

# Valoración del estado funcional del hierro en deportistas de alto rendimiento de las ligas de waterpolo y patinaje de Cali, Colombia

Martha Castillo<sup>1</sup>, Ana Isabel Mora<sup>2</sup>, Laura Aldana<sup>3</sup>, María Inés Bermúdez<sup>3</sup>, Alejandra Piraneque<sup>3</sup>

1 Bacterióloga y Laboratorista Clínico, Especialista en Microbiología, Magíster en Evaluación de la Educación, Docente Investigadora en el área de Hematología de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

2 Bacterióloga y Laboratorista Clínico, Magíster en Evaluación de la Educación, Docente Investigadora en el área de Hematología de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

3 Estudiante Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Correspondencia: solecito99@yahoo.com

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fué valorar el estado funcional del hierro en una población de 43 deportistas colombianos de alto rendimiento pertenecientes a la Liga de Patinaje (41,9%) y Waterpolo (58,1%) de Cali, con edades entre 17-43 años, determinando Ferritina sérica, Receptor Soluble de Transferrina e Índice Receptor Soluble de Transferrina, demostrando la presencia de deficiencias subclínica de hierro que llevan a situaciones de riesgo en el rendimiento del atleta. Los resultados mostraron normalidad en el 55.8% de los deportistas, el 41.9% presentaron valores de ferritina séricas por debajo del intervalo biológico de referencia y el 2.3% deficiencia subclínica de hierro en grado II. Se concluye que los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas entre estas disciplinas.

**Palabras clave:** hierro, Ferritina sérica (FS), Receptor Soluble Transferrina Ferritina (sTfR), Índice del Receptor Soluble de Transferrina (IsTfR)

## Assessing iron functional status in high-performance sports leagues and skating waterpolo Cali, Colombia

## ABSTRACT

This study aimed to assess the iron functional state in a population of 43 high performance Colombian athletes belonging to Cali skating League (41.9%) and water polo (58.1%, aged 17 - 43, determining serum ferritin, soluble transferrin receptor and soluble transferrin receptor index, demonstrating the presence of subclinical iron deficiencies that lead to risks in the performance of the athlete. 55.8% of the athletes showed normal results, 41.9% had serum ferritin values below the biological reference interval and 2.3% subclinical iron deficiency grade II. The results does not show significant difference between these disciplines.

**Key words:** hiron, serum ferritin (SF), Ferritin Transferrin soluble receptor (sTfR), Index of soluble transferrin receptor (IsTfR)

Recibido: 24-02-2012 Aceptado: 16-05-2012

## INTRODUCCIÓN

El deporte en Colombia ha tomado una relevancia significativa y ha permitido que el país se destaque a nivel regional, nacional e internacional proyectando deportistas de talla mundial; el fomento deportivo en los niños y jóvenes provoca gran interés y los incentiva a llevar una vida saludable sin importar su condición cultural o socioeconómica, aumentando el porcentaje de personas sanas por cuenta de la actividad física.

El cuerpo del deportista soporta un constante estrés físico, fisiológico y psicológico debido al ejercicio físico intenso al que son sometidos provocando una mayor predisposición de sufrir enfermedades como consecuencia del trabajo muscular acelerado (perdida del hierro por microlesiones), el aumento de la velocidad del tránsito intestinal, la deshidratación por sudoración (perdida de electrolitos) o la baja ingesta de agua; adicional a esto, la falta de condiciones óptimas en la salud del deportista implica la disminución de su rendimiento, uno de los síndromes que se ven frecuentemente es la anemia ferropénica (1-5) causada por la deficiencia de hierro disminuyendo notablemente la producción de hemoglobina, que a su vez causan descompensaciones por falta de oxígeno, este hecho tiene especial importancia en la población deportiva debido al papel que el hierro desempeña en el transporte y liberación de O<sub>2</sub> a los músculos y en la obtención de energía en el metabolismo aeróbico (6).

Existen registros que mencionan que la pérdida de sangre a través de los sistemas gastrointestinal y urinario, la ruptura de los eritrocitos debida a eventos mecánicos, osmóticos y oxidativos es causa de este tipo de anemia.

La medición de los parámetros que evalúan el estado del hierro indican la posibilidad que tiene el deportista de desarrollar la anemia ferropénica por ello se realizan pruebas para determinar los valores de la ferritina sérica, índice Receptor Soluble Transferrina-Ferritina, estas pruebas son de gran utilidad ya que permiten evaluar el estado férrico de los deportistas.

En Colombia son muy pocos los estudios realizados que evalúan el estado férrico de los deportistas por eso es importante abordar este tema ya que se considera un problema de interés no solo en los deportistas sino en toda la población a nivel nacional; por consiguiente esta investigación utiliza parámetros especializados que evalúan el estado del hierro en 43 deportistas colombianos de alto rendimiento pertenecientes a la Liga de Waterpolo y Patinaje de Cali, con edades entre 17-43 años, por medio de la determinación de la Ferritina sérica, el Receptor Soluble de Transferrina y el Índice de Receptor Soluble de Transferrina, con el fin de implementar un tratamiento efectivo que prevenga las manifestaciones clínicas y de esta manera lograr un diagnóstico de la deficiencia de hierro en fases tempranas que pueda garantizar un mejor desempeño en los deportista de alto rendimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Tipo de investigación:* Investigación de tipo descriptivo, transversal y cuantitativo, no experimental.

*Muestra:* Se usaron 43 muestras de suero y plasma, 18 son patinadores de alto rendimiento pertenecientes a la Liga de Patinaje del Valle y 25 provenientes de Liga de Waterpolo del Valle, el procesamiento inicial de las muestras fue realizado en la Universidad del Valle de la ciudad de Cali.

*Métodos:* Se convocaron a 43 deportistas de alto rendimiento habitantes de la ciudad de Cali, que se desempeñan en la disciplina de Waterpolo o Patinaje. Como procedimiento inicial se les realizó una encuesta para revisar que contaran con un buen estado general de salud y para conocer sus hábitos. Posteriormente se firmó el consentimiento informado para comenzar a realizar los exámenes iniciales de laboratorio: Hemoglobina, Hematocrito, Proteína C reactiva (según criterio de inclusión).

### Procedimientos

*Sensibilización:* Se reunió a los deportistas residentes de Cali de las ligas de waterpolo y patinaje de alto rendimiento, que cumplieron todos los requisitos para este estudio (variables de inclusión). Por medio de una conferencia apoyada de poster y folletos, se describió la importancia de detectar precozmente las deficiencias subclínicas en deportistas aparentemente sanos que presentan disminución en el rendimiento físico, diferenciando de una posible pseudoanemia y así contribuir a realizar programas que controlen dichas deficiencias e inciten a la prevención mejorando la calidad de vida de cada uno de ellos.

*Encuesta:* Se diseñó una encuesta que fue aplicada a la población de estudio con los criterios de inclusión, además se diligenció un consentimiento informado con la firma de cada uno de los participantes, teniendo en cuenta parámetros como la edad, género, ocupación, tiempo de residencia en la ciudad de Cali, etnia, talla, peso, índice de masa corporal, descripción de la práctica deportiva y la situación médica. Cumpliendo cada uno de los criterios nombrados se seleccionó la muestra del presente estudio.

*Toma de la muestra:* Mediante una conferencia y un consentimiento informado se comunicó a la población de estudio las recomendaciones para la toma de muestra: ayuno previo mínimo de 8 horas, no haber realizado ningún tipo de ejercicio (provoca pérdidas de agua y electrolitos en el sudor que causa cambios en el equilibrio de los mismos a nivel celular y plasmático), evitar consumo de alcohol, cigarrillo o sustancias alucinógenas, posteriormente se extrajo una muestra de sangre por venopunción con el sistema vacutainer, a 43 personas preseleccionadas, obteniendo por cada uno de ellos una muestra de sangre en un tubo de silica gel (5 ml) (tubo tapa amarilla) y otro con anticoagulante EDTA, 4 ml, tubo tapa lila.

### Procesamiento de la muestra

1. La medición de los niveles de hemoglobina y hematocrito fueron realizados en el laboratorio clínico de la Universidad del Valle en la ciudad de Cali, por medio del equipo portátil HumaMeter Hb Plus el cual proporciona resultados muy confiables.
2. Realización de pruebas especiales:

*Ferritina sérica:* Se realizó mediante el ensayo inmunológico basado en la técnica

ELISA sándwich “Diagnostic Automation INC. Microwell ELISA Human Ferritin Enzyme Immunoassay”, en la cual se usa un anticuerpo anti-ferritina para la fase sólida y otro anticuerpo anti-ferritina monoclonal en la solución conjugada de enzima-anticuerpo, la reacción se evidencia por medio de la formación de color; la concentración de ferritina presente en la muestra es directamente proporcional a la intensidad de color. Los valores de referencia están entre 32-501ng/mL.

*Receptor Soluble de Transferrina:* Determinado mediante el ensayo inmunológico basado en la técnica ELISA sándwich “Quantikine I VD, Human sTfR Immunoassay R&D Systems”, este sistema utiliza un anticuerpo monoclonal anti-sTfR inmovilizado en la microplaca; la cantidad de conjugado que permanece en la celda es proporcional a la cantidad de sTfR capturado. Los valores de referencia varían entre 6.9-40.2 nmol/L.

*Cálculo del Índice receptor soluble de transferrina/Log ferritina sérica:* La determinación del índice sTfR-FS se obtuvo con los valores de Ferritina Sérica y el sTfR, se realizó el cálculo con la fórmula  $sTfR/\log FS$ . El sTfR-FS se obtuvo dividiendo el RsTf (mg/L) entre el logaritmo en base 10 de la ferritina sérica (7). Los valores mayores a 1,5 indican deficiencias de hierro.

### **Análisis estadístico**

El Índice Receptor Soluble de Transferrina (Índice sTfR-Log Ferritina) se calculó mediante la relación entre el valor del Receptor de Transferrina y la ferritina (base 10 logaritmo) multiplicado por 0.18 (equivalente al peso molecular del

Receptor Soluble de Transferrina). Los datos se digitaron y depuraron en Microsoft Excel versión 2003 y se analizaron en el paquete estadístico para ciencias sociales SPSS versión 15.0.

Las variables cualitativas se analizaron por medio de frecuencias absolutas y porcentajes, se utilizaron gráficas de barras y lineales.

Las variables cuantitativas se analizaron por medio de promedios, desviaciones estándar, mínimos máximos y coeficiente de variación (0-10%=homogéneo; 10.1-20%=medianamente homogéneo; >20%=heterogéneo).

Para la comparación de las variables cuantitativas se utilizó la prueba *t-student* para grupos independientes. Para comparar las variables cualitativas se utilizó la prueba de distribución normal estandarizada. El nivel de significancia  $\alpha=5\%$  fue igual para todas las pruebas.

### **RESULTADOS**

El grupo de estudio seleccionado cumplió los criterios de inclusión establecidos, adicionalmente, los deportistas debían presentar un buen estado de salud y firmar el consentimiento informado, tener niveles de hemoglobina y hematocrito entre los rangos normales, presentar niveles de Proteína C Reactiva normales.

El grupo estaba conformado por 43 deportistas, el 58,1% (n=25) de waterpolo y el 41,9% (n=18) a patinaje; la frecuencia de mujeres que practican patinaje es superior a la frecuencia de mujeres que practican Waterpolo.

El sexo predominante fue el masculino con un 76,7% (n:33); el 53,4%

pertenecientes a la liga de waterpolo y 18,6% pertenecientes a la liga de patinaje. El sexo femenino con un 23,3%; 4,6 a la liga de

**Tabla 1.** Resultados deportistas liga de Patinaje. Valores de Hematocrito (Hto), Hemoglobina (Hb), Ferritina sérica, Receptor Soluble de Transferrina (sTfR) e Índice de Receptor Soluble de Transferrina obtenidos en los 18 deportistas pertenecientes a la liga de alto rendimiento de Patinaje del Valle.

Liga de patinaje							
Nº	HTO (%)	Hb (g/dl)	Ferritina Sérica ng/mL=mg/L	sTfR nmol/L	sTfR mg/L : sTfR (nmol/L x 0,18)	LOG 10 (Ferritina Sérica)	Índice sTfR/LogFS
1	39	12,8	21,2	14,1	2,538	1,33	1,91
2	42	14	75,5	12,6	2,268	1,88	1,21
3	42	13,7	15,2	7,6	1,368	1,18	1,16
4	39	12,8	16,7	10,7	1,926	1,22	1,58
5	47	15	47	15,5	2,79	1,67	1,67
6	45	15,3	40,8	10,3	1,854	1,61	1,15
7	49	16,4	38,6	7,1	1,278	1,59	0,81
8	46	15,3	15,1	8,9	1,602	1,18	1,36
9	39	13,5	11,5	8,6	1,548	1,06	1,46
10	49	15,9	19,6	13,8	2,484	1,29	1,92
11	47	14,6	49,3	10,8	1,944	1,69	1,15
12	47	15,3	33,2	7,1	1,278	1,52	0,84
13	49	16,5	60,6	15,8	2,844	1,78	1,60
14	45	15,3	45	8,13	1,4634	1,65	0,89
15	43	14,6	16,3	10,6	1,908	1,21	1,57
16	44	14,3	12,2	11,4	2,052	1,09	1,89
17	42	14,3	43,9	10,3	1,854	1,64	1,13
18	40	12,9	12,5	10,7	1,926	1,10	1,76

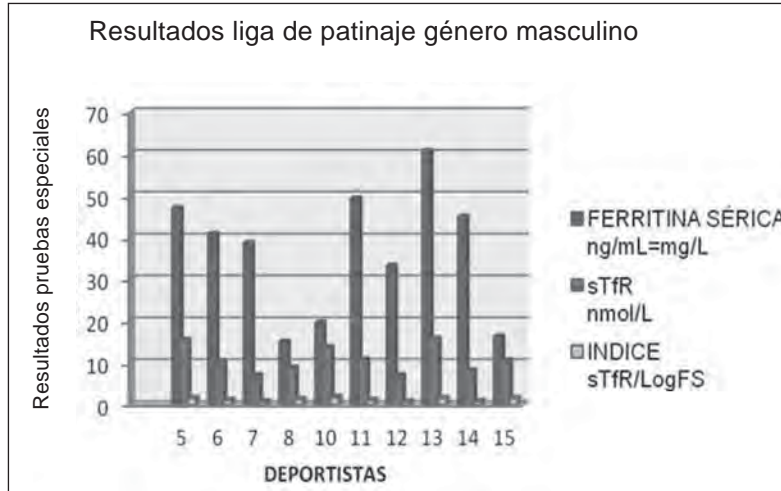
**Tabla 2.** Resultados deportistas liga de Waterpolo. Valores de Hematocrito (Hto), Hemoglobina (Hb), Ferritina sérica, Receptor Soluble de Transferrina (sTfR) e Índice de Receptor Soluble de Transferrina obtenidos en los 25 deportistas pertenecientes a la liga de alto rendimiento de Waterpolo del Valle.

Liga de waterpolo							
Nº	HTO (%)	Hb (g/dl)	FERRITINA SÉRICA ng/mL=mg/L	sTfR nmol/L	sTfR mg/L : sTfR (nmol/L x 0,18)	LOG 10 (FERRITINA SÉRICA)	INDICE sTfR/LogFS
19			8,2	13,9	2,502	0,91	2,74
20	47	15,4	124	8,9	1,602	2,09	0,77

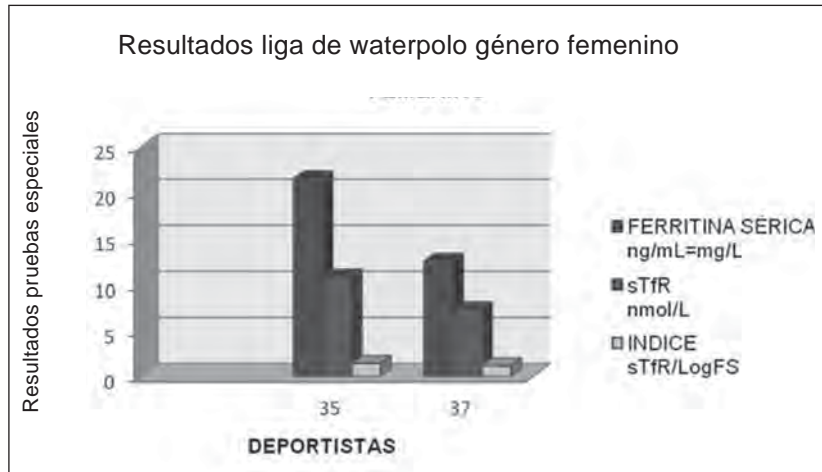
Liga de waterpolo							
Nº	HTO (%)	Hb (g/dl)	FERRITINA SÉRICA ng/mL=mg/L	sTfR nmol/L	sTfR mg/L : sTfR (nmol/L x 0,18)	LOG 10 (FERRITINA SÉRICA)	INDICE sTfR/LogFS
21	44	14,3	164	16	2,88	2,21	1,30
22	46	15,6	33,1	8,4	1,512	1,52	0,99
23	43	14	41,2	13,8	2,484	1,61	1,54
24	46	15,2	29,8	6,1	1,098	1,47	0,74
25	46	14,6	63,2	9,05	1,629	1,80	0,90
26	47	14,5	38,2	7,9	1,422	1,58	0,90
27	50	16	38,4	7,7	1,386	1,58	0,87
28	45	15,1	26,7	7,7	1,386	1,43	0,97
29	46	16,3	38,2	10,3	1,854	1,58	1,17
30	49	17,3	46	13,8	2,484	1,66	1,49
31	46	15,9	69,6	13,2	2,376	1,84	1,29
32	47	14,8	22,3	10,5	1,89	1,35	1,40
33	46	15,4	19,6	10,3	1,854	1,29	1,43
34	44	14,6	39,7	7,8	1,404	1,60	0,88
35	40	12,6	21,5	10,8	1,944	1,33	1,46
36	41	13,4	16,3	7,2	1,296	1,21	1,07
37	41	14,8	12,5	7,28	1,3104	1,10	1,19
38	48	16	54,3	8,7	1,566	1,73	0,90
39	42	14,3	41,4	10,8	1,944	1,62	1,20
40	45	16,5	23,6	12	2,16	1,37	1,57
41	44	15,1	20,1	10,6	1,908	1,30	1,46
42	43	14,6	42,4	10,3	1,854	1,63	1,14
43	45	16	34,8	8,4	1,512	1,54	0,98



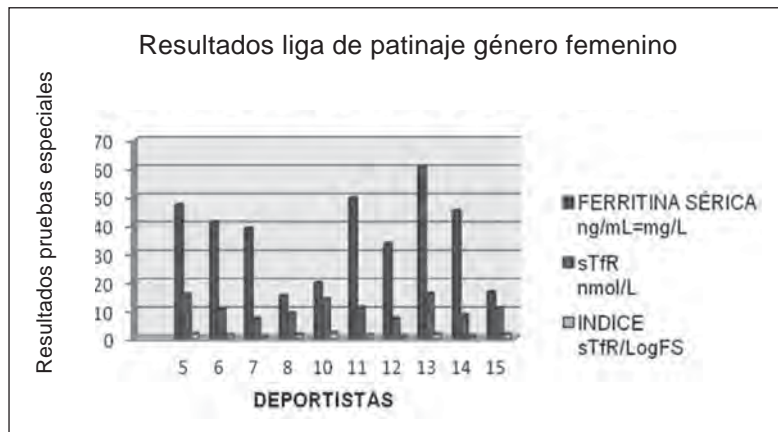
Figura 1. Resultados de las pruebas especiales, género masculino en la liga de waterpolo



**Figura 2.** Resultados de las pruebas especiales, género masculino en la liga de patinaje.



**Figura 3.** Resultados de las pruebas especiales, género femenino en la liga de waterpolo.



**Figura 4.** Resultados de las pruebas especiales, género femenino en la liga de patinaje.

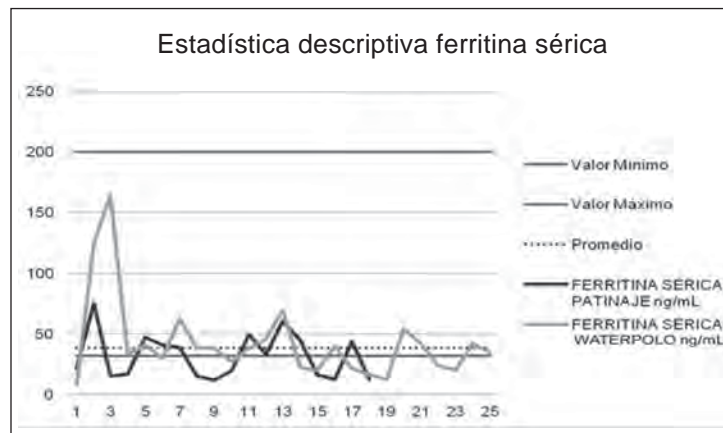
**Descripción práctica deportiva:** En los deportistas en general se observó que el IMC (Índice de Masa Corporal) fue medianamente homogéneo, predominó el IMC normal en un 79,1%, no se presentaron deportistas con bajo peso, la población con sobrepeso fue del 20,9%.

**Situación médica:** La encuesta implementada a los deportistas abarcaban algunas preguntas que indicaban la condición médica actual del deportista, aspectos relevantes como las enfermedades crónicas que presentaban (descartando la presencia de deportistas con desordenes hematológicos, gastrointestinales y urinarios que pudieran falsear los resultados), el ciclo

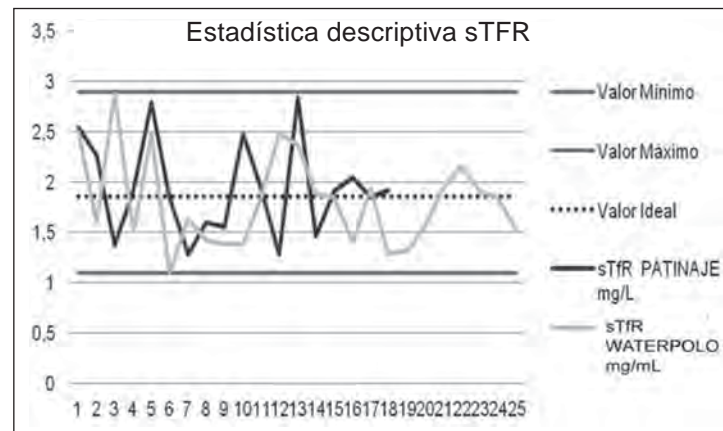
menstrual y el uso de anticonceptivos (en mujeres) fueron tenidas en cuenta.

Con respecto a enfermedades crónicas de 39 deportistas que informaron, el 5,1%(n=2) presentaron alguna enfermedad, los casos reportados fueron en deportistas de la liga de waterpolo que presentaban osteocondritis.

En cuanto al ciclo menstrual regular de diez mujeres deportistas, el 60% (n=6) tuvieron un ciclo menstrual regular. Acerca del uso de anticonceptivos de diez mujeres deportistas que informaron, el 30%(n=3) utilizaron anticonceptivos. Ninguna mujer reporto tener hijos.



**Figura 5.** Estadística descriptiva ferritina sérica de las ligas de natación y patinaje.



**Figura 6.** Estadística descriptiva sTfR de las ligas de natación y patinaje.



Los resultados obtenidos arrojaron valores normales de las pruebas especiales en el 55.8% de los deportistas, el 41.9% presentaron valores de ferritina séricas por debajo del intervalo biológico de referencia y el 2.3% muestra deficiencia subclínica de hierro en grado II.

La Ferritina fue mayor en el grupo de waterpolo, en el caso de sTfr y el Índice fue mayor en el grupo de patinaje. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. El promedio de ferritina sérica y stfr en waterpolo fue mayor en hombres, el Índice fue mayor en mujeres.

En la población de estudio predominó la normalidad, Figura 8.

El promedio de ferritina en patinaje fue mayor en hombres, en STfr fueron iguales en Índice fue mayor en mujeres.

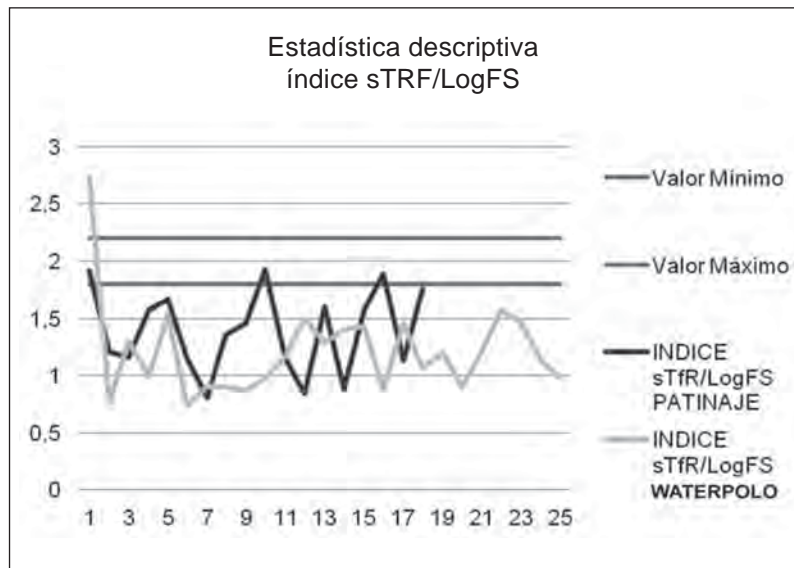


Figura 7. Estadística descriptiva Índice sTfR/LogFS de las ligas de natación y patinaje.

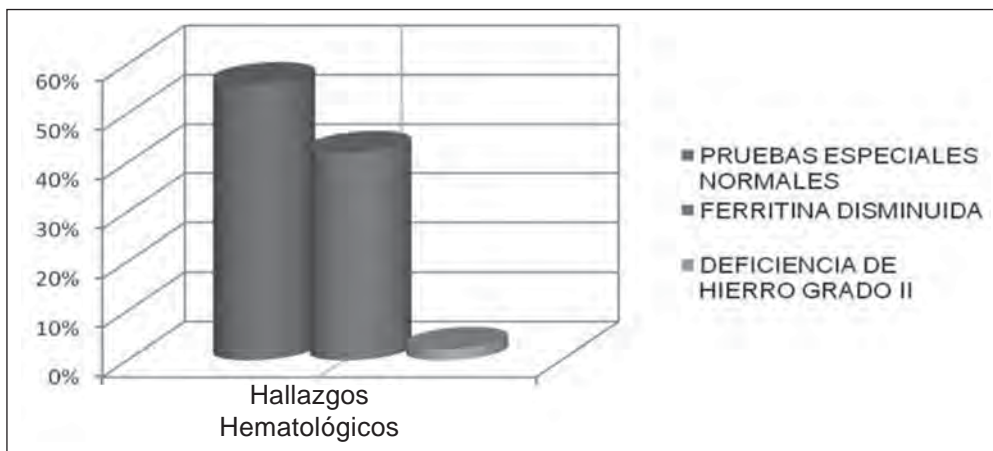


Figura 8. Distribución por hallazgo

## DISCUSIÓN

En este trabajo los datos obtenidos señalaron que el 97.7% de los deportistas se encontraban dentro de los Intervalos normales de referencia de hemoglobina y hematocrito, Receptor Soluble de Transferrina, Ferritina sérica e Índice de Receptor Soluble de Transferrina; indicando una normalidad en el estado del hierro de los atletas analizados; estos resultados no concuerdan con estudios realizados por Saris, Senden y Brouns (8), por Resina y Gatteschi (9), por Biancotti y Caropreso (10) quienes hicieron estudios en otras disciplinas y a partir de estos describen las variaciones encontradas en los valores de los diferentes parámetros hematológicos estudiados en deportistas que practican una actividad física intensa.

Sólo el 2.3% presento una deficiencia de hierro grado II; asociando este hallazgo posiblemente a la frecuencia de entrenamiento que cada disciplina exige a sus deportistas (11, 12), también puede presentarse por la variabilidad individual que cada deportista genera por la actividad deportiva que practica (5).

Frente a la descripción de los parámetros hematológicos de las dos poblaciones, la Ferritina Sérica fue mayor en el grupo de waterpolo ya que esta medida varía según la edad, el género, la dieta, la hipoxia a la que se encuentran sometidos etc. (13, 14), en el caso de sTfR y el IsTfR-FS fue mayor en el grupo de patinaje concluyendo que estos valores pueden estar relacionados con la frecuencia e intensidad con que entrenan los patinadores con respecto a los deportistas de la liga de waterpolo.

En el análisis, mediante herramientas de estadística inferencial no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, además se halló una similitud adecuada entre los niveles de Ferritina Sérica y sTfR en cada una de las ligas mostrando un alto porcentaje de depósitos de hierro en los deportistas, a comparación del estudio publicado por Cascante Burgos V. en el año 1999, en el cual afirma que el ejercicio afecta notoriamente el metabolismo del hierro y es capaz de actuar sobre el sTfR y la Ferritina Sérica, ocasionando una alteración de los depósitos de hierro produciendo deficiencias de este micronutriente (15).

En este estudio no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas respecto a una mayor deficiencia subclínica de hierro presente en las mujeres con respecto a los hombres, ya que se refleja un buen estado funcional del micronutriente en las dos poblaciones de estudio. En las investigaciones realizadas por Moira O'Brien en 2010, informan que las mujeres están predispuestas a presentar con mayor frecuencia estas deficiencias en comparación con los varones, esto asociado a las hemorragias fisiológicas causadas por la menstruación, influyendo notoriamente en el rendimiento de las atletas (16).

El uso conjunto de receptor soluble de Transferrina e índice de receptor soluble de Transferrina, son de gran utilidad en las investigaciones de fisiopatología de la anemia, en la evaluación cuantitativa de la tasa absoluta de la eritropoyesis, en la capacidad proliferativa de la médula ósea en cualquier grado de anemia y para supervisar la respuesta eritropoyética a diversas formas de terapia; en particular y lo más importante es que

permite predecir la respuesta temprana, cuando los cambios en la hemoglobina no son todavía evidentes (17) ya que estos indicadores (Hb, Hto, FSP, FS, sTfR, I-STfR), son factores en conjunto que juegan un papel importante en el transporte, depósito de hierro y su actividad medular como lo indica la investigación realizada por Yves Beguin, por lo tanto estos estudios especializados deberían formar parte de la valoración inicial y del control periódico, para lo cual el equipo multidisciplinario (médicos deportólogos, bacteriólogos, nutricionistas, etc.) deben promover e implementar estas pruebas.

En Colombia, estas pruebas especializadas (Ferritina sérica, el Receptor Soluble de Transferrina y el Índice de Receptor Soluble de Transferrina) no se utilizan habitualmente debido a los elevados costos que generan cada uno de estos protocolos, lo cual es contradictorio con los estudios realizados por Fallon K. donde nos muestra la importancia de estos marcadores diagnósticos de deficiencia de hierro en el ámbito deportivo (18). Investigaciones realizadas en otras partes del mundo han hecho que las pruebas especiales sean adoptadas por los médicos deportólogos de las ligas de países del primer mundo para detectar precozmente la deficiencia de hierro y así poder ofrecer un tratamiento oportuno a los deportistas que pueden llegar a desencadenar una deficiencia subclínica (5, 19).

## CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos en el presente estudio, se encontró que los valores de Hemoglobina, Hematocrito, la Ferritina Sérica, el sTfR, y el IsTfR-FS fueron normales sin importar género, mostrando un comportamiento similar en ambas poblaciones de las

ligas de waterpolo y patinaje, indicando el buen estado funcional del hierro que presentaban los participantes.

Los resultados del sTfR mostraron niveles elevados en el 2.3% población total del presente estudio, en donde se encontró deficiencia de hierro grado II, la población que presento estos valores pertenece a la liga de patinaje; se concluye que la sobre expresión del sTfR indica niveles disminuidos del hierro celular en correlación con niveles de ferritina disminuidos.

El IsTfR se obtiene de la relación de los valores de la Ferritina Sérica y el sTfR indicando que alguna alteración que se presente en alguno de ellos, permita detectar deficiencias subclínicas de hierro desde el primer estadio, aun en anemias por enfermedad crónica; siendo una prueba altamente sensible y específica. Permitiendo concluir que el uso de estos estudios especializados como lo son Hb, Hto, FSP, FS, sTfR, I-STfR. promueven un valioso protocolo para monitorear la actividad de la médula ósea y su uso como marcador de deficiencia de hierro, en casos donde los cambios de la hemoglobina aun no son evidentes.

Para la detección oportuna de anomalías hematológicas que afecten el rendimiento físico del deportista, es indispensable que estas pruebas Hb, Hto, FSP, FS, sTfR, I-STfR, formen parte de la valoración inicial y control periódico de cada deportista, en donde los médicos, los bacteriólogos, nutricionistas, etc., sean los encargados de promover e implementar su uso.

## REFERENCIAS

1. Sergeyevech V, Dmitriyevich V. Fisiología del deportista. 2ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2001.

2. García A. Evolución comparada de los parámetros fisiológicos en triatletas y ciclistas de élite, a lo largo de una temporada [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2004.
3. Llanos C, Flores M, Arevalo M, Herrera S. Mecanismos de generación de anemia en malaria. *Colom med.* 2004; 35(004): 205-214.
4. Campbell Neil A, Reece Jane B. *Biología*. 7ª ed. Madrid: Editorial médica Panamericana S.A.; 2007.
5. Bonilla J, Narváez R, Chuaire L. El deporte como causa de estrés oxidativo y hemólisis. *Colom med.* 2005; 36(4): 275-280.
6. Legaz Arrese A. Atletismo español: Análisis básico de la pseudoanemia, anemia ferropénica y anemia megaloblástica. *Rev. int. med. cienc. act. fís. deporte.* 2000; 1(01): 65-83.
7. Canaval H, Pérez H, Rincon D, Vargas J. Farmacología del hierro. Anemia Working Group Latin América (AWGLA) y Asociación Latinoamericana de farmacología (ALF). [Internet] 2011 mayo-octubre. [acceso 1 octubre de 2011]. Disponible en: <http://www.hospitalelcruce.org/pdf/revista/revis3/nota2.pdf>.
8. Saris W, Senden J y Brouns F. What is a normal red-blood cell mass for professional cyclists? *Lancet.* 1998; 352: 1758.
9. Resina A, Gatteschi L, Giamberardino M. et al. Hematological comparison of iron status in trained top-level soccer players and control subjects. *Int J Sports Med.* 1991; 12(5): 453-456.
10. Biancotti P, Caropreso A, Di Vincenzo G, et al. Hematological status in a group of male athletes of different sports. *J Sports Med Phys Fitness.* 1992; 32(1): 70-5.
11. Petibois C, Cazorla G, Poortmans J, Délérís G. Biochemical Aspects of Overtraining in Endurance Sports. *Sports Med.* 2002; 32(13): 867-878.
12. Seiler S y Tønnessen E. Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training. *J sports sci.* 2009; 13: 32-53.
13. Ortega M. Reserva de hierro y estado nutricional en niños derecho habientes de la Clínica-Hospital "Dr. Miguel Trejo Ochoa", ISSSTE, Colima [Tesis de Maestría]. Colima: Centro Universitario de investigaciones en ciencias biomédicas, Universidad de Colima; 2001.
14. Ruiz M, Pico M, Rosich L, Morales L. El factor alimentario en la presencia de la deficiencia de hierro. *Rev Cubana Med Gen Integr.* 2002; 18(1): 46-52.
15. Cascante Burgos V. El Receptor Soluble De La Transferrina Estudio Clínico De Un Nuevo Marcador Del Metabolismo Del Hierro. [Tesis doctoral]. España: Facultad de Farmacia, Universidad Complutense De Madrid; 1999.
16. Michael A, Moira O'Brie M, Montez J. The Male Consumer as Loser: Beer and Liquor Ads in Mega Sports Media Events. *Journal of Women in Culture and Society.* 2005; 30 (3).
17. Beguin Yves. Soluble transferrin receptor for the evaluation of erythropoiesis and iron status. *Clin Chim Acta.* 2003; 329: 9-22.
18. Fallon K. Clinical utility of blood tests in elite athletes with short term fatigue. *Br J Sports Med.* 2006; 40(6): 541-544. Olaf Y, Schmid A, Grathwohl D, Bültermann D, Aloys B. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(5): 869-875.
19. Olaf Y, Schmid A, Grathwohl D, Bültermann D, Aloys B. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(5): 869-875.