



Metabolismo del Hierro y su relación con el deporte

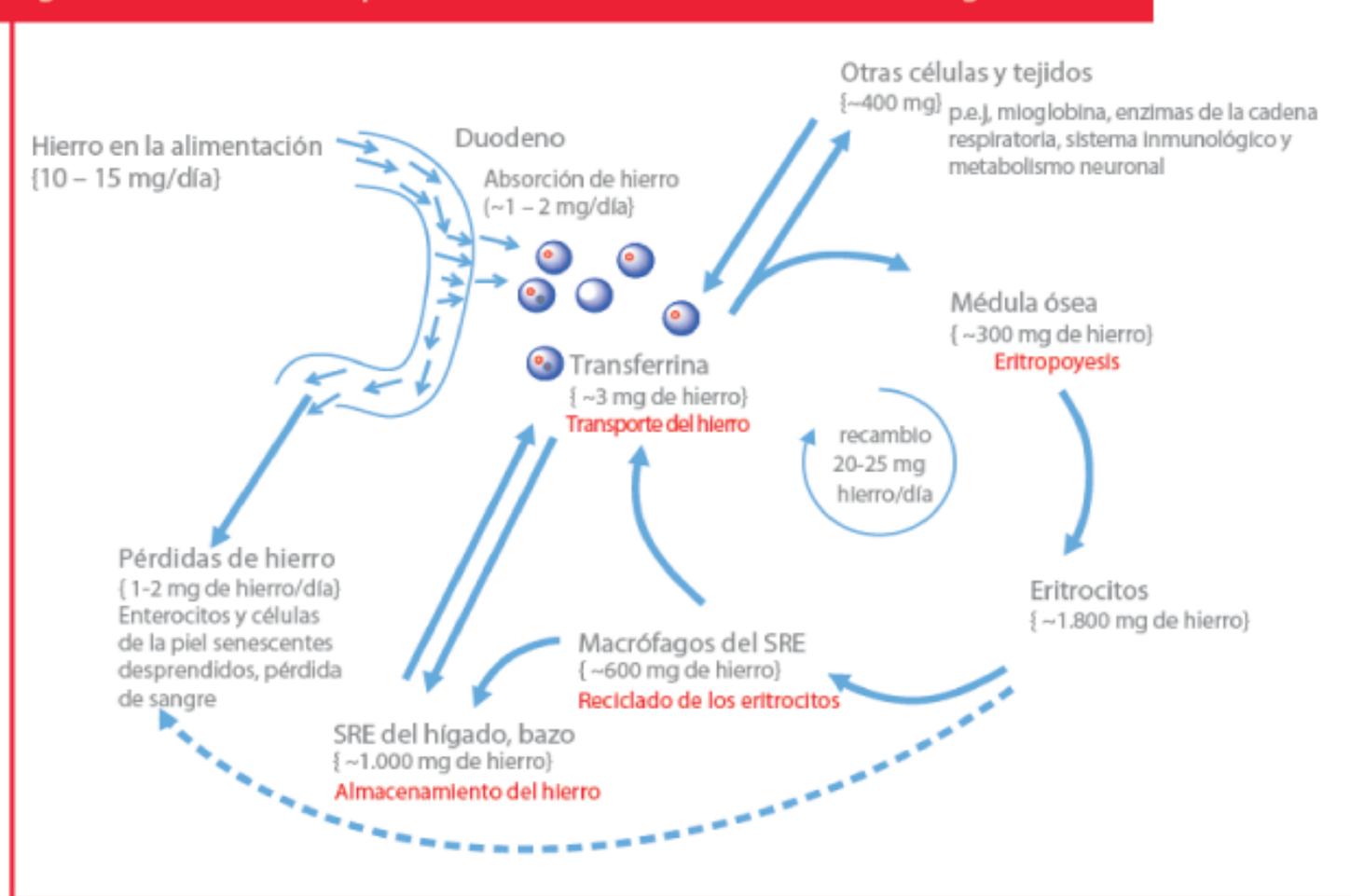
CONFERENCIA

MSc. Marisol Peña González.

2023

Los micronutrientes: Son los elementos nutrimentales cuyas necesidades diarias son menores de un gramo. Se clasifican en vitaminas, minerales y oligoelementos o elementos traza y en esta última se encuentra el hierro.

Figura 1: Ilustración esquemática del recambio de hierro del organismo



- Una dieta equilibrada normal contiene 5-6 mg de hierro por cada 1.000 Kcal, correspondientes a una ingesta diaria de 12-18 mg de hierro total/día, de los cuales se absorben 1-2 mg.
- El incremento de las demandas de hierro lleva a un aumento de la absorción.

El hierro de la dieta puede clasificarse como :

➤ Hemínico(hemo)

➤ No hemínico(no hemo)

Fuentes *vegetales* de Hierro



CEREALES INTEGRALES



ESPINACAS
Y
ACELGAS



PEREJIL



COL RIZADA



FRUTOS SECOS



ESPECIAS



FRUTAS
DESECADAS



LEGUMBRES

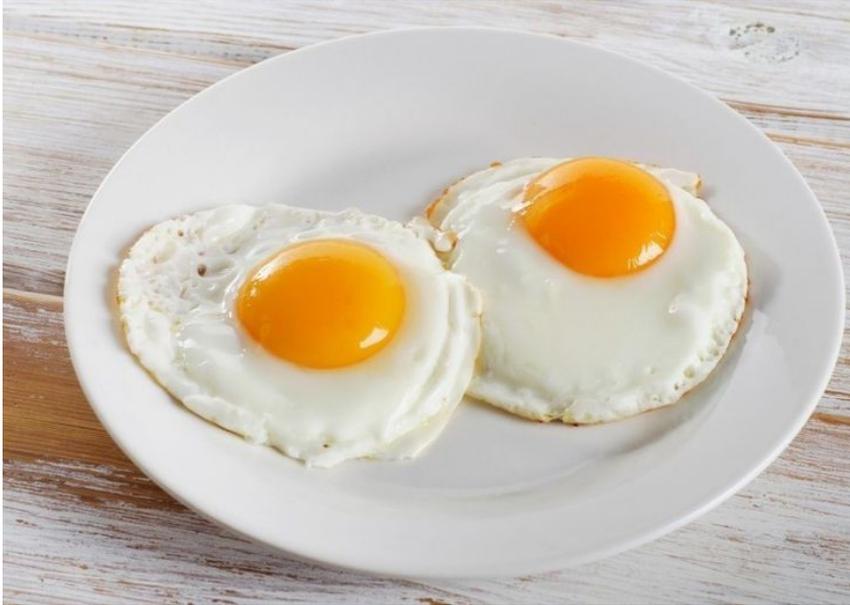


MÚRGOLAS
(Y OTRAS SETAS)

Debes tomar **VITAMINA C**
para mejorar la absorción



Disponible en cantidades variables en todos los alimentos de origen vegetal y constituye la mayor parte del hierro de la alimentación



- El hierro hemo, que se encuentra en la carne, el pescado y las aves, muestra una alta biodisponibilidad
- Hasta el 20-30% del hierro hemo de la alimentación se absorbe y su captación no se ve afectada por otros componentes de la alimentación.



Los fitatos (salvado y semillas), oxalatos (fruta y verduras), polifenoles (té), calcio, diferentes proteínas lácteas, soja y ciertos fármacos (inhibidores de la bomba de protones) inhiben la absorción del hierro mientras que la vitamina C tienen un efecto potenciador.



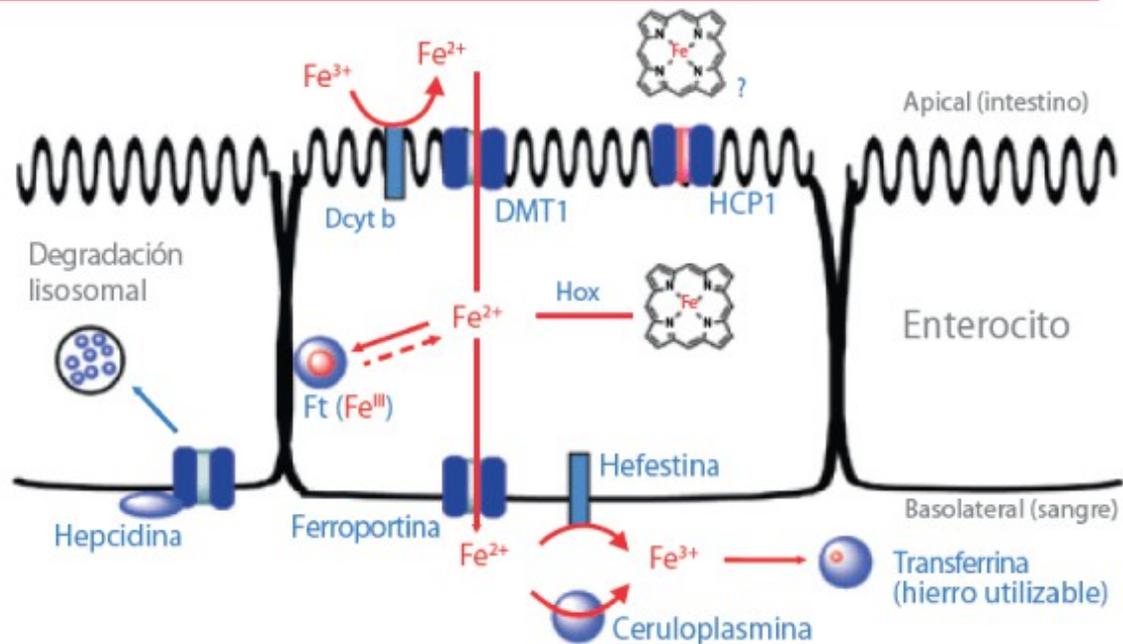
- La absorción se produce predominantemente en el duodeno y en la parte superior del yeyuno.
- El hierro que está presente en los alimentos es principalmente hierro (III) y se reduce a hierro (II) por Dcytb (citocromo duodenal b) antes de captarse a través de la proteína de membrana DMT1.
- Sin embargo, se ha propuesto que el hierro hemo se capta a través de la proteína de membrana HCP1 (proteína portadora de hemo 1), aunque no se conoce bien el mecanismo.

En los enterocitos, el hierro puede exportarse al plasma a través de la ferroportina o puede almacenarse en la ferritina, dependiendo de las necesidades del organismo.

- El hierro almacenado en forma de ferritina en los enterocitos terminará perdiéndose cuando las células se desprendan en la punta de las vellosidades. La exportación de hierro (II) al plasma va acompañada de su oxidación inmediata por la hefestina o la ceruloplasmina.
- El hierro (III) se une a la transferrina y se transporta

- La transferrina tiene dos lugares de unión de alta afinidad por el hierro (III); por tanto, la transferrina se encuentra en forma de apotransferrina (no unida al hierro), transferrina mono (con el hierro unido a uno de los dos lugares de unión) o diférrica (holotransferrina, con ambos lugares de unión ocupados).
- El transporte de hierro a las células está regulado por la expresión de los receptores de la transferrina en su superficie¹¹.

Figura 2: Mecanismo de absorción del hierro hemo y no hemo por los enterocitos en el duodeno.



Dcyt b: citocromo b duodenal

HCP1: proteína transportadora de hemo 1

DMT1: transportador de metales divalentes 1

Hox: hemo oxigenasa

Ft: ferritina

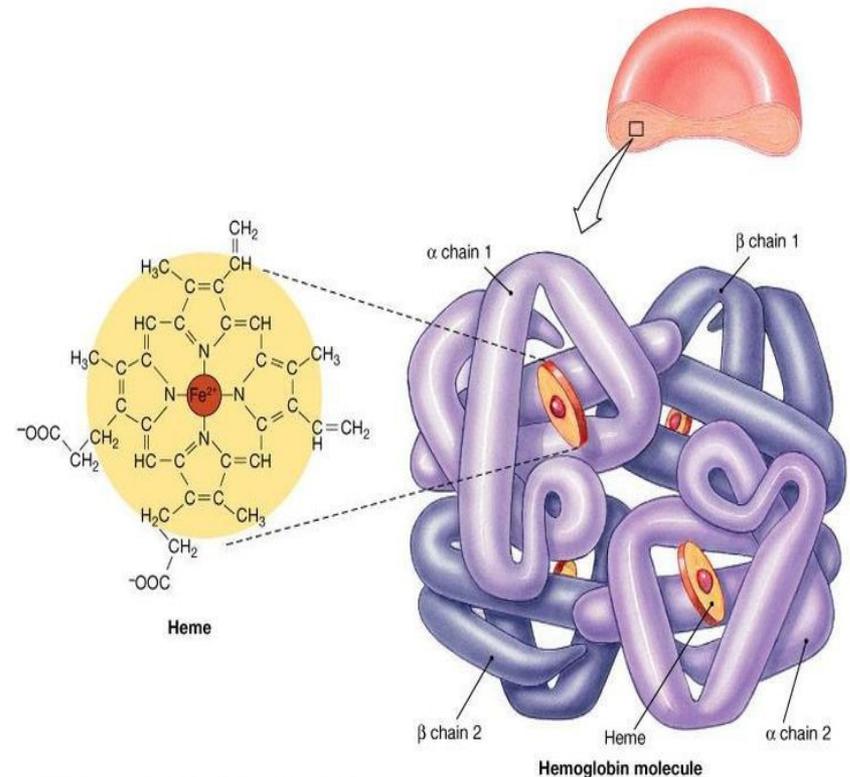
Reciclado del hierro:

Eritrocitos y Hb

- **Eritropoyesis**(El principal regulador de la eritropoyesis es la eritropoyetina).
Consume hierro
- **Degradación de los eritrocitos.** Libera hierro



- Aproximadamente el 44% del volumen de sangre total está compuesto por eritrocitos.
- Uno de los componentes de los eritrocitos es la Hb que contiene hierro en su estructura.



- **ALMACENAMIENTO DEL HIERRO Y SU UTILIZACIÓN**

Principalmente en forma de ferritina en el hígado, bazo y musculo esquelético. La ferritina es una proteína citosólica formada por 24 cadenas polipeptídicas dispuestas circularmente alrededor de un núcleo de hierro (III)-oxihidróxidofosfato polinuclear.



- Otra proteína de almacenamiento, la hemosiderina, parece derivarse de la ferritina, la disponibilidad del hierro es menor que la de ferritina. En condiciones de sobrecarga de hierro, especialmente hemocromatosis hereditaria y talasemia, la proporción de hierro almacenado en forma de hemosiderina aumenta.

REGULACIÓN DE LA HOMEOSTASIS DEL HIERRO

Se realiza por los niveles sistémicos e intracelulares de hierro

A nivel sistémico, se mantiene el equilibrio a través de la regulación de la captación de hierro del aparato intestinal, el reciclado de hierro de los macrófagos y el intercambio con los depósitos de hierro en el hígado. El principal regulador de estos mecanismos es la hormona hepcidina, que ejerce su función desencadenando la degradación de la proteína de exportación de hierro ferroportina.

ANEMIA: Disminución de la masa de sangre o algunos de sus componentes, especialmente corpúsculos rojos o hemoglobina.

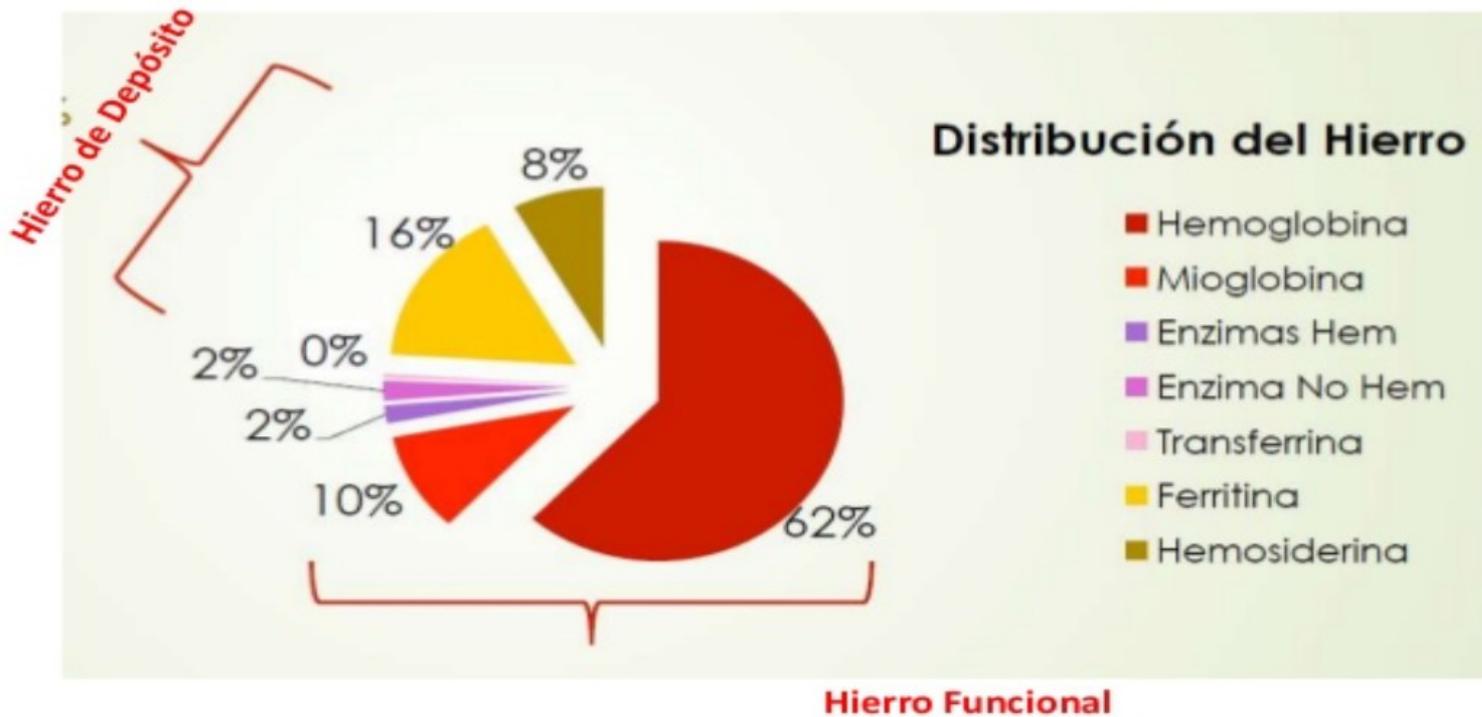
ANEMIA NUTRICIONAL : Es cuando los niveles de hemoglobina y hematocrito están por debajo de las cifras consideradas como normales para cada sexo y edad debido a la carencia de uno o más nutrientes esenciales, cualquiera que sea su origen.

HEMOGLOBINA SUBÓPTIMA: Valor de hemoglobina inferior en 100 gramos o más al valor histórico del deportista en nuestro país.

ANEMIA CLÍNICA: Aparición de signos y síntomas producto de la disminución de los valores de hemoglobina.

PSEUDOANEMIA DEL DEPORTISTA: Estado que se produce en los atletas por hemodilución con una duración aproximada de 10 a 14 días y que se reconoce como anemia dilucional.

DISTRIBUCIÓN DEL HIERRO



VALORES DE REFERENCIA EN POBLACIÓN DEPORTIVA DE LA HEMOGLOBINA (g/l)

VALORES	HOMBRES	MUJERES
Hb Normal ideal	150.5 - 140.1	140 - 130.1
Hb Subóptima (R. Pate)	140 - 130.1	130 - 120.1
Anemia Clínica	< 120	< 110
Anemia en el Deporte	130 - 120	120 - 110

- **VIAS DE ELIMINACIÓN**

PÉRDIDAS

➤ HECES FECALES	0.56 mg/día
➤ ORINA	0.18 mg/día
➤ SUDOR	0.24 mg/día
➤ MENSTRUAL	12 a 18 mg/día
➤ Pérdidas de hierro	

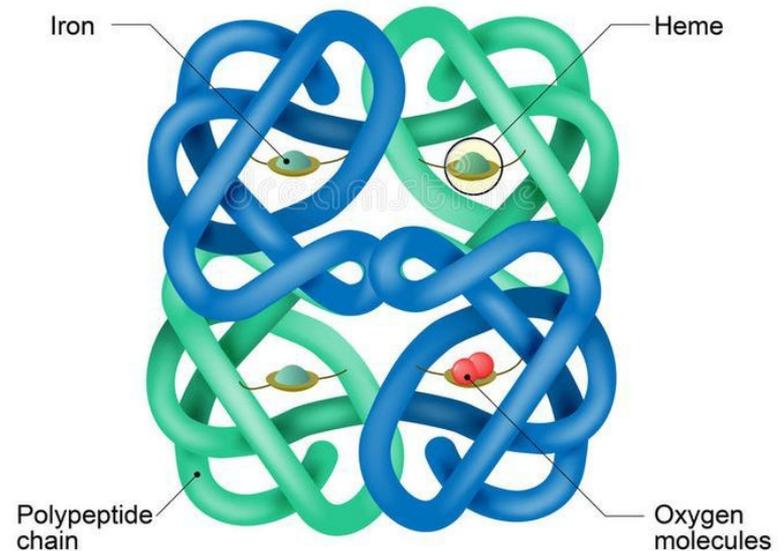
GÉNESIS DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO INDUCIDA POR EL EJERCICIO

- Aporte alimentario inadecuado
- Déficit en la absorción
- Hematuria y Hemoglobinuria
- Sudoración Intensa
- Microhemólisis traumáticas
- Hemólisis químicas
- Pérdidas menstruales

ESTADÍOS CLÍNICOS DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO

- Depleción de la reservas de hierro sin anemia (pre-latente)
- Eritropoyesis deficiente de hierro (latente o parcial)
- Anemia por déficit de hierro (manifiesta)

HEMOGLOBIN



CONSECUENCIAS DEL DÉFICIT DE HIERRO EN EL DEPORTISTA



CON ANEMIA

1. Baja capacidad Aeróbica
2. Aumenta acidosis láctica pos ejercicio
3. Prolongación de la recuperación
4. Fatiga Precoz
5. Pérdida del apetito
6. Calambres musculares
7. Alteración del sueño
8. Trastornos vasomotores

PARÁMETROS DE LABORATORIO

- HEMOGLOBINA
- HEMATOCRITO
- HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (≤ 26)
- FERRITINA SERICA
- VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO (≤ 80)
- HIERRO SÉRICO
- CAPACIDAD TOTAL DE FIJACIÓN DE HIERRO
- SATURACIÓN DE TRANSFERRINA
- CONC. DE PROTOPORFIRINA ERITROCITARIA LIBRE
- MEDULOGRAMA

VALORES MEDIOS NORMALES

VARIABLE	HOMBRES	MUJERES
1. Hemoglobina	130 g/l	120 g/l
2. Hematocrito	SU VALOR ESTA RELACIONADO CON LA HB NOS SIRVE PARA SOSPECHAR HEMODILUCION	
3. Ferritina sérica	20 a 81 ng/ml	20 a 81 ng/ml
4. V.C.M	80 a 92	80 a 92
5. C.H.C.M	0.38 a 0.47	0.38 a 0.47
6. H.C.M	32 a 36	32 a 36
7. Ind. Sat. Tranf.	20 a 45 %	20 a 45 %
8. Conc. Protoporf. Eritroc.	AUMENTA EN PRESENCIA DE ANEMIA	

VALORES MEDIOS NORMALES

VARIABLE	HOMBRES	MUJERES
9. Transferrina (TIBC)	250 – 460 $\mu\text{g}\%$	
10. Hierro Sérico	14.3 a 28.6	12.7 a 28.6
11. Conteo de Reticulocitos	Normal o bajo	Normal o bajo
12. Lámina Periférica	Describe las características del hematíe	
13. Medulograma	Ausencia de Ferritina en Anemia Leve	

VALORES NORMALES DE SIDEREMIA

HIERRO SERICO:

HOMBRE: 14.3 - 28.6 mmol/ l

MUJER: 12.7 - 28.6 mmol/ l

CAPAC. TOTAL DE FIJACION DEL Fe : 54 a 72 mmol/ l

IND. SATURACION TRANSFERRINA: 20 a 45 %

FERRITINA SERICA: 20- 81 ng / ml

SEUDOANEMIA DILUCIONAL DEL CORREDOR

- Hemoglobina de 1-1.5 g/dl por debajo del límite inferior del rango normal.
- Eritrocitos normocrómicos.
- Haptoglobina ligeramente disminuida.
- Conteo de reticulocitos normal.
- Ferritina normal a baja.
- Volumen corpuscular medio en límite

HEMÓLISIS DE ESFUERZO (R. Eichner, 2001)

El diagnóstico se basa en la combinación de:

- Un incremento en el tamaño medio del eritrocito
- Aumento del conteo de reticulocitos
- Bajos niveles de Haptoglobina sérica

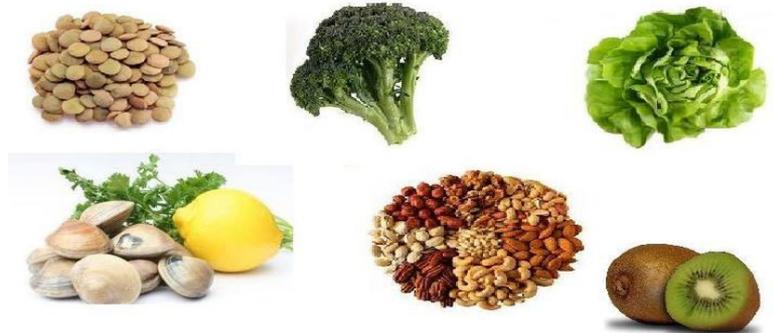
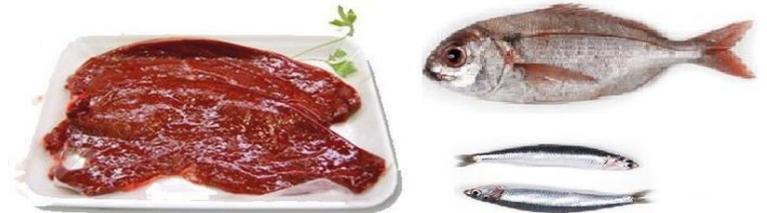
Esta hemólisis intravascular puede aparecer en corredores, danza aeróbica, remo, pesistas e inclusive en nadadores.

GRUPOS VULNERABLES

- Deportistas del sexo femenino
- Deportes de resistencia
- Deportistas sometidos a dietas prolongadas
- Niños y adolescentes que practican deporte

Prevención y tratamiento

- Fumarato ferroso, Gluconato ferroso, sulfato ferroso, Cromagen
- Suplementos como: Ferrical, Neotrofin, Trofin, Vino reconstituyente:
- Vitamina C
- Régimen dietético rico en hierro.



Alimentos ricos en hierro





Metabolismo del Hierro y su relación con el deporte

CONFERENCIA

MSc. Marisol Peña González.

2023