

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**  
**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



**UANL**

**PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, COMPOSICIÓN CORPORAL,  
HIDRATACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DIETÉTICAS EN  
VOLEIBOLISTAS DE PLAYA DE ÉLITE**

**Por**

**LN. DAVID GÓMEZ CASTILLO**

**PRODUCTO INTEGRADOR**

**TESIS**

**Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE  
CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO**

**Nuevo León, Junio 2024**



UANL



FOD

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Los miembros del comité de titulación de la Subdirección de Posgrado e Investigación de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Tesis titulado "Parámetros hematológicos, composición corporal, hidratación y características dietéticas en voleibolistas de playa de élite" realizado por el Lic. David Gómez Castillo, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo.

COMITÉ DE TITULACIÓN

Dra. Myriam Zarai García Dávila

Asesor Principal

Dr. Germán Hernández Cruz

Co-asesor 1

Dr. José Raúl Hoyos Flores

Co-asesor 2

Dr. Jorge Isabel Camarripa Rivera

Subdirección de Posgrado e Investigación de la FOD

Nuevo León, Junio, 2024

## **DEDICATORÍA**

Esta tesis va dedicada para las mujeres de mi vida que son mi abuelita, mi madre, mi sobrina y mi novia Alejandra, ellas me han apoyado en cada paso que he dado y sé que están muy orgullosas de lo poco o mucho que he conseguido y yo estoy orgulloso y agradecido de tener mujeres que me brindaron un amor que me hizo ser lo que soy ahora.

A mi padre por su apoyo y que pese a no tener la suficiente solvencia económica logro sacarme adelante y apoyarme con lo poco que podía.

A toda mi familia cercana que con palabras de aliento me ayudaron a superar momentos difíciles.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) por el apoyo otorgado a través del programa de Becas Nacionales para la realización de mis estudios de maestría, elaboración de mi producto integrador, la participación en eventos de difusión o divulgación académica y la obtención del grado.

También quiero agradecer a todos mis amigos: Kevin, Reyes y a todos aquellos que siempre me brindaron su apoyo en los momentos complicados y difíciles con una risa o con unas palabras de ánimo para salir adelante con esta maestría.

A mis profesores por todas las enseñanzas no solo en ámbito académico sino también en el personal a la Dra. Myriam por ser una asesora comprensible y con muchas otras cualidades que no podría terminar con la lista. A mi coasesores el Dr. Germán y Raúl que me brindaron una guía hacia mi camino que quiero continuar.

Y a todos los profesores como la profesora Marina, Zeltzin, el profesor Enrique Carranza, el Dr. Ochoa, la Dra. Janeth, el Dr. Gerardo, el Dr. Garrido de todos ellos me llevo grandes enseñanzas que me servirán para toda mi vida. También a la Dra. Mariela por enseñarme a tomar pruebas de lactato que fue una enseñanza muy importante para mí.

Por último, a todos y cada una de las personas que me brindaron su ayuda para poder salir adelante que la lista no me alcanzaría, porque este camino no lo he logrado yo solo sino con ayuda de cada una de las personas que me he topado en el camino. MUCHAS GRACIAS.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



FOD

FICHA DESCRIPTIVA

Fecha de Graduación: Junio, 2024

**NOMBRE DE LA ALUMNA(O):** DAVID GÓMEZ CASTILLO

**Título de la Tesis:** PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, COMPOSICIÓN CORPORAL, HIDRATACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DIETÉTICAS EN VOLEIBOLISTAS DE PLAYA DE ÉLITE

Candidato para obtener el Grado  
de Maestría en Actividad Física y Deporte

**Número de páginas:** 60 páginas.

con Orientación en Alto  
Rendimiento Deportivo

**Estructura de la Tesis:** El presente trabajo tuvo el objetivo de analizar los parámetros hematológicos, las características en la composición corporal, hidratación y nutrición en jugadoras de la selección mexicana de voleibol de playa en un período de preparación general. La muestra fue constituida por un total de 8 jugadoras a las cuales se les realizó muestras de sangre, antropometría por personal calificado, se tomaron muestras de orina y respondieron un cuestionario de frecuencia de alimentos.

Dentro de los resultados se encontró de como las jugadoras presentaron ciertos parámetros hematológicos alterados, una masa muscular disminuida comparado con población del mismo nivel competitivo, un contenido nutricional inadecuado, pero con una adecuada hidratación previa al entrenamiento un área que requiere más investigación.

FIRMA DEL ASESOR PRINCIPAL: \_\_\_\_\_

## Tabla de contenido

Introducción .....	1
Marco teórico .....	5
Voleibol de playa .....	5
Parámetros hematológicos .....	6
Composición corporal.....	16
Hidratación en el deporte.....	20
Características dietéticas en los deportistas.....	24
Antecedentes en el voleibol de playa .....	27
Metodología .....	30
Diseño .....	30
Muestra .....	30
Criterios de inclusión.....	31
Criterios de exclusión .....	31
Criterios de eliminación.....	31
Variables .....	31
Consideraciones éticas.....	31
Instrumentos .....	32
Procedimiento.....	32
Métodos .....	34
Análisis estadístico .....	34
Resultados .....	35
Discusión.....	41
Conclusiones .....	45
Referencias .....	46



## **Lista de figuras**

Figura 1 Regulación del tráfico del hierro por la hepcidina.....	10
Figura 2 Balance diario de agua en un atleta .....	21
Figura 3 Color de la orina y estado de hidratación .....	23
Figura 4 Cuestionario de la frecuencia de consumo de grupo de alimentos .....	26



## Lista de tablas

Tabla 1 Resumen de los parámetros de la serie roja y su interpretación fisiológica.....	12
Tabla 2 Resumen de los parámetros de la serie blanca y su interpretación fisiológica de la serie blanca .....	14
Tabla 3 Resumen de los parámetros del metabolismo del hierro y su interpretación fisiológica .....	15
Tabla 4 Métodos para evaluar la composición corporal.....	17
Tabla 5 Gravedad específica de la orina y su interpretación.....	23
Tabla 6 Características generales de las atletas .....	35
Tabla 7 Resultados de la serie roja en las atletas.....	36
Tabla 8 Resultados de la serie blanca en las atletas .....	37
Tabla 9 Resultados de plaquetas en las atletas .....	37
Tabla 10 Resultados de las variables antropométricas en las atletas.....	38
Tabla 11 Resultado del estado de hidratación en las atletas .....	39
Tabla 12 Resultado de las características dietéticas en porciones al día de las atletas.....	39
Tabla 13 Correlaciones entre la ingesta de grupos de alimentos y los valores del estado del hierro .....	40

## Introducción

El voleibol de playa femenino es una disciplina que ha ganado popularidad en los últimos años, las atletas se enfrentan a diferentes desafíos fisiológicos, físicos, nutricionales y psicológicos. Comprender los parámetros hematológicos, la composición corporal, así como también el estado de hidratación y las características dietéticas de estas atletas son de suma importancia para mejorar su rendimiento y salud.

Los parámetros hematológicos comprenden desde el estudio de la serie roja hasta la serie blanca junto con el metabolismo del hierro. Estos valores se pueden modificar en las atletas debido a múltiples factores como las variables del entrenamiento, las adaptaciones generadas por el ejercicio, el estado nutricional y sirven para valorar situaciones que contraindiquen el entrenamiento, competición o posibles riesgos médicos-nutricionales que se puedan dar (Urdampilleta et al., 2014).

En el caso de la composición corporal, esta es diferente en cada deporte, la mayoría de los deportes se benefician por una mayor cantidad de masa magra y menor grasa corporal. En el voleibol de playa femenino predomina el somatotipo mesomórfico que comprenden un alto componente de masa magra. Las jugadoras de voleibol de playa tienden a presentar una mayor cantidad de masa libre de grasa (MLG) y un menor porcentaje de grasa corporal en comparación con las atletas de voleibol de sala (Freire et al., 2022).

Dentro de la hidratación existen conceptos que se suelen utilizar de forma no adecuada. El término euhidratado se describe como aquel estado en que el individuo tiene un contenido de agua corporal normal. Cuando la persona tiene un contenido inferior al normal se puede considerar hipohidratado. El término deshidratación se refiere al proceso de pérdida de agua corporal. La hipohidratación influye negativamente en el ejercicio, siendo este tema aun estudiado y considerado como un tema de debate (Barley et al., 2022).

El uso de la gravedad específica de la orina (USG) es de los métodos más utilizados para evaluar el estado de hidratación en las/los atletas (Barley et al., 2022).

La frecuencia de alimentos es una herramienta comúnmente utilizada dentro de la evaluación nutricional. Permite conocer las características de la alimentación de los sujetos a través de las porciones de grupos de alimentos por día, semana o mes. (Reid et al., 2005).

Los atletas pueden presentar una mayor demanda de micronutrientes y con ello las posibles deficiencias aumentan, tales como el caso de hierro, por lo cual es prioritario cuidar la ingesta y la calidad de los alimentos que los deportistas están consumiendo.

Analizar la ingesta alimentaria de los atletas es muy importante para solucionar estas deficiencias, existen ciertos micronutrientes indispensables en el rendimiento deportivo, entre ellos el hierro (Urdampilleta et al., 2014). El hierro es un mineral que ayuda en el transporte de oxígeno en la sangre y tejido muscular y también tiene un papel fundamental en la producción de ATP (Kuwabara et al., 2022). Las atletas presentan un mayor riesgo de deficiencias de hierro que mujeres sedentarias (Ponorac et al., 2020), por ello que es de suma importancia vigilar las características de la alimentación para evitar una alteración en el metabolismo del hierro.

La presente investigación se centra en analizar las variables mencionadas debido a que el estudio en este grupo específico es limitado.

### **Planteamiento del problema**

El voleibol de playa es un deporte que demanda grandes capacidades físicas en los miembros superiores e inferiores. Una alta frecuencia de impacto contra la arena puede causar hemólisis, las altas temperaturas a las que se disputa conlleva a una sudoración excesiva y la alta demanda física pueden ocasionar que los parámetros hematológicos de las atletas se modifiquen (Sim et al., 2019).

El riesgo de una ingesta baja en energía y de carbohidratos que pudieran presentar las atletas profesionales, pudieran ocasionar un riesgo en la alteración del estado del hierro causando posibles deficiencias (McKay et al., 2020).

La literatura es limitada en el estudio de los parámetros hematológicos, la composición corporal, el estado de hidratación y las características de la alimentación en las atletas de élite de voleibol de playa.

### **Justificación**

La presente investigación brindará información acerca de los parámetros hematológicos, composición corporal, hidratación y características dietéticas en el que se encuentran las atletas de élite de voleibol de playa mexicanas, dado que este grupo presenta un mayor riesgo de alteración en estos valores por el impacto constante contra la arena, la temperatura y el género, así también a los entrenadores, preparadores físicos, nutriólogos deportivos obtendrán datos valiosos para conocer cómo responden las atletas a las cargas de entrenamiento y reconocer las características antropométricas y dietéticas en un periodo preparatorio general.

El estudio presenta una buena viabilidad puesto que se contó con los recursos para el análisis de las muestras de sangre, el material correspondiente para las medidas antropométricas, el análisis del estado de hidratación y cuestionarios para conocer las características dietéticas. El presente trabajo pretende llenar un vacío en la literatura sobre la investigación de todos estos valores en el voleibol de playa brindando información acerca de los parámetros que se encuentren fuera de los valores de referencia con la finalidad de mejorar la salud y el rendimiento de las deportistas.

### **Objetivos**

El objetivo general del estudio es:

Analizar los parámetros hematológicos, composición corporal, hidratación y características dietéticas en atletas de élite de voleibol de playa femenil.

Para responder dicho objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Describir los parámetros hematológicos de las jugadoras de élite pertenecientes a la selección mexicana de voleibol de playa.
2. Comparar los parámetros hematológicos de las atletas de voleibol de playa con los parámetros de referencia de población atlética.

3. Identificar la composición corporal y las características antropométricas de las jugadoras de voleibol de playa.
4. Identificar el estado de hidratación a través de la densidad urinaria de las jugadoras de voleibol de playa.
5. Conocer las características dietéticas a través de un cuestionario de frecuencia de alimentos en las jugadoras de voleibol de playa de las jugadoras de voleibol de playa.
6. Evaluar la correlación de las características dietéticas y el estado del hierro en las deportistas.

## **Marco teórico**

### **Voleibol de playa**

El voleibol de playa es un deporte que se juega 2 vs 2, se convirtió en deporte olímpico en 1996. Las dimensiones del terreno de juego corresponden a 16 metros de largo y 8 metros de ancho con una altura de 2.24 metros y 2.43 metros para los hombres (Koch & Tilp, 2009).

### **Características fisiológicas**

La arena es un componente que juega un papel fundamental en las características fisiológicas del voleibol de playa ya que dificulta el movimiento de los jugadores, este terreno de juego obliga a las jugadoras a desarrollar más trabajo para disminuir el efecto de absorción de fuerza generada por la arena, esta resistencia dificulta movimientos fundamentales en este deporte como el salto, debido a que el salto vertical es menor que en superficies rígidas (Jimenez-Olmedo et al., 2017).

El reducido número de jugadores dentro del terreno de juego obliga a cada jugador a desempeñar un mayor número de acciones. Además, otro factor que influye en las respuestas fisiológicas son las altas temperaturas a las que se disputan los encuentros afectando y modificando las frecuencias cardíacas de los jugadores (Jimenez-Olmedo et al., 2017)

En el voleibol de playa, las bloqueadoras pueden presentar un mayor porcentaje de tiempo en zonas frecuencia cardíaca máxima y un mayor recorrido en el terreno de juego que sus contrapartes las defensoras durante un partido (Nunes et al., 2020).

Se han encontrado en jugadoras de voleibol de playa un mayor consumo de oxígeno relativo que las jugadoras de voleibol de sala con una media de 44.3 mL/kg/min y una frecuencia cardíaca máxima fue de 176 latidos por minuto. No hubo diferencias en el primer umbral ventilatorio para las jugadoras de voleibol de playa contra sala, pero si una diferencia importante en el segundo umbral ventilatorio con una media de 41.2 mL/kg/min vs 35.6 mL/kg/min en las jugadoras de voleibol de sala(Freire et al., 2022).

Los autores también resaltan la capacidad de las jugadoras de voleibol de sala para utilizar el componente elástico más que en el voleibol de playa, esto se debe a que

los jugadores de voleibol de playa realizan movimientos más parecidos a los del salto sin contramovimiento (Freire et al., 2022).

La capacidad anaeróbica es un componente determinante en el rendimiento de voleibol de playa debido a las acciones que se llevan con mayor intensidad por factores como la arena y la temperatura. La posición de bloqueadora como ya se mencionó pudiera presentar mayores demandas físicas que la posición de defensa.

### **Parámetros hematológicos**

Las pruebas de laboratorio más utilizadas para la valoración del deportista se dividen en dos: Análisis sanguíneos (bioquímicos y hematológicos) y análisis urinarios (Urdampilleta et al., 2014).

Un análisis de sangre puede otorgar información valiosa al entrenador y nutriólogos esto para conocer como está respondiendo el atleta al entrenamiento y al plan nutricional, contribuyendo a una valoración integral del deportista (Urdampilleta et al., 2014).

### **Serie roja en el deporte**

El entrenamiento físico aumenta la masa de los glóbulos rojos, pero también existe un cambio en su forma (deformabilidad). Los valores del volumen corpuscular medio (VCM) también aumentan debido a una población promedio de glóbulos rojos más jóvenes. Además, las altas cargas de trabajo y el entrenamiento de resistencia reducen los niveles del hematocrito (HCT), lo que se explica por un aumento del volumen plasmático, a esto se le denomina como “anemia del deportista”, esto es positivo debido a que una mayor deformabilidad vuelve a los glóbulos rojos más flexibles y pueden pasar a través de vasos sanguíneos más estrechos (Tomschi et al., 2018).

La edad parece influenciar en la deformabilidad de los glóbulos rojos debido a los cambios en el VCM y HCT, también la carga de entrenamiento afectaría positivamente esta deformabilidad (Tomschi et al., 2018).

Los atletas parecen presentar límites superiores ligeramente más bajos a los valores de referencia de la población no deportista sana en la hemoglobina, cantidad de hemoglobina corpuscular media (HCM) y el volumen corpuscular medio (VMC). El

ejercicio provoca un aumento en el recuento de glóbulos rojos, la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y el hematocrito debido a la hemoconcentración (Díaz Martínez et al., 2022).

El recuento de plaquetas se ha demostrado que puede elevarse alrededor de un 30% debido al ejercicio moderado, la disminución en los límites de referencia superiores podría representar una adaptación para prevenir situaciones trombóticas en los deportistas (Díaz Martínez et al., 2022).

### **Serie blanca en el deporte**

En la serie blanca se puede encontrar en los atletas una disminución en el recuento total de leucocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos en el límite superior de los intervalos de referencia en comparación con la población general. El número total de eosinófilos mostró un valor muy superior a los valores de referencia de la población general esto sería por una mayor cantidad de aire inspirado y la exposición de antígenos en el aire. La leucocitosis durante el ejercicio corto e intenso se debe principalmente a aumento de linfocitos y neutrófilos, debido a los niveles circulantes de epinefrina. Sin embargo, la leucocitosis por el ejercicio prolongado llega por un aumento del recuento de neutrófilos (Díaz Martínez et al., 2022).

Los glóbulos blancos no son utilizados para evaluar la inflamación de un atleta, pero si brindan información valiosa sobre los cambios en las células inmunitarias que pueden ocurrir durante inflamación inducida por el daño muscular. Además, se pueden diagnosticar posibles infecciones o enfermedades que causan inflamación (Díaz Martínez et al., 2022).

### **El hierro**

El hierro es un mineral fundamental en el cuerpo humano que cumple múltiples funciones, su regulación es compleja y requiere de un análisis profundo cuando existe una disminución. El hierro promueve las reacciones enzimáticas en los sistemas metabólicos, respiratorios e inmunológicos, ayuda en el transporte de oxígeno en la sangre y tejido muscular, con un papel importante en la producción de adenosín trifosfato (ATP) en la cadena de transporte de electrones, además, el hierro es transportado por la transferrina y almacenado por la proteína ferritina (Kuwabara et al., 2022).



## **Efectos de la deficiencia de hierro en el deporte**

La literatura muestra una disminución del rendimiento aeróbico y anaeróbico en la deficiencia de este importante mineral con resultados contradictorios en el desenlace de la fuerza y la función muscular (Shoemaker et al., 2022).

Los síntomas de un estado de hierro comprometido incluyen letargo, fatiga y estados de ánimo negativos (Sim et al., 2019).

## **Almacenamiento y causas de la deficiencia de hierro**

La mayor parte del hierro se almacena en el hígado, bazo y médula ósea, sin embargo, también se ha detectado gran parte en el músculo esquelético (Díaz Martínez et al., 2022).

El cuerpo humano contiene alrededor de 3 a 5 gramos de hierro y un 70% de este hierro es utilizado en la hemoglobina de los glóbulos rojos, el exceso de hierro se almacena en el hígado como ya se mencionó y puede movilizarse a demanda (Charlebois & Pantopoulos, 2023).

La absorción de 1-2 mg de hierro al día es fundamental para compensar las pérdidas de hierro no específicas, existe un equilibrio para evitar deficiencia o sobrecarga (Charlebois & Pantopoulos, 2023).

Una baja ingesta de energía, dietas vegetarianas y el ejercicio físico puede aumentar los niveles de interleucina-6 (IL-6) después del ejercicio aumentando la expresión de la hormona reguladora en la absorción del hierro, la hepcidina, este aumento disminuiría la absorción del hierro (Kuwabara et al., 2022).

La menstruación con la pérdida de sangre que esto conlleva puede causar una pérdida de 1.6 mg de hierro, el contacto con el suelo en repetidas ocasiones causa hemólisis que como ya se mencionó es la destrucción de los glóbulos rojos aumentando el riesgo si se está en condiciones de deshidratación o temperaturas elevadas (Kuwabara et al., 2022).

La ingesta de carbohidratos modula la expresión de interleucina-6, esto a través del glucógeno muscular. Se ha demostrado que el iniciar con bajas reservas de glucógeno

promoverá un aumento en los niveles de IL-6 circulantes aumentando la expresión de la hepcidina como resultado la absorción de hierro disminuiría (McKay et al., 2020).

Para evitar esto, los autores recomiendan una ingesta de carbohidratos de 6-8 g/kg/peso corporal o priorizar la ingesta de carbohidratos antes y durante el entrenamiento para mejorar la absorción de hierro (McKay et al., 2020).

### **Regulación de hierro a través de la hepcidina**

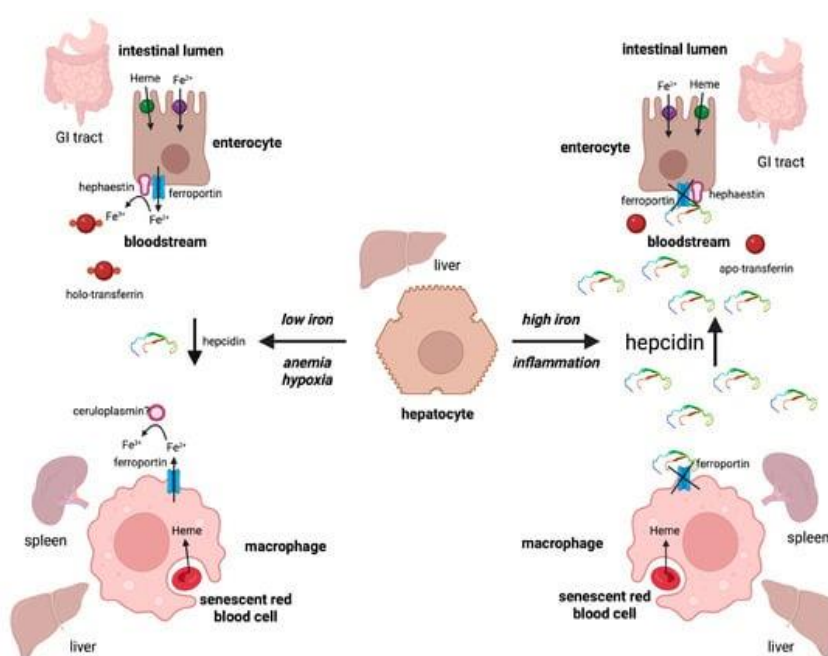
Como ya se mencionó la hormona reguladora de la absorción del hierro es la hepcidina, sin embargo, su regulación es compleja por lo tanto el estudio de las reservas del hierro en los/las atletas se vuelve difícil.

La hepcidina es una hormona peptídica que es producida principalmente por los hepatocitos en el hígado y se dirige a la ferroportina exportadora de hierro en los enterocitos intestinales, macrófagos tisulares y otras células (Charlebois & Pantopoulos, 2023).

La unión de la hepcidina ocluye el canal de exportación de hierro de la ferroportina, además, internaliza y promueve la degradación lisosomal de la ferroportina, lo que limita la entrada de hierro al torrente sanguíneo (Figura 1). La hepcidina se induce transcripcionalmente en respuesta al hierro o señales de inflamación a través de la señalización de BMP/SMAD e IL-6/STAT3 (Charlebois & Pantopoulos, 2023).

**Figura 1**

*Regulación del tráfico del hierro por la hepcidina*



*Nota.* Regulación del hierro a través de la hepcidina en condiciones de baja disponibilidad y alta disponibilidad de hierro. Reproducida de “Nutritional Aspects of Iron in Health and Disease” (p.3) por E. Charlebois y K. Pantapoulos, 2023, *Nutrients*, 15(11), 2441.

El aumento de la hepcidina también sería una adaptación contra la inanición, es decir, manteniendo el hierro almacenado y fuera de la sangre aumentando con ello los niveles de ferritina, cuando hay más ferritina las células mantienen los procesos fisiológicos básicos durante más tiempo (Badenhorst et al., 2019).

### Requerimiento de hierro en atletas

Los atletas presentan en ocasiones mayores requerimiento de ciertas vitaminas y minerales, esto es debido principalmente a la alta demanda de trabajo de sus entrenamientos. Un adecuado estado del hierro es fundamental para lograr las adaptaciones hematológicas deseadas generadas por el entrenamiento. Las recomendaciones para atletas hombres son de 8 mg/día y para mujeres de 18 mg/día, para

mujeres vegetarianas una ingesta de 33 mg/día (Kuwabara et al., 2022; Peeling et al., 2023; Sim et al., 2019).

### **Valoración del estado del hierro**

La valoración de la deficiencia del hierro en los atletas es compleja debido a múltiples factores como la etapa de competencia, la composición corporal, el estado de hidratación, menstruación, por lo que en la literatura existen diferentes formas de diagnosticar los cambios en los diferentes parámetros del estado del hierro.

La tinción de hierro en el aspirado de la médula ósea es el método considerado el estándar de referencia para la deficiencia de hierro, el aspirado mostrará una disminución o ausencia de hierro en la médula ósea. Por la naturaleza invasiva de la prueba, rara vez se realiza, pero puede ser útil en casos complejos (Kuwabara et al., 2022).

Los valores del estado del hierro se afectan por orden cronológico empezando con los valores de ferritina, hierro sérico, saturación de transferrina, capacidad de unión del hierro, recuento de glóbulos, ancho de distribución de los glóbulos rojos volumen corpuscular medio y hemoglobina (Kuwabara et al., 2022).

La deficiencia de hierro puede ser categorizada en estadios basado en los resultados de laboratorio (Kuwabara et al., 2022; Peeling et al., 2007):

1. Depleción de las reservas de hierro: Ferritina <35 ng/mL, hemoglobina >11.5 g/dL, saturación de transferrina >16%.
2. Eritropoyesis deficiente en hierro: Ferritina <20 ng/mL, hemoglobina >11.5 g/dL y saturación de transferrina <16%.
3. Anemia por deficiencia de hierro: Ferritina <12 ng/mL, hemoglobina <11.5 g/dL, saturación de transferrina <16%.

Los 2 primeros estadios no son clasificados como anemia ya que existe suficiente hierro para el recambio de glóbulos rojos, pero si puede existir un riesgo latente hacia el estadio 3 (Kuwabara et al., 2022).

Existe otra clasificación de 4 categorías para el almacenamiento de hierro (DellaValle, 2013; Mielgo-Ayuso et al., 2018; Reinke et al., 2012):

1. Depósitos de hierro adecuados: Ferritina >100 ng/dL más un índice de saturación de transferrina >20% y hemoglobina >12 g/Dl.
2. Deficiencia funcional de hierro: Ferritina 30-99 ng/dL o 100-299 ng/dL más un índice de saturación de transferrina <20%.
3. Deficiencia absoluta de hierro: Ferritina <30ng/dL.
4. Anemia: Hemoglobina <12 g/dL (mujeres).

### Principales parámetros hematológicos en el deporte

En los laboratorios se obtienen distintos parámetros para los estudios hematológicos como: la serie roja, blanca y metabolismo del hierro, sin embargo, la literatura actual solo utiliza algunos de estos para los deportistas, como se resumen en la tabla 1:

**Tabla 1**

*Resumen de los parámetros de la serie roja y su interpretación fisiológica.*

Compartimentos	Parámetro sanguíneo y valor estándar (adulto sano)	Significado fisiológico
Hematología y serie roja	Recuento de hematíes: H: 4.5-6.5 mill/mm <sup>3</sup> M: 3.8-5.8 mill/mm <sup>3</sup>	Su disminución se da en anemias general y su aumento en estados de deshidratación
	Hemoglobina (Hg): H: 14-18 g/dL M: 12-16 g/dL (deportes de resistencia estos valores a la baja)	Su disminución se da en anemias, hemodilución e hiperhidratación o déficit de Fe.

Compartimentos	Parámetro sanguíneo y valor estándar (adulto sano)	Significado fisiológico
Hematología y serie roja	Hematocrito: H: 40-50% M: 35-45%	Disminución en casos de pseudoanemia, habitual en deportes de resistencia aeróbica de larga duración.
	Volumen corpuscular medio: 80-100 fL	Disminución en anemia ferropenia y aumento en casos de anemia megaloblástica, déficit de vitamina B12 o ácido fólico. Valores de VCM altos quieren decir que los glóbulos rojos son viejos, menos flexibles y tienen más susceptibilidad a romperse.
	Reticulocitos: 0.5-1.5% totales de los hematíes	Los reticulocitos aumentan cuando se realizan exposiciones en hipoxia, estancias de altitud, toma de EPO o también en estados de anemia.

*Nota:* Adaptado de “Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas”, A. Urdampilleta, R. López-Gruoso, J.M. Martínez-Sanz, J. Miego-Ayuso, 2014, *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18 (3), pp.157-159 (<https://doi.org/10.14306/renhyd.18.3.24>). CC-BY-NC.

**Tabla 2**

*Resumen de los parámetros de la serie blanca y su interpretación fisiológica de la serie blanca.*

Compartimentos	Parámetro sanguíneo y valor estándar (adulto sano)	Significado fisiológico
Hematología y serie blanca	Leucocitos: 4,000-10,000/mm <sup>3</sup>	Disminuyen sus valores cuando las defensas están bajas sobre todo en estados de desnutrición o déficit de glucógeno, cuando la planificación deportiva ha sido muy exigente y en estados de sobreentrenamiento.
	Linfocitos: 45-65%	Disminuyen cuando hay esfuerzos de gran volumen de entrenamiento o se toman esteroides.
	Neutrófilos: 55-70%	Con déficit de vitamina B12, disminuyen. Se dan aumentos en esfuerzos submáximos prolongados, gran estrés o infecciones bacterianas.
	Eosinófilos: 1-4%	En situaciones de gran estrés y ejercicio físico intenso, disminuyen.

*Nota:* Adaptado de “Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas”, A. Urdampilleta, R. López-Gruoso, J.M. Martínez-Sanz, J. Miego-Ayuso, 2014, *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18 (3), pp.157-159 (<https://doi.org/10.14306/renhyd.18.3.24>). CC-BY-NC.

**Tabla 3**

*Resumen de los parámetros del metabolismo del hierro y su interpretación fisiológica.*

Compartimentos	Parámetro sanguíneo y valor estándar (adulto sano)	Significado fisiológico
Metabolismo del hierro	Hierro sérico: H: 45-170 ng/dL M: 50-140 ng/ dL	Puede haber muchas variaciones, según la necesidad, de utilización de éste con más razón en el deporte.
	Ferritina: H: 12-300 ng/mL M: 10-150 ng/mL	Una disminución de la ferritina (déficit de hierro), es suficiente para realizar una intervención dietética nutricional (estado preanémico), ya que una bajada en los valores por debajo de 12-14 mg/dL, mujer-hombre, significaría una anemia. Los deportistas de larga duración suelen tener habitualmente bajo sus niveles. Su disminución puede deberse al déficit de hierro dietético, deficiencia de proteínas, sangrado intestinal o impacto constante contra el pavimento.
	Deportistas de Resistencia: 12-60 ng/mL	



Compartimentos	Parámetro sanguíneo y valor estándar (adulto sano)	Significado fisiológico
Metabolismo del hierro	Transferrina: 200-400 mg/dL	Elevación en déficit de Fe o anemia ferropénica y, en casos de hipoproteinemia, puede darse una disminución. En los deportistas está ligeramente aumentada.

*Nota:* Adaptado de “Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas”, A. Urdampilleta, R. López-Grueso, J.M. Martínez-Sanz, J. Miego-Ayuso, 2014, *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18 (3), pp.157-159 (<https://doi.org/10.14306/renhyd.18.3.24>). CC-BY-NC.

Los valores hematológicos de la fórmula roja pueden ayudar a comprender mejor las adaptaciones que está ocasionando el entrenamiento, la fórmula blanca puede brindar información acerca del sistema inmunológico del deportista y que tanto está afectando la carga de entrenamiento al atleta y el estudio del metabolismo del hierro permite indicar pautas nutricionales para lograr completar las adaptaciones requeridas por el entrenamiento y el deporte.

### **Composición corporal**

El estudio de la composición corporal brinda herramientas a los entrenadores y nutriólogos en el deporte para el desarrollo, monitoreo y análisis de las características antropométricas de un determinado sujeto en su deporte. El estudio de la composición corporal intenta descomponer y cuantificar el peso o masa del cuerpo en sus componentes básico. El peso corporal puede estudiarse en varios niveles, desde elementos químicos básicos y tejidos específicos hasta el cuerpo completo. La composición corporal es un factor que influye en el rendimiento deportivo y, es de gran interés para los atletas (Malina, 2007).

La composición corporal se puede abordar desde 5 niveles (Malina, 2007):

1. Nivel atómico.
2. Nivel molecular.
3. Celular.
4. Tejidos.
5. Cuerpo entero.

### **Métodos para evaluar la composición corporal**

Los profesionales en el deporte deben tener conocimiento de los distintos métodos para evaluar la composición corporal, como las ventajas y desventajas para cada uno de ellos.

En la tabla 4 se resumen los distintos métodos para la composición corporal dividido en 2 categorías: métodos indirectos y doblemente indirectos (Moreira et al., 2015)

**Tabla 4**

*Métodos para evaluar la composición corporal.*

Técnica de estimación	Métodos
Métodos indirectos	Tomografía axial computarizada Resonancia magnética nuclear Absorciometría dual de rayos X Pletismografía
Métodos doblemente directos	Impedancia bioeléctrica Antropometría

*Nota:* Adaptado de “Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas”, por O. Costa Moreira, D. Alonso-Aubin, C. Patrocinio de Oliveira, R. Candia-Luján, J.A de Paz, 2015, *Archivos de Medicina del Deporte*, 32

(6), p. 392 ([https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1\\_costa\\_moreira.pdf](https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf)).

Copyright 2015 por Archivos de Medicina del Deporte.

## **Antropometría**

Es un método de medición que presenta datos de forma objetiva para así tener una evaluación de las dimensiones físicas y composición corporal de los atletas. Sus ventajas principales son un bajo costo y una mayor portabilidad que otros métodos (Suverza & Haua, 2010).

## **Modelos para el cálculo de las masas en la composición corporal**

En el ámbito deportivo existen distintos modelos para obtener estimaciones de la cantidad de masa muscular, masa grasa, masa ósea, piel y peso residual tienen los atletas.

### **Modelo bicompartimental**

El modelo bicompartimental divide al cuerpo humano en 2 componentes principales: masa grasa y masa libre de grasa. Este modelo es el de mayor uso para el estudio de la composición corporal (Suverza & Haua, 2010).

### **Modelo de 5 compartimentos**

Una forma directa para evaluar la composición corporal fue el que se realizó en cadáveres humanos en la universidad de Bruselas en el que también se comparó el método de cinco compartimentos o de masas fraccionales (piel, tejido adiposo, músculo, hueso, residual)(Ross & Kerr, 1993).

Las variables para la derivación de masa fraccionales son las siguientes (Ross & Kerr, 1993):

1. Masa de piel
  - Peso corporal
  - Estatura
2. Masa de tejido adiposo
  - Pliegue cutáneo tricipital

- Pliegue cutáneo subescapular
  - Pliegue cutáneo supraespinal
  - Pliegue cutáneo abdominal
  - Pliegue cutáneo de la parte frontal del muslo
  - Pliegue cutáneo de la pantorrilla medial
3. Masa muscular
- Perímetro del brazo relajado corregido por el pliegue cutáneo tricipital
  - Perímetro del antebrazo (no corregido)
  - Perímetro de la caja torácica, corregido por el pliegue cutáneo subescapular
  - Perímetro del muslo, corregido por el pliegue cutáneo de la parte frontal de muslo
  - Perímetro de la pantorrilla, corregido por el pliegue cutáneo de la pantorrilla media
4. Masa ósea
- Diámetro biacromial
  - Diámetro biliocrystal
  - Diámetro biepicondilar del húmero
  - Diámetro bicondilar del fémur
  - Perímetro de la cabeza
5. Masa residual
- Perímetro de la cintura, corregido por el pliegue cutáneo abdominal
  - Diámetro antero-posterior de la caja torácica
  - Diámetro transversal de la caja torácica

El modelo ha mostrado una buena eficiencia en el cálculo de las masas fraccionales, especialmente en el cálculo de la masa ósea y muscular (Ross & Kerr, 1993)

### **Pliegues cutáneos**

La evaluación del grosor de los pliegues cutáneos implica el uso de un calibrador para medir un doble pliegue de piel, en una variedad de sitios diferentes, para establecer

una medición general de la adiposidad subcutánea. Este método es económico que requiere un equipo mínimo (Kasper et al., 2021).

La Sociedad Internacional para el avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés), establece estándares en 8 sitios para la toma de los pliegues cutáneos y es considerado por muchos como la mejor práctica en entornos deportivos aplicados (Kasper et al., 2021).

El uso de la sumatoria de pliegues cutáneos ha tomado gran utilidad en la actualidad por lo cual se recomienda su uso en lugar de un valor de porcentaje relativo, es importante obtener datos que se pueden utilizar para la misma población y para estudios posteriores (Kasper et al., 2021).

### **Fórmulas porcentaje de grasa en atletas**

Las fórmulas para el cálculo de porcentaje de grasa de Faulkner y Carter fueron validadas en poblaciones atléticas, específicamente en nadadores y atletas olímpicos, respectivamente (Carter, 1982; Faulkner, 1968).

Las fórmulas para calcular el porcentaje graso tienen una variación, se recomienda utilizar la misma fórmula o la sumatoria de 6 u 8 pliegues para el seguimiento longitudinal (Vaquero-Cristóbal et al., 2020).

### **Hidratación en el deporte**

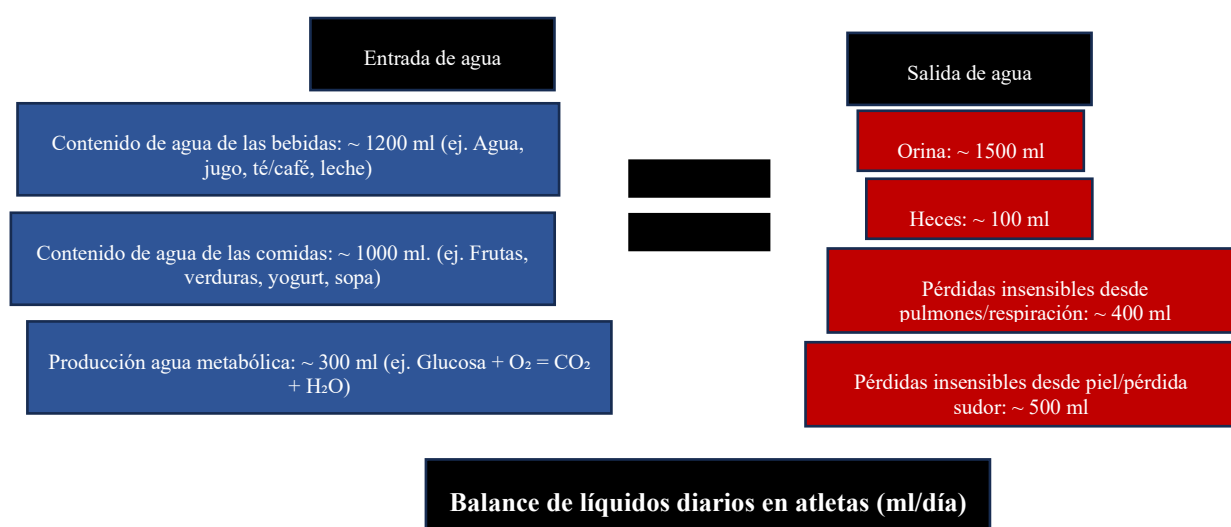
Durante los distintos tipos de ejercicio, la evaporación del sudor desempeña un papel importante en la disipación del exceso del calor producido por el músculo o absorbido del entorno. Este proceso es fundamental para la respuesta termorreguladora al ejercicio, su efecto secundario es la reducción de las reservas de agua corporal (Burke, 2019).

Los atletas pueden contrarrestar las pérdidas de sudor consumiendo líquidos durante la sesión o, en menor medida, mediante una hiperhidratación previa a la actividad física, sin embargo, en la mayoría de las situaciones las pérdidas de sudor superan a la oportunidad o el deseo de consumir líquidos (Burke, 2019).

El contenido de líquidos en el cuerpo humano generalmente fluctúa en alrededor del 1% de la masa corporal cada día, según los cambios de agua (alimentos y líquidos), la producción de agua metabólica y la pérdida de fluidos (sudor, orina, heces y pérdida de líquidos respiratorios) en la figura 2 se resumen los componentes involucrados (Burke, 2019).

**Figura 2**

*Balance diario de agua en un atleta*



*Nota.* Imagen traducida al español, las cifras son aproximadas y representan valores de referencia para una persona sedentaria. Modificada de “*Heat Stress in Sport and Exercise*” (p.114), por L. M. Burke, 2019, Springer Nature.

### Efectos fisiológicos de la hipohidratación

La deshidratación provoca la pérdida de líquido intracelular y extracelular, las pérdidas de sudor asociadas al ejercicio conducen a una reducción del volumen plasmático y un aumento en la concentración de electrolitos conocida como hipovolemia hipertónica. La hipohidratación debido al uso de diuréticos, o la diuresis asociada a la altitud y a ambientes fríos produce hipovolemia isotónica (Burke, 2019).

El ejercicio en el calor crea una “hipohidratación relativa”, debido a la redistribución del flujo sanguíneo hacia la piel para ayudar en la disipación del calor, esto genera una mayor carga cardiovascular con un aumento en la frecuencia cardíaca para adaptarse a la reducción del volumen sistólico (Burke, 2019).

La competencia con la circulación periférica y central por el volumen plasmático reducido lleva a una disminución del flujo sanguíneo muscular y en la reserva aeróbica. Otros factores asociados con la hipohidratación son tasas aumentadas y de utilización de glucógeno muscular, reclutamiento de unidades motoras y retroalimentación aferentes, así como elevaciones de la temperatura de la piel, incomodidad y distracción derivada de la sed (Burke, 2019).

### **Densidad específica de la orina y color de la orina**

Las medidas más simples y prácticas para evaluar el estado de hidratación, especialmente en trabajos de campo, incluyen el análisis de las características de la orina (Burke, 2019)

La orina se compone de agua y otras varias sustancias cuya concentración aumenta medida que disminuye el volumen de agua. La gravedad específica de la orina (USG) y el color son métodos de evaluación de la hidratación urinaria (Barley et al., 2022).

La gravedad específica de la orina se evalúa colocando un pequeño volumen de orina en un refractómetro y la densidad de la orina se compara con agua bidestilada (densidad = 1,000) (Barley et al., 2020).

Un resultado superior a 1,020 se considera hipohidratado como se muestra en la tabla 5 (Burke, 2019).

**Tabla 5**

*Gravedad específica de la orina y su interpretación.*

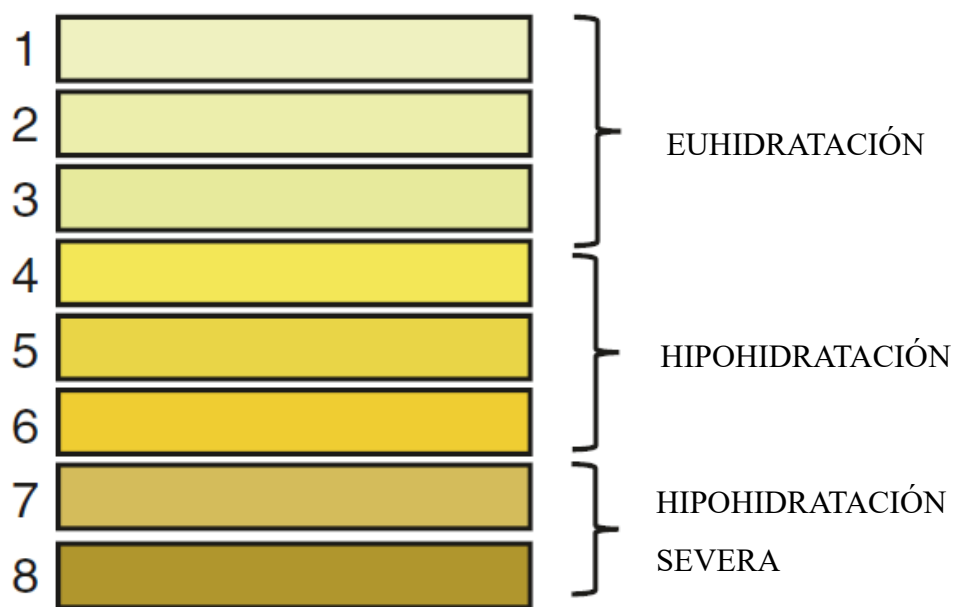
Gravedad específica de la orina	Interpretación
1.001-1.010	Bien hidratado/hiperhidratado
1.011-1.020	Euhidratado
1.021-1.030	Hipohidratado
>1.031	Severamente hipohidratado

*Nota.* Imagen traducida al español. Colores de la orina y su interpretación: hidratado, hipohidratado y severamente hipohidratado. Adaptada de “*Heat Stress in Sport and Exercise*” (p.121), por L. M. Burke, 2019, Springer Nature ([https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-93515-7\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-93515-7_6)). Copyright 2019 Springer Nature Switzerland AG.

Los cambios en el color de la orina también son útiles para evaluar el estado de hidratación de los atletas pueden evaluarse fácilmente mediante la comparación con tablas de colores (figura 3) (Burke, 2019).

**Figura 3**

*Color de la orina y estado de hidratación*





*Nota.* Imagen traducida al español. Colores de la orina y su interpretación: hidratado, hipohidratado y severamente hipohidratado. Modificada de “*Heat Stress in Sport and Exercise*” (p.121), por L. M. Burke, 2019, Springer Nature.

A pesar de que la literatura no muestre que la planificación mejore el rendimiento deportivo es importante, educar a los atletas en cuanto a la hidratación para evitar pérdidas de sudoración excesiva sobre todo en ambientes calurosos o estados de hiponatremia por la ingesta excesiva de líquidos (Kenefick, 2018).

### **Características dietéticas en los deportistas**

Los deportistas de las distintas disciplinas requieren diferentes cantidades de macronutrientes y micronutrientes, ciertos deportes necesitarán una mayor ingesta de carbohidratos, como los deportes de resistencia de larga duración en comparación con los deportes de fuerza como la halterofilia.

La ingesta adecuada de nutrientes es esencial para que los atletas prevengan enfermedades y lesiones, optimizando el rendimiento deportivo (Thomas et al., 2016). La necesidad de la educación nutricional y la evaluación dietética debe realizarse de forma rutinaria, sin embargo, la evaluación nutricional precisa para los atletas en situaciones prácticas es compleja (Ishikawa-Takata et al., 2021).

Es interesante observar si los atletas cumplen con espacios de tiempo y específicos para las comidas ya que estas pueden desempeñar un papel importante en el logro de los objetivos de la nutrición deportiva. El momento y la frecuencia de ingesta de energía o nutrientes tienen implicaciones para el metabolismo o la disponibilidad de nutrientes y pueden manipularse para lograr metas nutricionales específicas (Burke et al., 2003)

Los atletas presentan una serie de desafíos prácticos inusuales para cumplir sus requerimientos nutricionales. Problema como un estilo de vida ocupado, temor a las molestias gastrointestinales o falta de apetito posterior al entrenamiento pueden

determinar la oportunidad de ingesta de alimentos y líquidos a lo largo del día (Burke et al., 2003).

Para ello existen diferentes métodos de evaluación de las características nutricionales en la población general y los deportistas, entre ellos podemos encontrar el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA), recordatorio de 24 horas (R24H), entre otros.

El cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) se considera un método eficaz para evaluar la ingesta dietética habitual, pero deben desarrollarse o validarse con la población objetivo. El tamaño de las porciones, el uso de suplementos y la elección de alimentos son considerados especialmente importante en la evaluación de la ingesta dietética de los atletas (Ishikawa-Takata et al., 2021).

Los cuestionarios de frecuencia de alimentos a menudo se utilizan para conocer la ingesta media de energía y macronutrientes, también se puede utilizar para conocer la ingesta de otros nutrientes, como el consumo habitual de antioxidantes, vitaminas y minerales (Capling et al., 2017).

El cuestionario de frecuencia de grupos de alimentos es una variación del cuestionario de frecuencia de alimentos. A través de este cuestionario se pregunta a cada voluntario por el patrón de 19 grupos de alimentos como se muestra en la figura 4 (Goni Mateos et al., 2016).

**Figura 4**

*Cuestionario de la frecuencia de consumo de grupo de alimentos*

Grupo de alimentos	CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO														
	Nunca o casi nunca	Al mes			A la semana						Al día				
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Lácteos enteros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lácteos semi/desnatados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huevos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carnes magras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carnes grasas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescado blanco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescado azul	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frutas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frutos secos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legumbres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceite de oliva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras grasas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereales refinados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereales integrales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Repostería industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Azúcares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alcohol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Nota.* Reproducida de “Validación de un cuestionario de frecuencia de grupos de alimentos basados en un sistema de intercambios”, por L. Goni Mateos, M. Aray Miranda, A. Martínez H. y M. Cuervo Zapatel, 2016, *Nutrición Hospitalaria*, 33(6), 1391-1399.

Para su análisis se calculó la media diaria de ingesta energética y distribución de macronutrientes. Este cuestionario fue validado por un diario dietético de 7 días, mostrando una validez aceptable en la estimación de la ingesta de energía y macronutrientes (Goni Mateos et al., 2016).

Para el análisis en el cuestionario de frecuencia de alimentos se dividen las porciones de semana y mes a ingesta al día, dividiéndose entre 7 y 30 respectivamente (Reid et al., 2005).

Cabe destacar que existen errores debido a que muchas veces estos cuestionarios no son validados de forma adecuada, ya que muchas veces se evalúa la relación entre 2 métodos en lugar de la concordancia. La literatura existente demuestra una variabilidad entre los métodos de evaluación dietética, y se observa una subdeclaración y una mala declaración del consumo de parte de los atletas (Capling et al., 2017).

## **Antecedentes en el voleibol de playa**

El voleibol de playa es un deporte complejo que requiere de un adecuado monitoreo de los parámetros hematológicos y como se ven afectados con el entrenamiento y la nutrición. La adecuada composición corporal es importante para conocer las características que tienen los y las atletas para obtener un máximo rendimiento. La hidratación y los patrones alimenticios jugarán un papel importante en la obtención de resultados favorables en el rendimiento y la salud de los atletas, sin embargo, en el voleibol de playa estas variables son poco estudiadas.

## **Parámetros hematológicos**

La escasez de información específica sobre los parámetros hematológicos en el voleibol de playa es evidente en la literatura científica actual. Para comprender mejor estos parámetros y su relevancia, se han llevado a cabo estudios en el contexto de voleibol de sala, estos estudios proporcionan información valiosa y la importancia de conocer estos valores en poblaciones entrenadas.

En una muestra de 152 mujeres, 85 atletas de alto nivel de distintas disciplinas deportivas, entre ellas 36 mujeres que practicaban voleibol comparadas con 67 mujeres no atletas, se estudiaron las diferencias en el estado hierro (Ponorac et al., 2020). Se encontraron niveles bajos de ferritina y saturación de transferrina en comparación con las no atletas. También se encontró una relación entre el volumen de entrenamiento semanal y los niveles de estos parámetros. Las mujeres que realizaban deporte de alto nivel, presentaban un mayor riesgo de deficiencia de hierro que las mujeres que no hacían ejercicio físico (Ponorac et al., 2020).

En otro estudio en jugadoras de voleibol femenino de élite pertenecientes a un equipo de la super liga española se evaluó el estado de los depósitos de hierro mediante los cambios producidos en la ferritina sérica e índice de saturación de transferrina y se evaluó la ingesta de hierro tras 11 semanas de entrenamiento, al inicio de la pretemporada (0 semanas) y al final de pretemporada (11 semanas) (Mielgo-Ayuso et al., 2012). Al final de la pretemporada los valores de ferritina disminuyeron y se redujo significativamente los índices de saturación de transferrina, la ingesta de hierro fue de 25 mg/día lo que no

fue suficiente para prevenir la deficiencia de hierro a lo largo de las 11 semanas. El 20% de las atletas presentaron un estado latente de déficit de hierro (Mielgo-Ayuso et al., 2012).

En una investigación adicional realizada por el mismo autor, se estudiaron el hierro sérico, ferritina sérica, índice de saturación de transferrina, transferrina, hemoglobina y el hematocrito en 22 voleibolistas de élite que había sido suplementadas 10 semanas antes con 325 mg de sulfato ferroso al día ( $n = 11$ ) y un grupo control ( $n = 11$ ) durante 18 semanas (Mielgo-Ayuso et al., 2018).

Al cese de la suplementación, se encontró una diferencia significativa entre los grupos, después de 11 semanas no hubo diferencia entre el grupo suplementado y el grupo control y a las 18 semanas los beneficios de la suplementación con hierro desaparecieron por completo (Mielgo-Ayuso et al., 2018).

Se han revisado los estudios existentes en el voleibol de sala y destacado la importancia de obtener estos parámetros en el voleibol de playa e investigar el riesgo que tienen las atletas de este deporte sobre los parámetros hematológicos.

### **Composición corporal**

La estatura es una variable antropométrica importante para el rendimiento en el voleibol de playa. De 1992 al 2010 se analizaron 56 mujeres ganadoras de los principales torneos de voleibol por parte de la Federación Internacional de Voleibol (FIVB, por sus siglas en inglés). Las ganadoras tuvieron una media de estatura de  $170.8 \pm 6.1$  cm. Para las bloqueadoras la estatura puede ser una ventaja muy importante (Giatsis et al., 2011).

Las bloqueadoras presentaron una mayor estatura ( $182.1 \pm 5.2$  cm.) que las defensoras ( $173.7 \pm 4.9$  cm.), los autores resaltan que en un espacio más cerrado como en el voleibol de playa la estatura brinda una ventaja (Giatsis et al., 2011).

En 2019, se evaluaron a 12 jugadoras italianas de voleibol de playa, las medidas antropométricas fueron tomadas siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés). Se midió el grosor de los pliegues de grasa subcutánea y se obtuvieron los siguientes parámetros: índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa (MG%), área muscular de brazo (ABM), área muscular del muslo (AMM) y somatotipo (D'Anastasio et al.,

2019). Se encontró una estatura promedio de 165.8 cm., una masa corporal de 61.18 kg., un porcentaje de grasa corporal de 22.97% y un índice de masa corporal de 22.96 kg/m<sup>2</sup>. El somatotipo que predominó en las jugadoras fue el endomórfico. Los autores destacan la estatura y la masa muscular como variables fundamentales en el voleibol de playa (D'Anastasio et al., 2019).

Hasta donde se tiene conocimiento solo se ha realizado un estudio en las seleccionadas mexicanas de voleibol de playa (n=4), en el cual se investigaron la composición corporal rumbo a los juegos olímpicos de Tokio 2021. Se aplicó el método de somatotipo de Heath-Carter, la estructura morfo-tricompartimental se dividió en masa muscular, masa ósea y grasa corporal bajo el protocolo de perfil restringido por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Barajas-Pineda et al., 2023).

El equipo nacional femenino mostró una altura promedio de 1.77 m., un peso corporal de 72.32 kg., con un porcentaje de grasa de 19.37%, masa grasa de 14.02 kg., y masa muscular de 29.62 kg. Las jugadoras mexicanas presentaron un somatotipo mesomórfico balanceado (Barajas-Pineda et al., 2023).

Otras variables antropométricas estudiadas en el voleibol de playa femenino han sido el alcance de miembros superiores relacionado con mejores habilidades de saque, recepción, ataque y bloqueo, sin embargo, existen pocos datos sobre las extremidades superiores e inferiores en los estudios. Las bloqueadoras y defensoras pueden presentar diferencia en su altura y peso corporal (García de Alcaraz et al., 2021).

### **Características dietéticas e hidratación**

La evidencia es limitada en la investigación de los hábitos dietéticos de las jugadoras de voleibol de playa. Se ha informado que el gasto de energía en el voleibol de playa universitario tiende a ser de 100-110 cal/kg por semana generados por el entrenamiento (Bozzini et al., 2021).

Las atletas pueden presentar un alto riesgo de baja disponibilidad energética por el bajo consumo dietético y las altas demandas del entrenamiento, el bajo consumo de energía es la principal causa de la triada de la atleta femenina que consta de tres 3

condiciones interrelacionadas: trastornos alimenticios, amenorrea y osteoporosis (Mountjoy et al., 2018).

Se han investigado los cambios en el peso corporal y la ingesta de líquidos voluntaria en jugadores de voleibol de playa en un torneo oficial. Participaron en el estudio un total de 47 jugadores, se incluyeron deportistas de élite ( $n = 21$ ) que habían competido a nivel internacional y no élite ( $n = 26$ ) que solo habían competido a nivel nacional. El torneo tuvo una duración de 3 días recopilando datos para cada día, el peso antes del partido y después del partido para obtener la pérdida de sudor en gramos y los niveles de líquidos consumidos (Zetou et al., 2008).

La ingesta media voluntaria de líquidos fue de 1039 ml/h y la pérdida de sudor de 1996 ml/h. El cambio porcentual en el balance de líquidos para los jugadores fue de -0.8% y -1.14% ml/h. Los jugadores lograron mantener la deshidratación en niveles bajos y no enfrentaron riesgo de deshidratación, a pesar de que las condiciones fueron exigentes y el riesgo de deshidratación era grande (Zetou et al., 2008).

Futuras investigaciones deberían replicar este estudio en muestras femeninas, con el fin de comparar los resultados de sus contrapartes masculinas.

## **Metodología**

### **Diseño**

La presente investigación se trata de un estudio cuantitativo observacional de corte transversal, debido a que solo se realizó una toma de datos en las atletas. El periodo competitivo en el que se encontraban las atletas fue la etapa preparatoria general.

### **Muestra**

Formaron parte del estudio 8 jugadoras de voleibol de élite que conformaban parte de la Selección Mexicana de voleibol de playa.

**Criterios de inclusión**

- Jugadoras de voleibol de la selección mexicana de voleibol de playa.
- Encontrarse concentradas en el Centro de Alto Rendimiento Niños Héroes, Nuevo León, México.

**Criterios de exclusión**

- Estar en desacuerdo con el consentimiento informado.
- No formar parte de la selección mexicana de voleibol de playa.
- Consumir algún suplemento de hierro y sus distintas presentaciones, además de no estar consumiendo vitaminas del complejo B.
- Diagnóstico de alguna enfermedad.

**Criterios de eliminación**

- No asistir a las evaluaciones.
- No cumplir con las condiciones previas a la toma de muestras (ayuno y sin ejercicio físico).
- Presentar alguna lesión en el momento de la toma de muestras.

**Variables****Variables dependientes**

Parámetros hematológicos.

**Variables independientes**

Composición corporal, hidratación y características dietéticas.

**Consideraciones éticas**

Las participantes fueron previamente informadas del procedimiento a realizar, asegurando la protección y bienestar de las participantes siguiendo los principios éticos de acuerdo con la declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013).



## **Instrumentos**

La obtención de las muestras de sangre para los parámetros hematológicos se llevó a cabo por el laboratorio “Punto Alser” para su posterior análisis.

Los materiales utilizados para la valoración antropométrica se presentan a continuación y las variables antropométricas a medir en la proforma en el anexo C:

- Báscula marca Seca.
- Estadímetro marca SmartMet.
- Plicómetro Slim Guide.
- Cintra antropométrica marca Lufkin.
- Segmómetro de envergadura marca SmartMet.
- Banco antropométrico.

Instrumentos utilizados para la evaluación de la hidratación:

- Vasos para muestras de orina.
- Agua destilada.
- Refractómetro marca ATC modelo KIB-70.
- Guía de colores de la orina para la interpretación de la hidratación.

Por último, para la evaluación nutricional se realizó un cuestionario de frecuencia de grupos de alimentos (Anexo D). El cuestionario estaba constituido de 19 grupos de alimentos para conocer la frecuencia de ingesta de los grupos de alimentos principales como lácteos, frutas, verduras, ingesta de líquidos entre otros. Las atletas seleccionaron su frecuencia en porciones al día, a la semana, al mes o sin ingesta. El cuestionario se realizó por personal capacitado y se resolvieron dudas sobre el tamaño de la porción de los grupos de alimentos.

## **Procedimiento**

Las 8 jugadoras de la Selección Mexicana de voleibol de playa estaban en concentración en el Centro de Alto Rendimiento Niños Héroes, Nuevo León, México. Se pidió a las atletas acudir en estado completo de ayuno sin consumo previo de alguna bebida que aumentará la diuresis como café o té.

En primer lugar, se obtuvieron las muestras de orina de la primera hora de la mañana en los recipientes correspondientes para su posterior análisis, después se les realizó la siguiente pregunta; ¿Qué tan sedienta te sientes?, con una escala ascendente del 1-10. Donde el 1 representaba “muy muy poca sed” y el 10 “muy, mucha sed”.

Como segunda parte, siguiendo el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK), se evaluaron las siguientes variables antropométricas (Anexo C):

Medidas básicas:

- Peso en kilogramos.
- Talla en centímetros.
- Envergadura.

Perímetros:

- Brazo relajado.
- Antebrazo.
- Tórax.
- Muslo 1 cm.
- Pierna.

Pliegues cutáneos:

- Tríceps.
- Subescapular.
- Cresta ilíaca.
- Abdominal.
- Supraespinal
- Muslo medio.
- Pantorrilla.

Posterior al protocolo de la evaluación antropométrica, las atletas pasaron con el personal capacitado para responder el cuestionario de frecuencia de grupos de alimentos, cualquier duda presentada se resolvieron por el personal (Anexo D).

Por último, el laboratorio de análisis clínicos “Punto Alser” ubicado en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México, se encargó de todo el procedimiento para las muestras de sangre. El análisis de los parámetros hematológicos se obtuvo a través del método citometría de flujo, mientras que el perfil de hierro y los niveles de ferritina a través de los métodos de espectrofotometría e inmunoensayo de electroquimioluminiscencia., respectivamente.

### **Métodos**

Para la estimación del % de grasa se utilizó la fórmula de Yuhasz modificada por Carter (Lindsay Carter, 1982)., los kilogramos de masa grasa se obtuvieron a partir de la masa corporal y el % de grasa.

Para estimar el tejido muscular de las atletas se utilizó el fraccionamiento en 5 masas, donde se obtiene la masa muscular a través de los perímetros corregidos (Ross & Kerr, 1993).

Para el cálculo de las porciones por día obtenidas con el cuestionario de frecuencia de grupos de alimentos se dividió entre 7 para las atletas que respondieron las porciones por semana de cierto grupo de alimentos y entre 30 para las atletas que respondieron las porciones por mes de cierto grupo de alimentos (Reid et al., 2005).

### **Análisis estadístico**

Los resultados se informan con estadística descriptiva en medias y desviaciones estándar, además se incluyen los intervalos de confianza al 90% por cada variable estudiada, excepto para los resultados de las características generales de las atletas. Se realizó una prueba *t* de Student para una muestra comparando los resultados obtenidos en nuestro estudio con los valores de referencia de población atlética. Una atleta fue excluida del análisis de orina por razones relacionadas con su ciclo menstrual.

Para la correlación entre la frecuencia de grupo de alimentos y los valores del estado del hierro se utilizó la correlación bilateral de Spearman. El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS versión 26 utilizando un nivel de significancia de  $p < .05$ .

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron en el presente estudio.

En la tabla número 6 se presentan las características generales de las jugadoras de voleibol de playa.

**Tabla 6**

*Características generales de las atletas.*

Datos generales	M ± DE
Edad (años)	21.90 ± 2.23
Peso (kilogramos)	69.73 ± 13.01
Estatura (centímetros)	175.53 ± 8.53
Años de experiencia en el deporte (años)	10 ± 3.54

*Nota.* Los datos son presentados en media (M) y desviación estándar (DE)

Para responder al primero y segundo objetivo específico se presentan las tablas número 7, 8 y 9, donde se describen los valores de la serie roja, serie blanca y plaquetas.

En la tabla 7 se muestra una diferencia significativa con la *t* de Student para la ferritina y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CMHC) comparada con valores de referencia en población atlética.

**Tabla 7***Resultados de la serie roja en las atletas.*

Serie roja	M $\pm$ DE	IC 90%	t de Student
Hierro ( $\mu\text{g/dL}$ )	96.62 $\pm$ 13.01	76.85; 116.39	$t = .156; p = .881$
Saturación (%)	27.43 $\pm$ 8.55	21.70; 33.16	$t = 2.127; p = .071$
Transferrina (mg/dL)	283.38 $\pm$ 34.26	260.42; 306.33	$t = -1.372; p = .212$
TIBC ( $\mu\text{g/dL}$ )	354.16 $\pm$ 42.90	325.42; 382.91	---
Ferritina (ng/mL)	40.33 $\pm$ 14.27	30.77; 49.89	$t = -7.860; p < .001^{**}$
Eritrocitos (m/uL)	4.53 $\pm$ 0.16	4.42; 4.65	---
Hemoglobina (g/dL)	13.57 $\pm$ 0.68	13.11; 14.03	$t = -1.752; p = .123$
Hematocrito (%)	40.52 $\pm$ 2.44	38.88; 42.16	$t = .607; p = .563$
VCM (fL)	90.28 $\pm$ 2.70	88.47; 92.09	$t = .301; p = .772$
HCM (pg)	28.92 $\pm$ 3.01	26.90; 30.94	---
CMHC (g/dL)	33.23 $\pm$ 0.32	33.01; 33.45	$t = -9.987; p < .001^{**}$

*Nota.* Los valores son presentados en media (M), desviación estándar (DE), intervalos de confianza al 90% (IC 90%), capacidad total de unión al hierro (TIBC), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM). \*\* *t* student una muestra  $p < .001$

En la tabla 8 se muestran los resultados las variables de la serie blanca con medias (M), desviaciones estándar ( $\pm$ ) e intervalos de confianza al 90%. Se encontró diferencia significativa con la *t* de Student para los linfocitos comparado con valores de referencia de población atlética.

**Tabla 8***Resultados de la serie blanca en las atletas.*

Serie blanca	M ± DE	IC 90%	t de Student
Leucocitos (K/uL)	6.16 ± 1.91	4.88; 7.44	t = -1.236; p = .256
Neutrófilos (%)	56.76 ± 11.52	49.04;64.48	t = -1.408; p = .202
Linfocitos (%)	32.18 ± 10.30	25.28; 39.09	t = -6.261; p < .001**
Monocitos (%)	7.80 ± 1.48	6.80; 8.79	---
Eosinófilos (%)	2.00 ± 1.58	0.79; 3.20	t = -.788; p = .456
Basófilos (%)	0.61 ± 0.16	0.50; 0.72	---

*Nota.* Los valores son presentados media (M), desviación estándar (DE), intervalos de confianza al 90% (IC 90%). \*\* t student una muestra p < .001

En la tabla 9 se muestran los resultados del número de plaquetas con medias (M) y desviaciones estándar (±) e intervalos de confianza al 90%.

**Tabla 9***Resultados de plaquetas en las atletas.*

Variable	M ± DE	IC 90%
Plaquetas (K/uL)	274.12 ± 55.78	236.76; 311.48
Volumen plaquetario medio (fL)	10.42 ± 0.89	9.82;11.02

*Nota.* Los valores son presentados en media (M), desviación estándar (DE), intervalos de confianza al 90% (IC 90%)

Para responder al tercer objetivo específico se presenta la tabla número 10, con las características de composición corporal y antropométricas de las atletas con medias, desviaciones estándar ( $\pm$ ) e intervalos de confianza al 90%.

**Tabla 10**

*Resultados de las variables antropométricas en las atletas*

Variable	M $\pm$ DE	IC 90%
Masa corporal (kg)	69.73 $\pm$ 13.01	61.01; 78.45
Estatura (cm)	175.53 $\pm$ 8.53	169.82; 181.25
Envergadura	179.10 $\pm$ 10.17	172.28; 185.91
$\Sigma$ 6 Pliegues cutáneos (mm)	78.25 $\pm$ 11.55	70.51; 85.98
$\Sigma$ 8 Pliegues cutáneos (mm)	100.62 $\pm$ 17.33	89.01; 112.23
$\Sigma$ Perímetros corregidos (cm <sup>2</sup> )	221.87 $\pm$ 15.42	211.87; 232.20
Grasa corporal (%)	15.69 $\pm$ 1.78	14.49; 16.89
Grasa corporal (kg)	11.00 $\pm$ 2.67	9.21; 12.79
Masa muscular (%)	41.11 $\pm$ 5.59	37.36; 44.85
Masa muscular (kg)	28.46 $\pm$ 5.03	25.09; 31.84

*Nota.* Los valores son presentados en media (M), desviación estándar (DE), intervalos de confianza al 90% (IC 90%)

Para responder al cuarto objetivo específico, se presenta la tabla número 11, con los valores del estado de hidratación presentado como medias, desviaciones estándar ( $\pm$ ) e intervalos de confianza al 90%.

**Tabla 11***Resultado del estado de hidratación en las atletas.*

Variable	M ± DE	IC 90%	Interpretación
Densidad urinaria (USG)	1.02 ± 0.003	1.02; 1.02	Euhidratado
Color orina	4.71 ± 1.11	3.89;5.53	Hipohidratación
Nivel de sed	4.42 ± 2.50	2.58; 6.26	Poca sed

*Nota.* Los valores son presentados en media (M), desviación estándar (DE), intervalos de confianza al 90% (IC 90%).

Para el objetivo específico número cinco, en la tabla 12 se presentan las porciones al día por grupo de alimentos consumidas por las atletas en medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza al 90%.

**Tabla 12***Resultado de las características dietéticas en porciones al día de las atletas.*

Variable	M ± DE	IC 90%
Verduras	1.71 ± 1.51	0.70; 2.72
Frutas	2.50 ± 1.30	1.62; 3.37
Cereales integrales	0.99 ± 1.01	0.31; 1.67
Carnes magras	0.94 ± 0.68	0.48; 1.40
Carnes grasas	0.46 ± 0.36	0.21; 0.71
Pescado blanco	0.42 ± 1.04	-0.278; 1.12
Legumbres	0.47 ± 0.72	-0.01; 0.96
Leche entera	0.63 ± 0.30	0.43; 0.84

*Nota.* Los valores son presentados en media (M), desviación estándar (DE), intervalos de confianza al 90% (IC 90%).



Para el objetivo específico número seis se muestra la tabla número 13, con las correlaciones de Spearman bilateral entre la ingesta diaria de grupos de alimentos y los valores del estado del hierro. Se encontraron valores significativos para la hemoglobina y transferrina, así como también para el grupo de carnes grasas y hemoglobina.

**Tabla 13**

*Correlaciones entre la ingesta de grupos de alimentos y los valores del estado del hierro.*

	Hierro	Transferrina	Ferritina	Hemoglobina	Carnes Magras	Carne Grasas
Transferrina	$r_s = .240$					
Ferritina	$r_s = .623$	$r_s = -.167$				
Hemoglobina	$r_s = 0.74$	$r_s = .708^*$	$r_s = -.439$			
Carnes Magras	$r_s = -.067$	$r_s = .313$	$r_s = -.398$	$r_s = .691$		
Carnes Grasas	$r_s = -.230$	$r_s = .494$	$r_s = -.482$	$r_s = .877^{**}$	$r_s = .482$	
Leche entera	$r_s = .705$	$r_s = .601$	$r_s = .350$	$r_s = .616$	$r_s = .456$	$r_s = .152$

*Nota.* \* Correlación Bilateral de  $p < .05$ . \*\* Correlación Bilateral de  $p < .01$

## Discusión

La principal contribución de este trabajo fue establecer las características hematológicas, nutricionales y de composición corporal de un grupo de atletas de voleibol de playa de élite sirviendo de parámetros de referencia para las deportistas de categorías inferiores.

Se detallan los principales parámetros hematológicos utilizados en el salud y rendimiento deportivo. Para comparar los resultados obtenidos se utilizaron distintos parámetros de referencia de población atlética (DellaValle, 2013; Mielgo-Ayuso et al., 2018; Reinke et al., 2012; Robinson et al., 2019; Urdampilleta et al., 2014). Cabe destacar que estos parámetros de referencia se tomaron de distintas disciplinas deportivas, esta es una limitación en nuestro trabajo y los resultados de las comparaciones deben ser tomados con precaución.

La mayoría de las atletas en nuestro estudio presentan valores adecuados en el estado del hierro que las encontradas en el estudio de Mielgo-Ayuso et al. (2018), donde los beneficios de la suplementación con hierro no se mantuvieron después de 11 semanas de suplementación. Esto podría ser por los distintos períodos competitivos en los que se encuentran este grupo de atletas, sin embargo, se presentaron valores disminuidos de ferritina encontrándose en el limítrofe inferior de los rangos de los parámetros de referencia de Urdampilleta et al. (2014). La concentración de hemoglobina corpuscular media se encontró ligeramente disminuida de acuerdo con los criterios de Robinson et al. (2019).

En cuanto a la serie blanca, los linfocitos en nuestro grupo de atletas se encontraron por debajo de los valores de referencia de forma significativa (Urdampilleta et al., 2014), esto puede deberse a distintos factores, pero el principal sería la consecuencia de un incremento en la intensidad del ejercicio físico que si no se modula de forma adecuada puede comprometer la recuperación de las atletas aumentando el riesgo de inmunosupresión (Chicharro & Vaquero, 2023).

En cuanto a los demás parámetros hematológicos de la serie roja, serie blanca, el estado del hierro y plaquetas todos se encontraron dentro de los valores de referencia para población atlética.

Los parámetros hematológicos deben ser monitoreados de forma longitudinal para tener un mejor control debido a que estos parámetros pueden cambiar dependiendo la temporada (Mielgo-Ayuso et al., 2018), esto puede ser una ventana de oportunidad para futuras investigaciones con voleibolistas en el voleibol de playa.

En nuestra población destaca una mayor envergadura comparado con la estatura media obtenida en este grupo de atletas, esto destaca la importancia de las cualidades de alcance en el deporte. Las mediciones de las extremidades no son estudiadas por completo en el voleibol de playa, esto abre paso a unas de las principales fortalezas en nuestro estudio que es la medida de miembros superiores a través de la envergadura (García de Alcaraz et al., 2021).

Una mayor estatura es una ventaja destacada en el voleibol, en nuestros resultados las atletas obtuvieron una estatura similar comparado con el grupo de atletas estudiado por Giatsis et al. (2011), donde se estudiaron a las parejas más ganadoras de los distintos campeonatos avalados por la Federación Internacional de Voleibol (FIVB).

En cuanto a la composición corporal las atletas, presentan un porcentaje de grasa menor comparado con voleibolistas de playa italianas (D'Anastasio et al., 2019), pero un porcentaje de grasa mayor que jugadoras españolas clasificadas por nivel de competitividad, las atletas de voleibol de playa de mayor nivel presentarán una estatura mayor y un porcentaje de grasa menor (Quiroga et al., 2020) que va de acuerdo con los resultados encontrados en nuestra muestra. Las diferencias se pueden explicar por el nivel competitivo, las atletas con mayor experiencia serían más conscientes de la importancia de mantener un % de grasa menor, ya que esto, les otorgará eficiencia mecánica en las acciones de su deporte.

El % de masa muscular fue menor al encontrado en voleibolistas de playa españolas en el estudio de Quiroga et al. (2014). La demanda de una mayor masa muscular puede ser debido a la superficie como la arena donde las atletas necesitan mayor cantidad de trabajo para disminuir el efecto de la absorción de la fuerza generada por la arena (Jimenez-Olmedo et al., 2017). Checar la cita

La limitación en cuanto al estudio de la composición y la variabilidad entre estudios son los diferentes protocolos de medidas, utilización de diferentes fórmulas y

distintos tipos de equipamiento para el cálculo del % de grasa y masa muscular, esto puede llevar a una comparación incorrecta.

Las atletas de nuestra muestra se encontraban en un estado de euhidratación según los criterios de Burke (2019) , esta es una de las fortalezas principales de nuestro estudio debido a que la metodología para el estudio de los parámetros hematológicos indica que las deportistas deben presentarse a la toma de muestras en un estado correcto de hidratación (McKay et al., 2022). Solo para una atleta no se pudieron procesar los datos para evaluar su estado de hidratación por razones de su ciclo menstrual.

Las deportistas en nuestro trabajo tienen un estado de hidratación adecuado a el cual fue evaluado a través de la densidad urinaria previo al entrenamiento, esta es otra de las fortalezas en nuestro estudio, ya que bajo nuestra revisión no se encontró literatura sobre el estado de hidratación antes de un entrenamiento en atletas mexicanas de voleibol de playa.

La sensación de sed acompañada con la ingesta de líquidos es suficiente para mantener un estado de hidratación que no afecte el rendimiento en este grupo de atletas, como ya se investigó en el estudio Zetou et al. (2008), en el cual se evaluaron a voleibolistas de playa durante sus enfrentamientos presentando un estado de deshidratación mínima que no afectaría el rendimiento.

Los resultados observados en los cuestionarios de frecuencia de alimentos mostraron una variabilidad de ingesta en los distintos grupos de alimentos por las atletas, esto favorece el consumo de distintos micronutrientes. El cuestionario de frecuencia de alimentos es un método recomendado para el estudio de las características dietéticas en población atlética (McKay et al., 2022), pero pueden existir limitaciones como una mala memoria de los sujetos para recordar su ingesta de ciertos grupos de alimentos (Reid et al., 2005).

Las voleibolistas de nuestro estudio mostraron un bajo consumo de cereales y verduras comparado con las recomendaciones generales de ingesta de carbohidratos para las diferentes cargas de trabajo (Pereira & Antonio, 2023), esto podría llevar a una baja disponibilidad de energía y a una disfunción menstrual afectando el rendimiento y la salud de las atletas (Lebrun, 2017).

No existen recomendaciones específicas de ingesta de macronutrientes para voleibol. La mayoría de las recomendaciones de ingesta vienen de guías generales de deportes de equipo o voleibol de sala. Esta es un área de oportunidad que debería cubrirse de manera detallada en futuras investigaciones (Pereira & Antonio, 2023).

Se encontró correlación con los niveles de hemoglobina y ferritina de forma significativa, esto apoyaría la sensibilidad de los niveles de ferritina como un marcador de riesgo latente para el desarrollo de anemia (Kuwabara et al., 2022).

También se encontró una correlación significativa con el consumo de carnes grasas y la hemoglobina, esto puede ser una correlación espuria ya que no se tienen investigaciones al respecto que evalúen el efecto de las carnes grasas con los niveles de hemoglobina.

Sin embargo, el consumo de carnes sobre todo rojas por la biodisponibilidad que tiene el hierro hemo apoyaría a que los niveles de hemoglobina se mantengan en población atlética (McKay et al., 2022).

Para el estudio adecuado del hierro se debe utilizar como mínimo los niveles de ferritina, concentración de hemoglobina y saturación de transferrina debido a que la disponibilidad del hierro estará influenciada por el estado basal del hierro y las características alimenticias que explican el 50-60% de la variabilidad en su absorción (McKay et al., 2022). Las atletas de voleibol de nuestro estudio mostraron niveles adecuados de hierro con el consumo actual de alimentos

Este es uno de los primeros trabajos hasta donde se tiene conocimiento en cubrir distintos parámetros en el voleibol de playa en población mexicana desde el estudio de la hematología, composición corporal, hidratación y las características de alimentación en este grupo de atletas.

## Conclusiones

En nuestro trabajo se observó como las atletas presentan parámetros hematológicos alterados, como el recuento de glóbulos blancos y los niveles de ferritina que se encontraron en el límite inferior.

Respecto a la composición corporal, en cuanto a la masa muscular se encontró disminuida comparada con otro grupo de voleibolistas de élite, respecto al porcentaje de grasa las atletas mexicanas presentan un mayor porcentaje de grasa que atletas de élite españolas pero un menor porcentaje que jugadoras italianas. La envergadura de este grupo de atletas fue mayor que su estatura promedio lo cual resalta la importancia de las extremidades superiores en el alto nivel de este deporte.

Para finalizar, la ingesta alimentaria e hidratación en la etapa de preparación general y previa al entrenamiento, respectivamente, parecen adecuadas para mantener sus depósitos de hierro, resaltando una vez más la importancia de un constante monitoreo de la ingesta dietética a lo largo de la temporada para mantener sus parámetros de salud y rendimiento deportivo.

## Referencias

- Badenhorst, C. E., Black, K. E., & O'Brien, W. J. (2019). Hepcidin as a Prospective Individualized Biomarker for Individuals at Risk of Low Energy Availability. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(6), 671–681. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0006>
- Barajas-Pineda, L., Ciria, ;, Salazar-C, M., Pedro, ;, Flores-Moreno, J., Julio, ;, Gómez-Figueroa, A., Adriana, ;, Andrade-Sánchez, I., Del, J. E., Valdivia, R., & Gómez Gómez, E. (2023). Anthropometric Profile and Body Composition of the Mexican Olympic Beach Volleyball Team. *International Journal of Morphology*, 41(1), 225–230. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022023000100225>
- Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2020). Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12970-020-00381-6>
- Bozzini, B. N., McFadden, B. A., Scruggs, S. K., & Arent, S. M. (2021). Evaluation of performance characteristics and internal and external training loads in female collegiate beach volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1559–1567. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004051>
- Burke, L. M. (2019). Hydration in Sport and Exercise. In *Heat Stress in Sport and Exercise* (pp. 113–137). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93515-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93515-7_6)
- Burke, L. M., Slater, G., Broad, E. M., Haukka, J., Modulon, S., & Hopkins, W. G. (2003). Eating Patterns and Meal Frequency of Elite Australian Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(4), 521–538. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.4.521>
- Capling, L., Beck, K., Gifford, J., Slater, G., Flood, V., & O'Connor, H. (2017). Validity of Dietary Assessment in Athletes: A Systematic Review. *Nutrients*, 9(12), 1313. <https://doi.org/10.3390/nu9121313>

- Carter, J. E. L. (1982). *Physical structure of olympic athletes*. S. Karger.
- Charlebois, E., & Pantopoulos, K. (2023). Nutritional Aspects of Iron in Health and Disease. *Nutrients* 2023, Vol. 15, Page 2441, 15(11), 2441. <https://doi.org/10.3390/NU15112441>
- Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2023). *Fisiología del Ejercicio* (4th ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Costa Moreira, O., Alonso-Aubin, D. A., Patrocínio de Oliveira, C. E., Candia-Luján, R., & Paz, J. A. de. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 32(170), 387–394. [http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1\\_costa\\_moreira.pdf](http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf)
- D’Anastasio, R., Milivojevic, A., Cilli, J., Icaro, I., & Viciano, J. (2019). Anthropometric Profiles and Somatotypes of Female Volleyball and Beach Volleyball Players. *International Journal of Morphology*, 37(4), 1480–1485. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000401480>
- DellaValle, D. M. (2013). Iron Supplementation for Female Athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), 234–239. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31829a6f6b>
- Díaz Martínez, A. E., Alcaide Martín, M. J., & González-Gross, M. (2022). Basal Values of Biochemical and Hematological Parameters in Elite Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 3059. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053059>
- Faulkner, Jhon. A. (1968). *Physiology of Swimming and Diving*. Academic Press.
- Freire, R., Hausen, M., Pereira, G., & Itaborahy, A. (2022). Body Composition, Aerobic Fitness, Isokinetic Profile, and Vertical Jump Ability in Elite Male and Female Volleyball and Beach Volleyball Players. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/S42978-022-00192-Y/METRICS>



- García de Alcaraz, A., Medeiros, A., Messias da Silva, G., Oliveira Neto, F., Fernandes, R. J., de Jesus, K., & Simim, M. (2021). How Do the Anthropometric Variables Influence Volleyball and Beach Volleyball Performance? In R. J. Fernandes, A. I. A. Medeiros, & R. Garganta (Eds.), *New Studies on Anthropometry* (1st ed., pp. 297–322). Nova Science Pub Inc.
- Giatsis, G., Tili, M., & Zetou, E. (2011). The height of the women's winners FIVB Beach Volleyball in relation to specialization and court dimensions. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(3), 497–503. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.63.03>
- Goni Mateos, L., Aray Miranda, M., Martínez H., A., & Cuervo Zapatel, M. (2016). Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo de grupos de alimentos basado en un sistema de intercambios. *Nutrición Hospitalaria*, 33(6). <https://doi.org/10.20960/nh.800>
- Ishikawa-Takata, K., Okamoto, K., & Taguchi, M. (2021). Development and validation of a food frequency questionnaire for Japanese athletes (FFQJA). *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00433-5>
- Jimenez-Olmedo, J. M., Pueo, B., Penichet-Tomás, A., Chinchilla-Mira, J. J., & Perez-Turpin, J. A. (2017). Physiological work areas in professional beach volleyball: A case study. *Retos*, 31, 94–97. <https://doi.org/https://doi.org/10.47197/retos.v0i31.44002>
- Kasper, A. M., Langan-Evans, C., Hudson, J. F., Brownlee, T. E., Harper, L. D., Naughton, R. J., Morton, J. P., & Close, G. L. (2021). Come Back Skinfolds, All Is Forgiven: A Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. *Nutrients*, 13(4), 1075. <https://doi.org/10.3390/nu13041075>
- Kenefick, R. W. (2018). Drinking Strategies: Planned Drinking Versus Drinking to Thirst. *Sports Medicine*, 48(1), 31–37. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0844-6/FIGURES/5>

- Koch, C., & Tilp, M. (2009). Beach volleyball techniques and taactics: a comparison of male and female playing characteristics. *Kinesiology*, *41*, 52–59.
- Kuwabara, A. M., Tenforde, A. S., Finnoff, J. T., & Fredericson, M. (2022a). Iron deficiency in athletes: A narrative review. *PM&R*, *14*(5), 620–642. <https://doi.org/10.1002/PMRJ.12779>
- Kuwabara, A. M., Tenforde, A. S., Finnoff, J. T., & Fredericson, M. (2022b). Iron deficiency in athletes: A narrative review. *PM&R*, *14*(5), 620–642. <https://doi.org/10.1002/PMRJ.12779>
- Lebrun, C. (2017). The female volleyball athlete. In *Handbook of Sports Medicine and Science* (pp. 158–170). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119227045.ch13>
- Lindsay Carter, J. E. (1982). 7. Body Composition of Montreal Olympic Athletes. In *Medicine Sport* (Vol. 16). Karger.
- Malina, R. M. (2007). Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. *Clinics in Sports Medicine*, *26*(1), 37–68. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.11.004>
- McKay, A. K. A., Pyne, D. B., Burke, L. M., & Peeling, P. (2020). Iron Metabolism: Interactions with Energy and Carbohydrate Availability. *Nutrients 2020, Vol. 12, Page 3692*, *12*(12), 3692. <https://doi.org/10.3390/NU12123692>
- McKay, A. K. A., Sim, M., Moretti, D., Hall, R., Stellingwerff, T., Burden, R. J., & Peeling, P. (2022). Methodological Considerations for Investigating Iron Status and Regulation in Exercise and Sport Science Studies. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *32*(5), 359–370. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2021-0343>
- Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2012). Ingesta dietética de hierro y su deficiencia en las jugadoras de voleibol femenino de élite. *Nutrición Hospitalaria*, *27*(5), 1592–1597. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.5.5948>

- Mielgo-Ayuso, J., Zourdos, M., Calleja-González, J., Córdova, A., Fernandez-Lázaro, D., & Caballero-García, A. (2018). Eleven Weeks of Iron Supplementation Does Not Maintain Iron Status for an Entire Competitive Season in Elite Female Volleyball Players: A Follow-Up Study. *Nutrients*, *10*(10), 1526. <https://doi.org/10.3390/nu10101526>
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J. K., Burke, L. M., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., Lebrun, C., Lundy, B., Melin, A. K., Meyer, N. L., Sherman, R. T., Tenforde, A. S., Torstveit, M. K., & Budgett, R. (2018). IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *British Journal of Sports Medicine*, *52*(11), 687–697. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2018-099193>
- Nunes, R. F. H., Carvalho, R. R., Palermo, L., Souza, M. P., Char, M., & Nakamura, F. Y. (2020). Match analysis and heart rate of top-level female beach volleyball players during international and national competitions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *60*(2), 189–197. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.10042-4>
- Peeling, P., Blee, T., Goodman, C., Dawson, B., Claydon, G., Beilby, J., & Prins, A. (2007). Effect of Iron Injections on Aerobic-Exercise Performance of Iron-Depleted Female Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *17*(3), 221–231. <https://doi.org/10.1123/IJSNEM.17.3.221>
- Peeling, P., Sim, M., Alannah, , & Mckay, K. A. (2023). Considerations for the Consumption of Vitamin and Mineral Supplements in Athlete Populations. *Sports Medicine 2023*, 1–10. <https://doi.org/10.1007/S40279-023-01875-4>
- Pereira, F., & Antonio, J. (2023). Nutritional Practices Among Professional Indoor and Beach Volleyball Players: A Brief Review. *Research Directs in Strength and Performance*, *3*(1). <http://dx.doi.org/10.53520/rdsp2023.10587>
- Ponorac, N., Popović, M., Karaba-Jakovljević, D., Bajić, Z., Scanlan, A., Stojanović, E., & Radovanović, D. (2020). Professional Female Athletes Are at a Heightened Risk of Iron-Deficient Erythropoiesis Compared With Nonathletes.

*International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 30(1), 48–53. <https://doi.org/10.1123/IJSNEM.2019-0193>

Quiroga, M. E. E., Martín, A. P., Montesdeoca, S. S., Ruiz, D. R., & Manso, J. M. G. (2020). Anthropometric values of spanish beach volleyball players in relation to sports performance level. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 26(3), 206–210. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202603116858>

Quiroga, M. E. E., Montesdeoca, S. S., Martín, A. P., Ruiz, D. R., & Manso, J. M. G. (2014). Características Antropométricas de los Jugadores Españoles de Voley Playa: Comparación por Categorías. *International Journal of Morphology*, 32(1), 22–28. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022014000100004>

Reid, M., Bunting, J., & Hammersley, R. (2005). Relationships between the Food Expectancy Questionnaire (FEQ) and the Food Frequency Questionnaire (FFQ). *Appetite*, 45(2), 127–136. <https://doi.org/10.1016/J.APPET.2005.03.012>

Reinke, S., Taylor, W. R., Duda, G. N., von Haehling, S., Reinke, P., Volk, H.-D., Anker, S. D., & Doehner, W. (2012). Absolute and functional iron deficiency in professional athletes during training and recovery. *International Journal of Cardiology*, 156(2), 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2010.10.139>

Robinson, N., Saugy, J., Schütz, F., Faiss, R., Baume, N., Giraud, S., & Saugy, M. (2019). Worldwide distribution of blood values in elite track and field athletes: Biomarkers of altered erythropoiesis. *Drug Testing and Analysis*, 11(4), 567–577. <https://doi.org/10.1002/dta.2526>

Ross, W. D., & Kerr, D. A. (1993). *Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición*. Clínica y Medicina Deportiva. PubliCE 1 PubliCE.

Shoemaker, M. E., Salmon, O. F., Smith, C. M., Duarte-Gardea, M. O., & Cramer, J. T. (2022). Influences of Vitamin D and Iron Status on Skeletal Muscle Health: A Narrative Review. *Nutrients* 2022, Vol. 14, Page 2717, 14(13), 2717. <https://doi.org/10.3390/NU14132717>

- Sim, M., Garvican-Lewis, L. A., Cox, G. R., Govus, A., McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., & Peeling, P. (2019). Iron considerations for the athlete: a narrative review. *European Journal of Applied Physiology* 2019 119:7, 119(7), 1463–1478. <https://doi.org/10.1007/S00421-019-04157-Y>
- Suverza Fernández, A., & Haua Navarro, K. (2010). *El ABCD de la evaluación del estado de nutrición* (McGraw Hill).
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- Tomschi, F., Bloch, W., & Grau, M. (2018). Impact of Type of Sport, Gender and Age on Red Blood Cell Deformability of Elite Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 39(1), 12–20. <https://doi.org/10.1055/S-0043-119879/ID/R6229-0021/BIB>
- Urdampilleta, A., López-Gruoso, R., Martínez-Sanz, J. M., & Mielgo-Ayuso, J. (2014). Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18(3), 155–171. <https://doi.org/10.14306/renhyd.18.3.24>
- Vaquero-Cristóbal, R., Albaladejo-Saura, M., Luna-Badachi, A. E., & Esparza-Ros, F. (2020). Differences in fat mass estimation formulas in physically active adult population and relationship with sums of skinfolds. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7777. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph17217777>
- World Medical Association. (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM - principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

Zetou, E., Giatsis, G., Mountaki, F., & Kominakidou, A. (2008). Body weight changes and voluntary fluid intakes of beach volleyball players during an official tournament. *Journal of Science and Medicine in Sport, 11*(2), 139–145. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2007.01.005>

## Anexos

## Anexo A



FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

## EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRÁCTICA

## I. Datos del alumno:

Matrícula:	2172409
Nombre del Alumno:	David Gómez Castillo
Programa educativo:	Maestría en Actividad Física y Deporte
Orientación:	Alto Rendimiento Deportivo
Fecha del periodo de prácticas	13 de febrero al 12 de Mayo 2023

## II. Datos de la Empresa:

Empresa/Institución:	Federación Mexicana de Voleibol
Departamento/Área:	Área de Nutrición

## III. Evaluación:

Criterio	Excelente (100)	Bueno (90-99)	Regular (80-89)	Malo (Menos de 80)
Asistencia	✓			
Conducta	✓			
Puntualidad	✓			
Iniciativa	✓			
Colaboración	✓			
Comunicación	✓			
Habilidad	✓			
Resultados	✓			
Conocimiento profesional de su carrera	✓			

## IV. Comentarios:

Favor de indicar el desempeño del practicante actual en relación al perfil y actividades indicadas por usted a inicio de semestre y/o indicado en el formato de "Perfil de los estudiantes de prácticas".

---



---



---



---



FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

---

---

---

  
Jorge Miguel Azair López Entrenador principal  
Nombre y firma del Tutor      Puesto del Tutor responsable  
responsable de la práctica      de la práctica

Sello de la institución/dependencia





FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

## EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRÁCTICA

## I. Datos del alumno:

Matrícula:	2172409
Nombre del Alumno:	David Gómez Castillo
Programa educativo:	Maestría Actividad Física y Deporte
Orientación:	Alto rendimiento
Fecha del periodo de prácticas	28 Agosto 2023 - 12 Noviembre 2023

## II. Datos de la Empresa:

Empresa/Institución:	Dirección de deportes UANL
Departamento/Área:	Preparación Física y Nutrición

## III. Evaluación:

Criterio	Excelente (100)	Bueno (90-99)	Regular (80-89)	Malo (Menos de 80)
Asistencia	✓			
Conducta	✓			
Puntualidad	✓			
Iniciativa	✓			
Colaboración	✓			
Comunicación	✓			
Habilidad	✓			
Resultados	✓			
Conocimiento profesional de su carrera	✓			

## IV. Comentarios:

Favor de indicar el desempeño del practicante actual en relación al perfil y actividades indicadas por usted a inicio de semestre y/o indicado en el formato de "Perfil de los estudiantes de prácticas".

Un profesional en su trabajo a la hora de realizar sus actividades correspondientes.



UANL



FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

---

---

---

Jorge Miguel Azair López Entrenador principal  
Nombre y firma del Tutor      Puesto del Tutor responsable  
responsable de la práctica      de la práctica

\_\_\_\_\_  
Sello de la institución/dependencia

Proforma antropométrica

Anexo C

Ocupación = estudiante

años deport = 8 años  
 Hras/sem ent = 22 hrs  
 día/sem ent = 5 días

PROFORMA ANTROPOMÉTRICA										
Nombre:	[Redacted]									
Deporte:	Voleibol Playa	Fecha de Evaluación:	17	02	2023					
Posición:	Blqueo / Defensa	Fecha de Nacimiento:	03	02	2003					
Sexo:	F	M=1	F=0	Evaluador:		Anotador:				

**Básicos**

1 Masa Corporal	5	8	6			
2 Talla	1	7	3	0		
Envergadura	1	7	8	7		

**Pliegues**

3 Triceps	1	2	5	1	3	
4 Subescapular		7			7	
5 Biceps		6			5	5
6 Supraespinal		6			6	5
7 Abdominal	1	0			1	0
8 Muslo	2	0	5		1	9
9 Pierna	1	4	5		1	4

**Perímetros**

10 Brazo relajado	2	6				
11 Antebrazo	2	3	2			
12 Tórax	8	1	3			
13 Muslo 1 cm	5	5				
14 Pierna	3	3				

contrado 2 6

## Cuestionario de frecuencia de grupos de alimentos



EVALUACIÓN VOLEIBOL DE PLAYA



Nombre: \_\_\_\_\_

1. Lee atentamente el siguiente cuadro y contesta lo que más se parezca a tu situación.

Grupo de alimentos	CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO														
	Nunca o casi nunca	Al mes			A la semana						Al día				
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Lácteos enteros							✓								
Lácteos semi/desnatados								✓							
Huevos											✓	✓			
Carnes magras											✓				
Carnes grasas			✓												
Pescado blanco	✓														
Pescado azul					✓										
Verduras	✓														
Frutas	✓														
Frutos secos	✓														
Legumbres												✓			
Aceite de oliva	✓														
Otras grasas												✓			
Cereales refinados	✓														
Cereales integrales						✓									
Repostería industrial			✓												
Azúcares															
Alcohol			✓												
Agua															✓

2. ¿Qué tan sediento te sientes en este momento?

Observa la gráfica y coloca el número que más se parezca a tu situación

Medicament - sup  
suplement - 8 y n

5

## **RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO**

### **DAVID GÓMEZ CASTILLO**

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte  
con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo

TESIS: PARAMÉTROS HEMATALÓGICOS, COMPOSICIÓN CORPORAL,  
HIDRATACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DIETÉTICAS EN VOLEIBOLISTAS DE  
PLAYA DE ÉLITE

Campo temático: Nutrición deportiva, hematología, composición corporal e hidratación.

Datos Personales. Lugar y fecha de Nacimiento: Córdoba, Veracruz, México en 4 de Septiembre de 1996.

Lugar de residencia: San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México,

Educación Profesional: Licenciado en nutrición en la Universidad del Golfo de México campus Tehuacán.

Experiencia Profesional: Antropometrista certificado ISAK nivel 2, experiencia en la consulta privada con atletas de alto rendimiento, experiencia en prácticas: como nutriólogo en el equipo varonil representativo de la universidad tigres UANL de voleibol de sala y Selección Mexicana de voleibol de sala.

E-mail: davidgomez3332@outlook.com