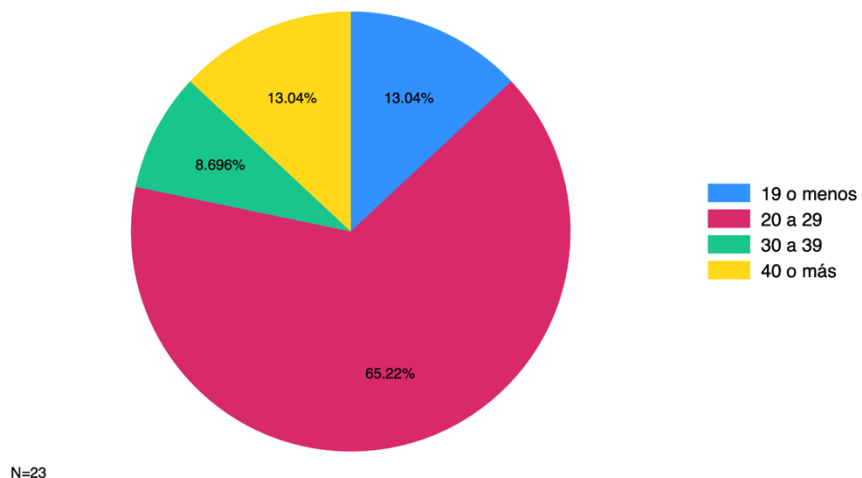
Durante el proyecto de los consultorios de nutrición se atendió un total de 23 pacientes de los cuales la mayoría fueron mujeres. (Grafica 1).

Gráfico 1. Distribución de pacientes por sexo



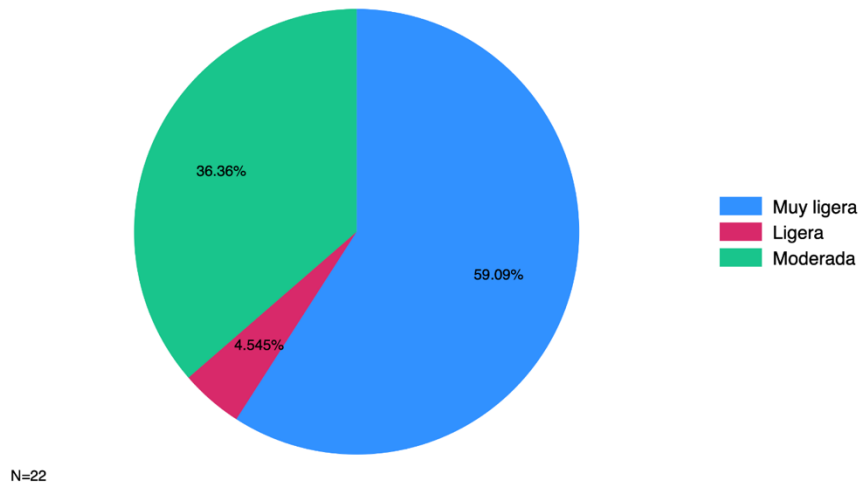
La edad de la población atendida fue mayormente de 20 a 29 años. Después empatados fueron pacientes con 19 años o menos y 40 o más. Por último, el grupo más pequeño fueron pacientes entre 30 y 39 años (Grafica 2).

Gráfico 2. Distribución de pacientes por edad



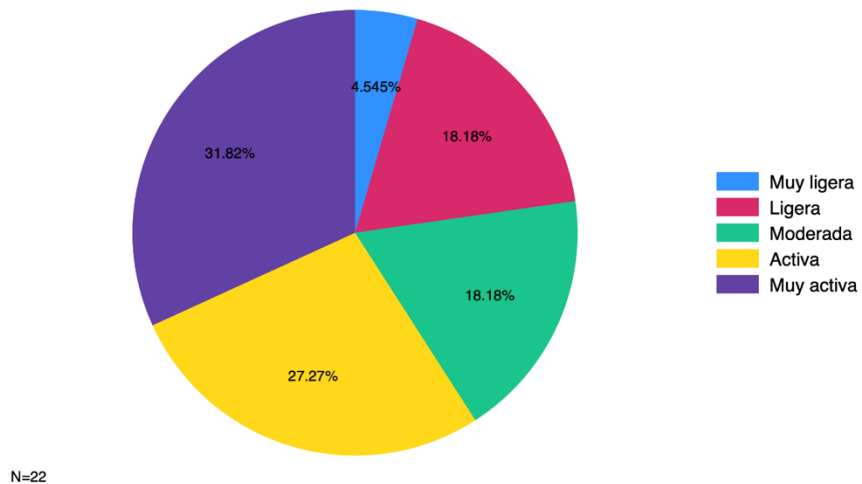
De acuerdo con la actividad física ocupacional de los pacientes se puede observar que la mayoría de ellos refiere tener una actividad muy ligera. El segundo grupo más grande refirió que su actividad era moderada. Por último, refirieron que su actividad era ligera (Grafica 3).

Gráfico 3. Distribución de pacientes por actividad física ocupacional



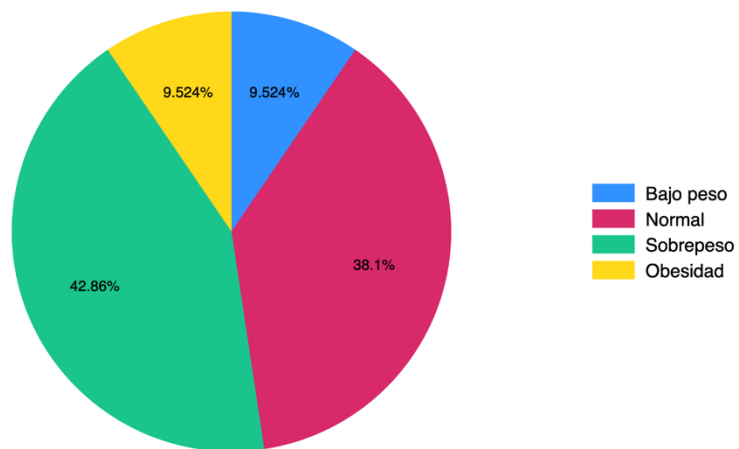
Por otro lado, la actividad física de forma recreativa la población refirió en su mayoría que es muy activa. El siguiente grupo de los pacientes refirió que su actividad era activa. Empatados los grupos refirieron que su actividad era moderada y ligera. Por último, el grupo más pequeño refirió su actividad como muy ligera (Grafica 4).

Gráfico 4. Distribución de pacientes por actividad física recreativa



En la última grafica se observa la distribución de los pacientes de acuerdo con el IMC. Se observa que su mayoría presentaba sobrepeso. El segundo grupo más grande de los pacientes presentaron IMC normal. Luego con un IMC bajo y de obesidad, ambos siendo el porcentaje más bajo de la población (Grafica 5).

Gráfico 5. Distribución de pacientes por IMC



N=21

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados

Se muestran los resultados de la media, el mínimo y el máximo de la población en general. Consumo menor a suma de GER y GEAF, promedio menos a 35.

Tabla 2. Características de la población general

VARIABLES	Min	Max	Media	D.E.
Consumo				
Energía, Kcal	1037.6	4698.5	2625.1	890.3
Proteínas, g	41.7	290.5	130.8	51.2
Grasas, g	34.8	193.5	92.4	36.4
Carbohidratos, g	112.4	601.2	325.1	123.7
Gasto de energía				
GER	1383.5	2632.1	1947.7	268.2
GEAF	361.4	2043.7	925.5	338.2
FC máx.	169	211	193.6	9.6
Estatura	150.5	178.2	164	7.2
Peso	43.7	110.9	64.4	14.4
Grasa kg	26.8	58.9	37.7	7.4
MLG	36.6	81	51.6	10.1
Disp. Ener.	4.3	79.8	34.1	18.9

GER, gasto de energía en reposo; GEAF

En la tabla 3 se muestra el número de atletas que pertenecía a cada grupo y cual era el porcentaje que representaba. Se puede observar en este estudio que del total de la población poco más de la población estudiada fueron hombres que mujeres. Por otro lado, la población fue ligeramente mayor entre edades de 12.8 a 15 años. 1 de cada 2 deportistas no tiene una adecuada disponibilidad energética.

Tabla 3. Características por grupos

	n	%
Sexo		
Hombre	28	59.57
Mujer	19	40.43
Edad		
Juv. Menor (12.8 a 15.0 años)	27	57.45
Juv. Mayor (15.1 a 17.9 años)	20	42.55
Edad inicio		
Bajo (0 a 5.0 años)	13	28.26
Medio (5.1 a 8.0 años)	18	39.13
Alto (8.1 a 13.0 años)	15	32.61
Edad competitiva		
Bajo (0 a 3.5 años)	13	28.89
Medio (3.51 a 5.9 años)	16	35.56
Alto (6.0 a 11.0 años)	16	35.56
Disponibilidad Energética		
Adecuada (35.0 a 80.0 Kcal/kg mlg/día)	20	42.55
Baja (min/34.9 Kcal/kg mlg/día)	27	57.45

En la tabla 4 se presenta la prevalencia de baja disponibilidad energética de acuerdo con el sexo, edad cronológica, inicio de en el deporte y de competencia. La prevalencia fue ligeramente mayor en hombres, es decir, que hay diferencias marginalmente significativas en el grupo por sexo. Entre los demás grupos no existieron diferencias significativas.

Tabla 4. Comparación de grupos con baja disponibilidad energética.

	% de BDE	p
Sexo		
Hombre	67.9	0.080
Mujer	42.1	
Edad		
Juv. Menor (12.8 a 15.0 años)	51.8	0.367
Juv. Mayor (15.1 a 17.9 años)	65	
Edad inicio		
Bajo (0 a 5.0 años)	69.2	0.464
Medio (5.1 a 8.0 años)	61.1	
Alto (8.1 a 13.0 años)	46.67	
Edad competitiva		
Bajo (0 a 3.5 años)	61.5	0.734
Medio (3.51 a 5.9 años)	62.5	
Alto (6.0 a 11.0 años)	50	

Conclusiones

La adolescencia es una etapa importante de desarrollo para el ser humano. Gracias a este estudio se observó que poco más de la mitad de atletas presentó baja disponibilidad energética. Es de vital importancia que se siga evaluando a atletas de todas las edades para identificar si tienen o no una baja disponibilidad y en caso de tenerla tomar acciones para revertirla. De esta manera se evitarán problemas físicos que pueden llevar a un atleta juvenil a un mal desarrollo físico, social y deportivo. Finalmente es importante mencionar que, aunque la salud y el bienestar de los deportistas van de la mano con el desempeño deportivo siempre se debe priorizar a los primeros.

7. RECOMENDACIONES

Convendría que nutriólogos lleven un acompañamiento a los atletas antes, durante y después de sus competencias. Este acompañamiento implicaría dar información sobre alimentación y la importancia para su desarrollo social y deportivo a los atletas y entrenadores. Con estas actividades se trataría de evitar la BDEN y así tener un desarrollo óptimo del deportista en todos los ámbitos de su vida.

8. BIBLIOGRAFÍA

Ackerman et al. 2018. “Low energy availability surrogates correlate with health and performance consequences of relative energy deficiency in sport (red-s)”. *British Journal of Sports Medicine*.

Amati, F. et al. 2012. “Lower thigh subcutaneous and higher visceral abdominal adipose tissue content both contribute to insulin resistance”. *Obesity Silver Spring Meryland*, 20(5), 1115–1117. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/oby.2011.401>

Barrack M. et al., 2017. “Evidence of a cumulative effect for risk factors predicting low bone mass among male adolescent athletes”. *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), pp 200-205.

Barrack, M. et al., 2008. “Prevalence of and traits associated with low BMD among female adolescent runners”. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40(12), pp 2015–2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181822ea0>

Druet, C. Ong KK. 2008. “Early childhood predictors of adultbody composition”. *Best Practice and Research: Clin Endocrinol and Metabolism*, 22, pp 489-502.

Borrueal, M. et al. 2020. “Comparación entre el efecto de la dieta cetogénica y la dieta alta en hidratos de carbono en el aumento de la masa y la fuerza muscular”. *NEREIS*, 12, pp 127-135.

Bosy-Westphal, A. et al. 2005. “Patterns of bioelectrical impedance vec-tor distribution by body mass index and age: implicationsfor body-composition analysis”. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 118.

Correa I, Benjumea MV. 2005. “Cómo evaluar el estado nutricional el estrés metabólico? En: Cómo evaluar el estadonutricional”. *Edit. Universidad de Caldas*. 1ª ed., pp 25-181.

Drew, M. et al. 2018. “Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 summer olympic games”. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), pp 47–53. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098208>

- Drew, M. et al. 2017. “A multifactorial evaluation of illness risk factors in athletes preparing for the summer olympic games”. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(8), pp 745–750. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.02.010>
- Esteves, F. et al. 2008. “Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos”. *Nutrición Hospitalaria*, 23(6), pp 554-561.
- Farias de Novaes, J. et al. 2012. “Does the Body Mass Index Reflect Cardiovascular Risk Factors in Brazilian Children?”. *Journal of tropical pediatrics*, 59(1), pp 43-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/tropej/fms045>
- Ihle, R. Loucks, A., 2004. “Dose-response relationships between energy availability and bone turnover in young exercising women”. *Journal of Bone and Mineral Research* 19(8), pp 1231–1240. Disponible en: <https://doi.org/10.1359/JBMR.040410>
- Jasienska, G. 2003. “Energy metabolism and the evolution of reproductive suppression in the human female”. *Acta Biotheoretica*, 51 pp 1-18. Disponible en: <https://doi.org/10.1023/A:1023035321162>
- Jäger, R. et al. 2017. “Puesto de Posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva: proteína y ejercicio”. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*, 1(14). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Kyle, U. et al. 2003. “Body composition Interpretation: Contributions of the Fat-Free Mass Index and the Body Fat Mass Index”. *Nutrition*, 19, pp 597-604.
- Lantzouni, E. et al., 2002. “Reversibility of growth stunting in early onset anorexia nervosa: A prospective study”. *Journal of Adolescent Health*, 31(2), pp 162–165. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1054-139X\(02\)00342-7](https://doi.org/10.1016/S1054-139X(02)00342-7)
- Lawrence C. Ugrasbul, F. 2004. “Prediction of daily energy expenditure during a feeding trial using measurements of resting energy expenditure, fat-free mass, or Harris-Benedict equations”. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(4), pp 876-880. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.4.876>

Loucks, A. 2007. “Low energy availability in the marathon and other endurance sports. *Sports Medicine*, 37(4), pp 348-352. Disponible en: <https://doi.org/10.2165/00007256-200737040-00019>

Loucks, A. y Thuma, J. 2003. “Luteinizing Hormone Pulsatility Is Disrupted at a Threshold of Energy Availability in Regularly Menstruating Women”. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 88, pp. 297–311. Disponible en: <https://doi.org/10.1210/jc.2002-020369>

Mataix, J. Martínez, J. 2006. “Balance de energía corporal”. *Nutrición y alimentación humana*, 703(22).

Melín et al., 2014. “The leaf questionnaire: A screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad”. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), pp 540–545. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093240>

Modan-Moses, D. et al., 2012. “Linear growth and final height characteristics in adolescent females with anorexia nervosa”. *PLoS ONE*, 7(9), pp 1–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045504>

Modan-Moses, D. et al., 2003. “Stunting of growth as a major feature of anorexia nervosa in male adolescents”. *Pediatrics*, 111(2), pp 270–276. Disponible en: <https://doi.org/10.1542/peds.111.2.270>

Mountjoy, M. et al. 2018. “International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update”. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, pp 316-331. Disponible en: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0136>

Papageorgiou, M. Elliott-Sale, K. et al., 2017. “Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men”. *Bone*, 105, pp 191–199. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.08.019>

Patiño, J. 2006. “Determinación del gasto energético en el paciente quirúrgico”. *Metabolismo Nutrición y Schock*, 181(93).

Perez, M. 2010. “Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional”. *Nutrición Hospitalaria*, 25(2), pp 207-223

Pietrobelli, A. et al. 2001. “Multi-component body composition models: recent advances and future directions”. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55, pp 69–75. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601105>

Reed, J. et al., 2015. “Energy availability discriminates clinical menstrual status in exercising women”. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), pp 1–11. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0072-0>

Restrepo, MT. 2000. “Estado nutricional y crecimiento físico”. *Edit. Universidad de Antioquia*, 1ª. Ed., pp 571.

Román, C. et al. 1999. “Bases físicas del análisis de la impedanciobioeléctrica”. *Vox Paediatrici.*, 7, pp 139-143.

Schoenfeld, BJ. 2010. “The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training”. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872. Disponible en: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

Seale, J. 1995. “Energy expenditure measurements in relation to energy requirements”. *American Journal Clinical Nutrition*, 62(5 suppl), pp 1042-1046. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.5.1042S>

Shimizu, K. et al. 2012. “Mucosal immune function comparison between amenorrheic and eumenorrheic distance runners”. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), pp 1402–1406. Disponible en: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e7a6c>

Spaulding-Barclay, M. et al., 2016. “Cardiac changes in anorexia nervosa”. *Cardiology in the Young*, 26(4), pp 623–628. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S104795111500267X>

Stellingwerff T., Maughan R.J., Burke L.M. (2011). Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/ kayaking, and swimming. *Journal of sports sciences*, 29(Suppl 1), pp 79–89.

Takami, R. et al. 2001. "Body fatness and fat distribution as predictors of metabolic abnormalities and early carotid atherosclerosis". *Diabetes care*, 24(7), pp 1248–1252. Disponible en: <https://doi.org/10.2337/diacare.24.7.1248>

Vargas, M. et al 2011. "Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos". *Revista de la facultad de medicina*, 59(1), 43-58.

Wade, G., Jones J. 2004. "Neuroendocrinology of nutritional infertility. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(6), pp 1277-1296. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00475.2004>

Williams, et al. 2015. "Magnitude of daily energy deficit predicts frequency but not severity of menstrual disturbances associated with exercise and caloric restriction". *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 308(1), pp 29–39. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00386.2013>

Wilson, G., et al., 2015. "Elite male flat jockeys display lower bone density and lower resting metabolic rate than their female counterparts: Implications for athlete welfare". *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 40(12), pp 1318–1320. Disponible en: <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0354>

Wilson, G., et al., 2014. "Rapid weight-loss impairs simulated riding performance and strength in jockeys: Implications for making weight". *Journal of Sports Sciences*, 32(4), pp 383–391.

World Health Organization (WHO). 1998. Obesity: preventing and managing the global epidemic. *Geneva: World Health Organization*, 894, pp 5-13.

Zhang, X. et al. 2012. "Total and abdominal obesity among rural Chinese women and the association with hypertension". *Nutrition*, 28(1), pp 46–52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.02.004>

9. ANEXOS



Estas hojas son para ti, comérvelas

Estas hojas son para ti, comérvelas

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA MEDICIONES DE PESO, ESTATURA Y OTRAS DIMENSIONES CORPORALES, APLICACIÓN DE UN CUESTIONARIO, ESTUDIO DE CALORIMETRIA Y MONITOREO DE FRECUENCIA CARDIACA

TEXTO INFORMATIVO

PROYECTO:
"GASTO ENERGÉTICO TOTAL DE ATLETAS MEXICANOS SELECCIONADOS NACIONALES"

Estimado(a) participante:

Por medio de la presente le solicitamos su participación en el estudio "Gasto energético total de atletas mexicanos seleccionados nacionales". A continuación le explicamos en que consiste dicha participación.

Antecedentes

El gasto de energía en los humanos tiene varios componentes entre ellos se encuentra la cantidad de calorías utilizada para llevar a cabo funciones esenciales para la vida, por ejemplo, mantenimiento de la temperatura corporal o la circulación sanguínea. También se integra por la respuesta del cuerpo cuando se come y el gasto de calorías cuando se realiza alguna actividad física. En deportistas, el último componente es el más importante, pero es difícil cuantificar.

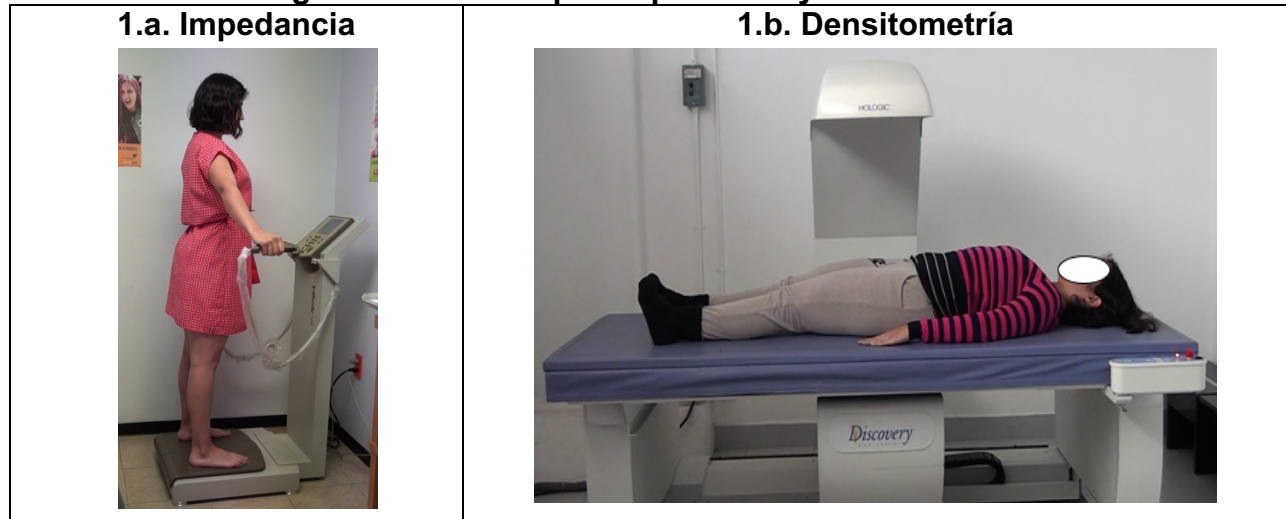
La calorimetría indirecta estima el gasto energético a través de la medición del oxígeno que se respira y el dióxido de carbono que se expira. En nutrición deportiva, es esencial conocer el gasto energético de los atletas para garantizar que los alimentos que consuman sean suficientes para mantener sus actividades. Cuando un deportista come menos de lo que necesita no solo disminuye su desempeño deportivo, también su estado de ánimo es negativo e incluso aumenta la probabilidad de tener lesiones o accidentes por la fatiga.

Procedimientos

Si acepta participar en el estudio se le aplicará un cuestionario en el que se indagan cuestiones como nombre, edad, fecha de nacimiento, y las actividades físicas que realiza en un día entre semana y los fines de semana. Todo esto con el objetivo de conocer su gasto energético.

Además, se le medirá con un equipo de **impedancia bioeléctrica** y por **densitometría** las siguientes características: peso, estatura, masa grasa, masa muscular, agua y la cantidad de mineral en los huesos. Estas mediciones se muestran en las **figuras 1.a y 1.b**. También se le medirán dimensiones corporales como pliegues, circunferencias y diámetros.

Figura 1. Medición por impedancia y densitometría



Por otra parte, en el estudio de **calorimetría indirecta** se medirá el aire que respira y el que expira. Con estos datos se puede estimar su gasto energético mientras realiza actividades con diferentes intensidades. Este constará de dos fases: a) calorimetría en reposo y b) calorimetría en actividad física. En la **calorimetría en reposo** se mantendrá acostado. Además, se le colocará una mascarilla a través de la cual podrá respirar normalmente. Se requiere que llegue en ayuno. La medición se realizará como se muestra en la figura **1.c**. En la **calorimetría en actividad física** se estimará el consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca mientras camina o corre en una caminadora. Esta técnica se realizará de la misma manera que la calorimetría en reposo, pero correrá a diferentes intensidades de 10 a 15 minutos aproximadamente. Usted podrá detener la prueba cuando lo desee. En las figuras **2.a** se y **2.b**. ilustra la forma en que se realizarán estos estudios.

También es necesario que por una semana lleve en su muñeca un monitor de frecuencia cardíaca marca Polar. Este monitor consiste en una banda que debe sujetar a su pecho y una pulsera similar a un reloj. Se requiere el registro de su frecuencia cardíaca de por lo menos 2 días entre semana y 1 día en fin de semana. Es muy importante portar en todo momento el monitor pues de otro modo no es posible estimar su gasto de energía.

Figura 2. Calorimetría indirecta en reposo y en actividad física



Los **beneficios** que podrá obtener si acepta participar en el estudio son:

- Conocer su composición corporal (masa grasa, masa muscular, masa ósea, etc.).
- Conocer el gasto energético que tiene en un día.
- Conocer su condición física o capacidad cardio-pulmonar.

Algunos de los **riesgos** que pueden existir si acepta participar en el estudio son:

- La incomodidad de las mascarillas.
- Es muy raro, pero existe el riesgo de caer mientras realiza la caminata y/o la carrera en la caminadora.
- Es poco probable, pero en la prueba de calorimetría actividad física puede sufrir algún problema con su corazón o pulmones que ponga en riesgo su vida.
- La densitometría implica exposición a una cantidad mínima de radiación. En general es seguro, pero se sugiere que no se realice este estudio en mujeres embarazadas.

Si acepta participar, las evaluaciones no tendrán ningún costo. Su participación es totalmente voluntaria y podrá retirarse en el momento que lo desee sin que esto le afecte en algo.

Tanto las técnicas como el equipo utilizados se encuentran aprobados a nivel nacional e internacional. Todo el material que se utilizará se encontrará perfectamente desinfectado.

Todas las mediciones las realizará un estudiante de doctorado (César Iván Ayala Guzmán) que ha sido capacitado previamente de manera apropiada. El estudiante de doctorado en todo momento estará bajo supervisión de los responsables del proyecto (Dr. Luis Ortiz



Estas hojas son para ti, consérvallas

Estas hojas son para ti, consérvallas

Hernández de la UAM Xochimilco y Dra. Viridiana Deyanira Silva Quiroz del Comité Olímpico Mexicano).

Se garantizará y respetará la absoluta confidencialidad de toda la información que proporcione. En caso de que se publique o presente en algún congreso se usarán datos agrupados y en ningún momento se identificará a alguna persona.

Si en cualquier momento tiene alguna duda respecto al estudio podrá acudir con el estudiante de doctorado que participa en éste (Mtro. César Iván Ayala Guzmán, teléfono: 5535789911), o bien comunicarse al teléfono 5483 7000 ext. 3838 con el Dr. Luis Ortiz Hernández o con la Dra. Viridiana Deyanira Silva Quiroz al teléfono 2122 0200 ext. 1234.

Si acepta participar, por favor, firme las últimas dos hojas y devuélvalas al equipo de investigación.

De antemano le agradecemos su atención y participación ya que consideramos que el presente estudio tendrá beneficios para la salud de los atletas de México.

Atentamente

Nombre del evaluador

Firma del evaluador

Fecha: _____



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA MEDICIONES DE PESO, ESTATURA Y OTRAS DIMENSIONES CORPORALES, APLICACIÓN DE UN CUESTIONARIO, ESTUDIO DE CALORIMETRIA Y MONITOREO DE FRECUENCIA CARDIACA.

TEXTO DECLARATORIO

PROYECTO:

“Gasto energético total de atletas mexicanos seleccionados nacionales”

YO: _____ declaro libre y voluntariamente que acepto participar en el estudio “Gasto energético total de atletas mexicanos seleccionados nacionales”.

Para lo cual se me realizarán las siguientes mediciones: peso, estatura, masa grasa, masa muscular, agua corporal y mineral ósea por impedancia bioeléctrica y densitometría. Además, se me realizará el estudio de calorimetría indirecta en reposo y en actividad física. También deberé portar por una semana un monitor de frecuencia cardiaca.

Entiendo que la mayoría de los métodos que se utilizarán en este estudio no afectarán mi salud siendo los principales riesgos el que me caiga mientras camino o corro en la caminadora, que el uso de la mascarilla puede ser incómodo y la exposición mínima a radiación. Reconozco que toda la información que proporcione será mantenida totalmente confidencial.

Después de que me explicaron los objetivos, procedimientos, beneficios y riesgos del estudio y de haber leído el “Texto Informativo”, doy mi consentimiento para participar. Es de mi conocimiento que esta carta firmada quedará anexada a mis datos.

Estoy consciente que puedo retirarme del estudio en el momento que yo lo decida sin que esto me perjudique en algo, también estoy consciente de los riesgos a los que me expongo; que las evaluaciones serán realizadas por personal calificado y no tendrá ningún costo; que la información obtenida no será publicada de manera individual sino grupal y que mi identidad no se revelará bajo ninguna circunstancia.

Estoy enterado(a) que durante el estudio los investigadores me han ofrecido aclarar cualquier duda o contestar cualquier pregunta que al momento de firmar la presente no hubiese

Por favor, devuélveme esta hoja

Por favor, devuélveme esta hoja



expresado o que surja durante el desarrollo de la investigación. Para lo anterior, cuento con los datos del levantamiento de datos (Mtro. César Iván Ayala Guzmán) y de los investigadores responsables (Dra. Viridiana Deyanira Silva Quiroz y Dr. Luis Ortiz Hernández) para poder contactarlos.

Estoy enterado(a) que, en caso de que me detecten alguna alteración en las evaluaciones que se realicen, tengo derecho a saberlo y recibir orientación sobre la forma de obtener la atención necesaria.

Autorizo que se me realicen los siguientes procedimientos que a continuación tacho:

- Medición de peso, estatura, pliegues, circunferencias y diámetros
- Medición de músculo, grasa, agua y mineral óseo por impedancia y densitometría
- Medición de calorimetría indirecta en reposo
- Medición de calorimetría indirecta en actividad física
- Medición de la frecuencia cardíaca/actividad física por al menos tres días

Nombre del participante

Firma del participante

Nombre del testigo o tutor

Firma del testigo

Relación con participante

Fecha: _____

Para concertar la cita para realizar los estudios requerimos que anote la siguiente información:

Correo electrónico: _____

Teléfono de casa: _____

Teléfono celular: _____

Horario en que puede ser contactado(a): _____



CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN PRUEBA DE ESFUERZO

Cuestionario de aptitud para el ejercicio

Instrucciones: marque con un tache su respuesta.

1. ¿Alguna vez un médico le ha dicho que padece una afección cardíaca y que sólo debe realizar actividad física recomendada por un médico?	(No)	(Sí)
2. ¿Siente dolor en el pecho cuando realiza actividad física?	(No)	(Sí)
3. En el último mes, ¿ha presentado dolor en el pecho cuando no se está realizando actividad física?	(No)	(Sí)
4. ¿Pierde el equilibrio debido a mareos o alguna vez ha perdido la conciencia?	(No)	(Sí)
5. ¿Su médico en la actualidad le ha prescrito medicamentos para la presión arterial o enfermedad del corazón?	(No)	(Sí)
6. ¿Tiene usted algún problema de huesos o articulaciones que podría empeorar al realizar ejercicio?	(No)	(Sí)
7. ¿Sabe usted de cualquier otra razón por la cual no debe realizar actividad física?	(No)	(Sí)
8. ¿Consumo algún medicamento que afecta el ritmo cardíaco? Si no está seguro, consulte a su médico	(No)	(Sí)

En caso de tomar medicamentos que afecten el ritmo cardíaco, anotarlos:

Después de haber respondido las preguntas anteriores, doy mi consentimiento para participar voluntariamente en la prueba de esfuerzo físico con el fin de determinar mi condición física y gasto de energía. Antes de someterme a la prueba de esfuerzo certifico que estoy en buen estado de salud. Además, por la presente declaro que he completado el cuestionario de antecedentes de salud y he proporcionado las respuestas correctas a las preguntas formuladas. Reconozco que, de no hacerlo, es posible que pudiera producirme lesiones. Se me ha explicado que durante la prueba a la cual me someteré tendré que realizar desde una caminata ligera hasta correr a determinada velocidad y pendiente en una caminadora.



Entiendo que durante la prueba se irán incrementando gradualmente sensaciones como fatiga, malestar por la falta de aire; o presión en el pecho indicándome que debo parar. Yo entiendo que soy responsable del seguimiento de mi propia condición a lo largo de la prueba de esfuerzo y en caso de presentar cualquier síntoma inusual, debo indicar que la prueba debe finalizar e informar al responsable acerca de mis síntomas.

Entiendo que no siempre se pueden predecir con exactitud la reacción que mi corazón, mis pulmones y mis vasos sanguíneos tengan ante el ejercicio. Reconozco que existe el riesgo de ciertos cambios anormales puedan ocurrir durante o después del ejercicio, que incluyen alteraciones de la presión arterial o de la frecuencia cardíaca, función ineficaz del corazón y en raros casos, infarto de miocardio o la muerte. Al firmar este formulario de consentimiento, afirmo que he leído este en su totalidad y que entiendo la naturaleza de la prueba de esfuerzo. También afirmo que mis preguntas sobre la prueba de ejercicio han sido respondidas con satisfacción. En caso de que se me permita participar en la prueba, quedo enterado del riesgo que pudiera presentar por la práctica del ejercicio. Además, deslindo de cualquier responsabilidad al personal o supervisores encargados de cualquier acción que me causara una lesión o pusiera en riesgo mi salud, durante o como resultado de la prueba de esfuerzo.

He revisado las preguntas y he respondido con la verdad. Entiendo qué este documento será revisado y se me puede pedir ver a mi médico antes de participar en las evaluaciones.

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____