

# **Cambios renales y electrolíticos** **inducidos por el ejercicio**

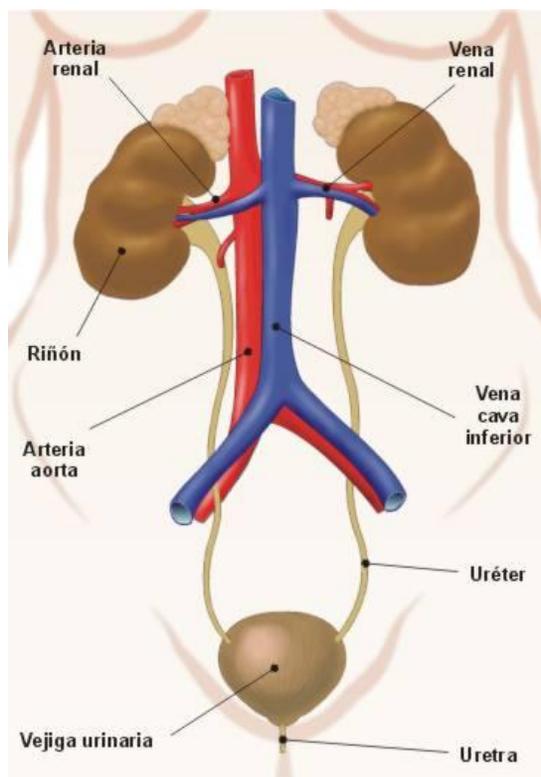
## ***Disminuyendo los riesgos***

El stress metabólico del ejercicio puede afectar la capacidad del riñón para mantener el volumen y la homeostasis electrolítica. Como resultado pueden ocurrir anomalías pequeñas en la función renal, como hipovolemia, pérdida de electrolitos, hipercalemia y acidosis láctica. Adicionalmente, los efectos directos y hormonales del ejercicio en los riñones, pueden provocar hematuria o proteinuria. Eventualmente los efectos del ejercicio en el riñón pueden poner en riesgo la vida. La atención óptima no solo incluye el diagnóstico y tratamiento, sino *también la educación del paciente sobre la adecuada hidratación y otras medidas preventivas.*

Steven Fishbane, M.D., Director Asociado, Division de Nefrología, Winthrop University Hospital, New York.

- Reproducido con autorización de: THE PHYSICIAN AND SPORTSMEDICINE Vol. 23 No. 8, Agosto 1995, una publicación McGraw-Hill Inc.
- Estetoscopio Vol 3 # 1996

Una mujer de 34 años de edad, que había entrenado durante 2 semanas, terminó de correr media maratón. Excepto por algunas lesiones en sus pies, no se encontraba excesivamente cansada. Por la noche notó que el color de la orina era rojo oscuro, y por la tarde del día siguiente había dejado de orinar. Horas después presentó dolor en ambos muslos, y después de varios episodios de náusea y vómito consultó a un hospital local. Se encontró que la paciente presentaba insuficiencia renal con evidencia bioquímica de rabdomiolisis. A pesar de su grave condición renal, la paciente se recuperó, sin requerir diálisis, y se le dió de alta en el hospital con función renal casi normal. Este caso ilustra una rara complicación de ejercicio extremo en una atleta que no tenía el adecuado entrenamiento. El daño homeostático leve, la hipovolemia moderada, la hipercalemia, la acidosis láctica y hematuria están con frecuencia relacionadas con el ejercicio. Los médicos especializados en medicina deportiva, necesitan estar alerta a los cambios electrolíticos medianos y severos.



## **Depleción electrolítica e hipovolemia**

Los déficit en el volumen plasmático y el almacenamiento electrolítico ocurren



generalmente con la actividad física. El ejercicio causa hipovolemia en proporción a la cantidad de agua perdida. Cuando una persona se ejercita en un día caliente, la pérdida de sudor puede exceder hasta 2 L /hora. Adicionalmente la osmolalidad plasmática y la concentración de sodio se pueden incrementar porque el sudor es hipotónico, relativamente al plasma.

La hipovolemia y la hiperosmolaridad son potentes estimuladores de la sed, lo que busca corregir ambas anomalías. Durante el ejercicio, a menudo el equilibrio no se recupera con la misma velocidad con que se pierde volumen.

Una circunstancia en la que se puede desarrollar severa hipovolemia ocurre en aquellos atletas que consumen alcohol, pues éste bloquea el efecto de la hormona antidiurética en el riñón exacerbando la hipovolemia inducida por el ejercicio.

La pérdida de volumen durante el ejercicio se acompaña de aumento en el fluido sanguíneo en músculo y piel. La combinación de pérdida en forma de sudor y la redistribución del fluido sanguíneo a los tejidos periféricos disminuye el volumen circulatorio efectivo y el volumen de eyección.

La capacidad para tolerar estos cambios depende de la función cardiovascular y del condicionamiento del deportista. La hipotensión durante el ejercicio es prevenida por una gran vasoconstricción del lecho esplácnico. Los bloqueadores de los receptores  $\alpha$ -adrenérgicos usados para tratar la hipertensión, bloquean este mecanismo de protección y predisponen a episodios de hipotensión durante el ejercicio. Estos medicamentos deben ser usados con sumo cuidado en pacientes que se ejercitan extremadamente.

## Complicaciones

La pérdida de agua y electrolitos lleva a complicaciones como calambres musculares, golpe de calor o agotamiento. Los dolores musculares son comunes y ocurren hasta en atletas bien entrenados, se tratan con descanso, líquidos y reemplazo de electrolitos. Su prevención requiere una toma adecuada de líquidos y electrolitos antes y durante el ejercicio.

En el agotamiento por calor producido por el ejercicio, los pacientes experimentan dolor de cabeza, náusea, confusión y debilidad. Pueden presentar hipotensión moderada y taquicardia con temperatura corporal frecuentemente elevada. Al igual que en el caso anterior, el descanso y el reemplazo de líquidos y electrolitos es esencial, generalmente administrados por vía oral, pero eventualmente puede requerirse utilizar líquidos intravenosos.

El golpe de calor es el más serio de estos síndromes y ocurre generalmente en gente mayor con enfermedades de base que le facilitan. Aunque los síntomas son muy parecidos al agotamiento por calor, la temperatura corporal está elevada, puede acompañarse de falla renal, rhabdomiolisis y acidosis láctica. El tratamiento consiste en inducir la disminución de la temperatura, hidratación, masaje en las extremidades para aliviar la vasoconstricción y ventilación que promueva la pérdida de calor por convección.



El principio más importante para prevenir las pérdidas de líquidos y electrolitos en el ejercicio es reemplazar el volumen perdido, de preferencia durante el ejercicio. lo cual mejora la función cardiaca y facilita la actividad atlética.

El reemplazo de líquidos debe ser hipotónico con respecto al plasma para alcanzar el volumen perdido en el sudor. Lo anterior ayudará a prevenir la hiperosmolaridad.

Los productos utilizados comercialmente para el reemplazo de líquidos y electrolitos contienen generalmente agua y azúcar, la cantidad de sodio es de 10 a 20 meq / litro, la concentración de potasio suele ser 2 a 3 meq / litro. La ventaja de estos líquidos sobre el agua es que proveen de un rápido reemplazo de electrolitos y energía. Sin embargo no hay prueba de que estos productos sean necesarios para la adecuada hidratación durante el ejercicio.

### **Hipercalemia**

Paradójicamente, así como se pierden agua y electrolitos, pequeños aumentos en el potasio plasmático son comunes, con el ejercicio moderado, la elevación puede llegar a 0,7-1,1 meq / litro, con el ejercicio severo el potasio puede incrementarse hasta 2 meq / litro. El aumento de potasio en la concentración plasmática generalmente cede después de descansar. Una situación en que el ejercicio pueda inducir hipercalemia severa es en los pacientes tomando Beta-bloqueadores. Los receptores Beta 2 normalmente facilitan el paso de potasio a las células, al ser bloqueados se previene la reabsorción del potasio liberado por las células musculares durante el ejercicio, llegando a ser hasta 4 meq / litro. Cuando un paciente presenta paro cardíaco durante el ejercicio debe observarse si le han sido prescritos Beta-bloqueadores.

Sin embargo. en general la hipercalemia inducida por el ejercicio no suele tener significancia clínica, pero es interesante especular hasta el qué punto juegue un papel importante en los episodios de muerte súbita durante el ejercicio.

### **Hiponatremia**

Debido a que la pérdida de sudor eleva la osmolaridad plasmática y la concentración de sodio sérico, es sorprendente que casos de hiponatremia hayan sido reportados con el ejercicio. La única forma en que esto puede ocurrir es si el atleta consume grandes cantidades de agua, y aún así es seguro que el riñón aún es capaz de proteger contra la hiponatremia a través de la producción de una orina diluida. Al parecer algo interfiere con esta capacidad del riñón, probablemente ocurre una secreción inadecuada de hormona antidiurética. Dado que la hiponatremia se desarrolla agudamente. se asocia a síntomas severos como cambio en el estado mental. coma o ataques. En estos casos es necesario el tratamiento con solución salina normal y en casos mas severos con soluciones hipertónicas.

### **Acidosis Láctica**

Esta puede ocurrir en asociación con el golpe de calor o aisladamente. La sintomatología consiste en disnea para compensar la acidosis. Los síntomas neurológicos ocurren en raras ocasiones causando letargia o coma.



La etiología de la acidosis láctica está relacionada con un desequilibrio en la demanda y consumo de oxígeno en la célula muscular. Cuando el oxígeno no se encuentra disponible en las células musculares en el ejercicio, el piruvato es convertido en ácido láctico, en la parte final del ciclo de Krebs. En el ejercicio extremo, el ácido láctico producido puede cambiar el pH hasta 6.8. El lactato es rápidamente metabolizado por el hígado durante el descanso corrigiendo el pH.

Es muy raro que la acidosis inducida por el ejercicio cause algún problema clínico en individuos sanos, pero en el caso de aparecer, debe sospecharse primariamente una patología hepática de base.

## Falla renal aguda

Debe ser sospechada en pacientes que han realizado ejercicios extremos con posterior disminución del volumen urinario o síntomas de uremia. El mecanismo de la FRA probablemente combina los efectos de la hipovolemia y la rabdomiolisis. La hipovolemia lleva a isquemia renal y a disminución de flujo en los túbulos renales. Ello resulta en un aumento en la concentración de mioglobina que predispone a la necrosis tubular.

Los signos y síntomas de rabdomiolisis incluyen dolor muscular difuso, hipercalemia, hiperfosfatemia, hipocalcemia e hiperuricemia. La orina puede ser roja y puede encontrarse el factor "Hemo" si se mide en el parcial de orina, pero en el sedimento no se encontrarán glóbulos rojos.

Las enzimas musculares están aumentadas en la sangre, lo que dará el diagnóstico definitivo. Algunos factores que predisponen a la rabdomiolisis son la hipofosfatemia, hipocalcemia e ingestión de alcohol o cocaína, y algunos medicamentos como la lovastatina y el gemfibrozil. Luego del diagnóstico de rabdomiolisis debe administrarse líquidos endovenosos para mantener una diuresis de 200 mL / hora. La alcalinización de la orina con bicarbonato o manitol puede ser efectiva.

Para prevenir la falla renal durante el ejercicio, aparte de la hidratación adecuada es necesario que al comenzar un nuevo programa de ejercicios se aumente la intensidad gradualmente. Si el atleta viaja a un clima más cálido que aquel en que usualmente permanece, debe esperar algún tiempo para aclimatarse.

## **ANOMALÍAS ENCONTRADAS EN EL PARCIAL DE ORINA**

### **Hematuria.**

La hematuria macro o microscópica puede ocurrir con el ejercicio, en rangos que van desde el 55% en el *Rugby*, hasta el 80% en la natación. La presencia de una orina roja, no necesariamente implica hematuria, porque la mioglobinuria y la hemoglobinuria pueden ser también las causantes de ella.

El mecanismo por el cual se produce varía, pero se ha encontrado que el trauma es uno de los factores más importantes. La hematuria debida al ejercicio tiene un pronóstico excelente y resuelve dentro de las primeras 48 horas, período después del



cual se debe repetir el parcial de orina; si la hematuria persiste, está indicada una evaluación completa de la función renal.

### **Proteinuria**

La excreción de proteínas se aumenta en un 70 a 80% luego del ejercicio y tiene su pico máximo luego de 30 minutos llegando a ser de 2 a 3+. La medición de la proteinuria durante 24 horas luego del ejercicio, puede ser de más de 300 mg de proteína ( $n < 150$  mg). El mecanismo de la proteinuria después del ejercicio es la disminución del volumen plasmático, ello aumenta la secreción de renina y angiotensina II, con aumento en la tasa de filtración glomerular. Con el aumento de la filtración, la concentración de las proteínas plasmáticas en los capilares glomerulares disminuye, causando incremento en el movimiento de la proteína a través de la membrana glomerular por el mecanismo de difusión y convección.

Debido a que la proteinuria es un hallazgo clínico común, la evaluación de cualquier proteinuria debe tener en cuenta el ejercicio como una de sus causas. La proteinuria debe ceder dentro de las primeras 48 horas, tiempo después del cual una evaluación completa es necesaria en el caso de que persista.

*Riñón infantil a pleno rendimiento, el cual esta cubierto de pliegues que desaparecen con la madurez.*

### **Referencias Seleccionadas**

- 1.Noakes TD: Fluid replacement during exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 1993;21 :297-330
- 2.Cianflocco AJ: Renal complications of exercise. *Clin Sports Med* 1992;1 I(2):437-451
- 3.Kallmeyer JC, Miller NM: Urinary changes in ultra long-distance marathon runners. *Nephron* 1993;64( 1)119-121
- 4.Goldszer RC, Siegel AJ: Renal abnormalities during exercise, in Strauss RH (ed): *Sports Medicine*, ed 2. Philadelphia, WR SaundersCo, 1991, p 156

## **COMPLICACIONES RENALES DEL EJERCICIO**

*Dr. Alfred j. Cianflocco*

Tomado de la Section of Sports Medicine, Department of Orthopaedic Surgerv, Cleveland Clinic Foundation; and John Carroll University, Cleveland, Ohio.

### **FISIOLOGEA RENAL**

El ejercicio da lugar a una reducción del flujo sanguíneo o plasmático renal directamente proporcional a la intensidad de aquel. El ejercicio moderado (50% del  $VO_2$ max) disminuye el flujo sanguíneo renal en un 30%, mientras que el ejercicio intenso (65% del  $VO_2$ max) lo reduce en un 75%, siendo progresiva la caída flujo sanguíneo renal conforme aumenta la intensidad del ejercicio<sup>56</sup>. El mecanismo subyacente más probable es la activación del sistema nervioso simpático con elevación de los niveles de adrenalina y noradrenalina, que produce a una vasoconstricción progresiva de las arteriolas renales aferentes y eferentes. Se ha sostenido que la hiperhidratación previa al ejercicio puede minimizar el efecto del ejercicio sobre el flujo renal; sin embargo, se ha comprobado que dicho efecto es mínimo.<sup>14</sup> Los individuos hipohidratados (déficit de líquido de un 4 a un 8% del peso corporal), sin embargo, pueden experimentar una mayor caída de la perfusión renal que los normohidratados.<sup>74</sup>



Al reducirse el flujo sanguíneo renal con el ejercicio también disminuye el filtrado glomerular (FG). Sin embargo, el FG disminuye relativamente menos que el flujo plasmático. Con un ejercicio intenso, el FG puede caer a un 50% de su valor inicial. Una mayor hidratación puede disminuir significativamente la reducción del FG durante el ejercicio intenso.<sup>14</sup> La fracción de filtración (FF) se eleva durante el ejercicio paralelamente a la disminución del FG.<sup>14,30,14</sup> Este aumento es proporcional a la intensidad del ejercicio. Durante ejercicios suaves e intensos el aumento de la FF es del 15 y del 67%, respectivamente.<sup>14</sup>

El flujo urinario y la excreción urinaria de agua descienden durante el ejercicio, pero la magnitud, la duración y la tasa de esta disminución no son predecibles con exactitud.<sup>14,84</sup> Como sucede con otros parámetros de la función renal, la hiperhidratación previa al ejercicio intenso no evita la reducción posterior del flujo de orina.<sup>56</sup> Los cambios del flujo urinario durante el ejercicio dependen del FG, la reabsorción tubular de agua, la secreción de solutos y los niveles circulantes de hormona antidiurética (ADH). Parece ser que la ADH es la más importante; la disminución de la excreción urinaria de agua es un mecanismo protector contra una pérdida hídrica excesiva. La respuesta de la ADH al ejercicio depende del estado de hidratación del individuo, así como de la intensidad y la duración del ejercicio.<sup>83</sup> Durante el ejercicio se elevan los niveles plasmáticos y la actividad de la ADH, probablemente en relación con las variaciones del metabolismo hepático y renal en respuesta a un menor flujo sanguíneo orgánico.

Por lo general, el ejercicio intenso inhibe la excreción de electrolitos como el sodio, cloro, calcio y fósforo. La excreción de potasio en su mayor parte permanece estadísticamente estable con el ejercicio moderado o intenso.<sup>14,56</sup> Un estudio en esquiadores de fondo de 70 Km. demostró que el total de los cationes medidos no se alteraba, mientras que los aniones disminuían dando lugar a un déficit progresivo de los mismos. Los electrolitos estudiados fueron: sodio, calcio, magnesio, cloro, potasio y fósforo. La pérdida urinaria de electrolitos era despreciable y no requería su reposición.<sup>63</sup>

La disminución de la secreción urinaria de sodio está en relación con un menor porcentaje del sodio filtrado excretado y con una mayor reabsorción tubular del mismo, pero no con el FG. Esto es consecuencia de una mayor actividad de la aldosterona plasmática dependiente de la duración y la intensidad del ejercicio.<sup>79</sup> La activación de un sistema en cascada que se inicia en el sistema nervioso simpático da lugar a un aumento de la aldosterona. El ejercicio provoca una mayor liberación de renina por estimulación betaadrenérgica. La producción subsecuente de angiotensina promueve la secreción de aldosterona en la corteza adrenal. Esta cascada muestra el papel del sistema endocrino en el control del volumen de líquido extracelular, del sodio extracelular y de la producción de orina.

Durante el ejercicio se han evidenciado en la orina más leucocitos, eritrocitos y células epiteliales por campo.<sup>43,68</sup> El número de eritrocitos y las causas de hematuria postejercicio se expondrán en otra sección.



Algunos leucocitos pueden estar agrupados en cilindros, sugiriendo que su origen podría ser el epitelio tubular. El aumento de las células epiteliales puede ser debido a los eventos mecánicos ocurridos durante el ejercicio.

Ya en 1910, y hasta 1970, muchos autores observaron una mayor excreción urinaria de cilindros tras el ejercicio.<sup>6,34,35,6,75</sup> Se han publicado cilindrias desde el 60 hasta el 93% en deportes como el remo, las carreras, el fútbol americano o el squash.<sup>3,16,34,51</sup> Suelen ser cilindros hialinos y granulares. Los cilindros de hialina son más frecuentes y están formados por una glucoproteína urinaria denominada *uromucoide*.<sup>47,66</sup> Esta se origina en la corteza renal y forma cilindros a medida que se concentra lo suficiente en los túbulos renales. Otros factores que pueden contribuir a la cilindria observada en el ejercicio son el pH bajo y la urea, la concentración de NaCl y el aumento en el contenido de albúmina.

## PROTEINURIA

Von Leube fue el primero que describió la excreción urinaria de proteínas en individuos sanos tras el ejercicio.<sup>82</sup> En 1956, Gardener<sup>27</sup> acuñó el término *pseudonefritis deportiva* para describir el patrón de excreción urinaria proteica tras el ejercicio en un intento de diferenciarla del síndrome nefrótico. Más tarde se vio que la proteinuria, al igual que la hematuria, puede aparecer tras muchos deportes de contacto o no como el remo, el fútbol americano, el atletismo, las carreras de fondo, la natación y los calisténicos.<sup>11,17,68,82,85</sup> La proteinuria post-ejercicio es relativamente frecuente; el equipo de Alyea la observó en el 70-80% de los deportistas que estudiaron.<sup>3</sup> Su incidencia, sin embargo, es variable y se asocia con mayor frecuencia a ejercicios intensos, más que prolongados. Se asocia de forma más consistente con un esfuerzo máximo en un corto período de tiempo.<sup>58,60</sup> Se demostró la relación entre la proteinuria postejercicio y la intensidad del ejercicio en función del lactato producido ( $r = 0.87$ ) más que con la duración.<sup>60</sup>

El grado de proteinuria de esfuerzo determinado por tiras reactivas suele ser de 2+ a 3+, con una tasa de excreción proteica máxima durante los primeros 20 o 30 minutos tras el ejercicio; el descenso subsiguiente de esta excreción muestra una curva potencial con una vida media de 54 minutos.<sup>3,62,70</sup>

Los componentes de la proteinuria postejercicio difieren de los de la proteinuria fisiológica normal en que son proteínas de origen plasmático.<sup>57</sup> La excreción de la mayor parte de las proteínas del plasma aumenta tras la maratón y supone aproximadamente el 82% del total de la proteinuria tras el ejercicio, mientras que en la orina recolectada en reposo sólo representa el 57%. Poortmans comprobó que el aclaramiento de varias proteínas plasmáticas aumentaba de 0.5 a 100 veces.<sup>54,55,58,59,60,61,62</sup>

Como ya hemos dicho, tanto el flujo sanguíneo renal como el FG disminuyen durante el ejercicio, aunque relativamente menos el FG. Como resultado aumenta la FF, facilitando la difusión de macromoléculas en el interior de la luz tubular. La mayor actividad de la renina plasmática durante el ejercicio, junto a la intervención de la



kalikreína del sistema de las kininas, pueden favorecer también la permeabilidad de la membrana glomerular. Los datos publicados por Poortmans<sup>57</sup> sugieren que la reabsorción de las proteínas de bajo peso molecular en los túbulos renales tiene un límite, de modo que la reabsorción tubular máxima puede alcanzarse durante el ejercicio intenso.<sup>57</sup>

Parece que la proteinuria postejercicio no es una intensificación de la proteinuria fisiológica normal. Durante el ejercicio ligero o moderado predomina la proteinuria de tipo glomerular; la observada tras el ejercicio intenso, exhaustivo y de corta duración es, sin embargo, de tipo mixto glomerulotubular. Los mecanismos implicados parecen ser el aumento de la permeabilidad glomerular y la alteración de la reabsorción tubular de las proteínas plasmáticas.<sup>57</sup>

Clínicamente, es de esperar que la proteinuria inducida por el ejercicio se aclare en las 24 ó 48 horas siguientes.<sup>28,49,65,77</sup> La proteinuria que sólo se debe al ejercicio tiene un pronóstico benigno sin secuelas a largo plazo. El dilema clínico aparece por el hecho de que la proteinuria tras el ejercicio puede no estar relacionada con éste y ser secundaria a una enfermedad renal subyacente. La repetición del análisis de orina con examen microscópico será el primer paso para establecer el diagnóstico en un deportista con proteinuria postejercicio.

Aunque las proteínas pueden ser un componente normal de la orina, la proteinuria se define en los adultos como una excreción mayor de 150 mg en 24 horas. El límite superior varía con la edad. La proteinuria de los niños y adolescentes está en otra sección. La proteinuria suele detectarse de forma cualitativa mediante las tiras reactivas de orina (cuadro 1).

Cuadro 1. Niveles de proteínas en la orina mediante las tiras de orina

Tiras	Concentración de proteínas
Indicio	15-29 mg/dL
1+	30-99mg/dL
2+	100-299mg/dL
3+	300-999mg/dL
4+	>1,000mg/dL

Las tiras de orina son una excelente prueba de screening, pero en todos los resultados positivos obtenidos hay que tener en cuenta la posibilidad de falsos positivos. Las causas de los falsos positivos pueden ser: muestras excesivamente concentradas en la orina de primera hora de la mañana o en la última del día, hematuria macroscópica, contaminación de la orina con antisépticos, orina fuertemente alcalina (pH > 8, como puede verse con bacterias que descomponen la urea) y fenazopiridina HCl (Piridio). Los deportistas estudiados pueden estar a menudo deshidratados y emitir una orina concentrada, dando un falso positivo de 1+. El resultado de la tira es más fiable si se combina con la medición de la densidad específica. Se puede sospechar un falso positivo cuando ésta es mayor de 1.025 o cuando el paciente está deshidratado. Se pueden utilizar los dos últimos dígitos de la densidad específica como estimación



grosera del límite superior de la normalidad de muestras muy diluidas o concentradas. Por ejemplo, si la densidad específica es 1.030, el límite superior de la normalidad para las proteínas en esa muestra sería aproximadamente de 30 mg/dL. Las mediciones de la densidad específica son menos importantes cuando la proteinuria es mayor. Un resultado de 2+ o 3+ representa con más certeza una proteinuria importante, incluso aunque la orina esté muy concentrada.<sup>2</sup>

Para eliminar la posibilidad de un falso positivo y ayudar a filiar la proteinuria es fundamental hacer determinaciones repetidas con tiras reactivas. Si un análisis repetido a las 24 ó 48 horas o en reposo sigue indicando proteinuria habrá que continuar la investigación. La proteinuria ortostática benigna debe excluirse mediante la recolección de muestras a lo largo de la noche o en supino y de pie (cuadro 2).

*Cuadro 2. Test para la proteinuria ortostática*

1. El paciente debe orinar antes de acostarse (entre las 9:00 y las 10:00PM) y guardar una muestra en un bote marcado. Meter una tira para determinar las proteínas de la orina y apuntarla.
2. El paciente debe acostarse después y tumbarse en horizontal. A medianoche debe orinar en otro bote (mientras está en la cama en horizontal) marcado. Meter una tira para proteínas y apuntarla.
3. El paciente debe orinar otra vez entre las 5:00 y las 6:00 AM (mientras todavía está en la cama en posición horizontal). Guardar la orina en un bote marcado. Meter una tira de proteínas y apuntarla.
4. Repetir la operación entre las 7:00 y las 7:30 AM (con el paciente todavía en horizontal). Guardar la orina en un bote marcado. Meter una tira de proteínas y apuntarla.
5. El paciente puede entonces levantarse. Recoger otra muestra de orina entre las 9:00 y las 9:00 AM. Esta puede obtenerse de pie o en posición sentado. Guardar la orina en un bote marcado. Meter una tira de proteínas y apuntarla.

Si la proteinuria persiste en posición supina estará justificado realizar pruebas de función renal más sofisticadas, como las pruebas séricas y la recolección de orina de 24 horas, para determinar la creatinina, el aclaramiento de creatinina y el total de proteínas. También puede estar justificado la realización del perfil químico del suero, la determinación de la glucemia en ayunas y un análisis completo de sangre. Es importante determinar el tamaño y número de los riñones; esto puede conseguirse mediante una pielografía intravenosa que no sólo valora los riñones estructuralmente, sino también funcionalmente.

La historia médica y familiar completas son necesarias para descartar cualquier posible causa de enfermedad renal, como una infección estreptocócica reciente (faringitis, impétigo), enfermedades del colágeno vascular, riñón poliquístico, nefritis, edema y drogas. Los individuos de más de 40 años pueden necesitar un estudio más a fondo con electroforesis de suero y orina para excluir un mieloma múltiple. Otros signos y síntomas, como dolores óseos o una anemia inexplicada, pueden proporcionar nuevas pistas.

La medición cuantitativa de una proteinuria postejercicio en orina de 24 horas varia entre los 100 a los 300 mg o menos. Los individuos con una proteinuria transitoria, funcional o intermitente inferior a 150 mg/dl no suelen requerir seguimiento. Aquellos



con proteinuria ortostática o intermitente o de más de 150 mg/dl deben controlar su tensión arterial y su orina cada uno o dos años, aunque el riesgo de fracaso renal es probablemente bajo. Cualquier paciente con una proteinuria constante sin signos de enfermedad renal o sistémica debe seguirse con análisis de orina a intervalos de seis a 12 meses, determinaciones de la tensión arterial y niveles de nitrógeno ureico en sangre (BUN) y de creatinina sérica.<sup>2</sup>

La proteinuria inducida por el ejercicio puede reproducirse en un sujeto ante un nivel de esfuerzo determinado y posiblemente ante grados de esfuerzo variables. Sin embargo, no existen pruebas de que los individuos con proteinuria inducida por el ejercicio tengan mayor riesgo de desarrollar una enfermedad renal crónica o deban limitar su actividad física. Basta con un reconocimiento médico y un análisis de orina anuales, sin necesidad de más exploraciones a no ser que aparezcan anomalías.<sup>29</sup>

Históricamente, los análisis de orina han formado parte de los exámenes previos a la participación de los exámenes físicos deportivos, sobre todo en los deportistas adolescentes. La proteinuria era frecuente, alcanzando el 62% en los análisis de orina realizados en el estudio de Peggs.<sup>52</sup> Aproximadamente se siguió el 50% de los individuos en los años posteriores, pero sólo el 28.5% presentó proteinuria en ambas ocasiones. La proteinuria es un hallazgo frecuente en la edad pediátrica, con una incidencia máxima durante la adolescencia. En diversos estudios de screening publicados, la incidencia de proteinuria en esta población varía desde el 5 al 85%, aumentando a partir de los 16 años.<sup>59</sup> La causa más frecuente en la adolescencia es, con mucho, la ortostática (15-20%). Otras causas benignas son la fiebre, la exposición al frío, el estrés emocional y el ejercicio. La proteinuria es un hallazgo benigno en todos los casos, salvo en el 0.1%.<sup>46</sup> El seguimiento de un gran número de casos de proteinuria benigna identificada en la edad pediátrica o en la adolescencia requeriría varios análisis de orina con exámenes microscópicos y probablemente la determinación de proteínas y de creatinina en orina de 24 horas. El coste monetario y emocional no es pequeño. Peggs y cols. sugieren que las pruebas de screening rutinarias de orina no parecen necesarias, dada la frecuencia de la proteinuria benigna en la adolescencia.<sup>52</sup>

## HEMATURIA

La hematuria relacionada con el ejercicio ha sido reconocida como un problema de los deportistas desde hace mucho tiempo. La descripción inicial se atribuye al médico italiano Bernardini Ramazziani, que ya en 1793 describió la emisión de orina sanguinolenta en los corredores.<sup>12</sup> La hematuria del ejercicio puede ser macroscópica o microscópica, aparece tanto en el deportista principalmente como en el entrenado, y se denomina con frecuencia *hematuria deportiva*. Se ha observado en deportistas de una gran variedad de deportes de contacto o no como el remo, el lacrosse, el fútbol americano y el atletismo.<sup>3</sup> Las incidencias publicadas van desde el 55% (fútbol americano y remo) al 80% (natación, lacrosse y atletismo). En los corredores, la hematuria microscópica aparece en más del 20% de los maratonianos y en más del 50% de los ultramaratonianos.<sup>9,17,19,67</sup> La hematuria del ejercicio o de los deportes suele desaparecer en uno o dos días, aunque puede reaparecer.

Las causas de la hematuria deportiva pueden clasificarse en función del lugar de la



lesión (riñón o vejiga) y del deporte que la provoca (contacto versus no contacto).<sup>1</sup> El flujo sanguíneo renal y el filtrado glomerular disminuyen proporcionalmente a la intensidad del ejercicio.<sup>7,14,15,36,63</sup> Esta disminución es el resultado de la vasoconstricción renal para redistribuir el flujo sanguíneo hacia el músculo esquelético. En consecuencia, la nefrona sufre una lesión hipóxica con el subsiguiente aumento de la permeabilidad glomerular y la excreción de eritrocitos a la orina. La vasoconstricción renal, más pronunciada en la arteriola glomerular eferente, provoca un aumento de la presión de filtración y de la FF, mientras que el éxtasis en los capilares glomerulares también favorece el paso de glóbulos rojos a la orina.<sup>7,14,15,63</sup>

Durante el deporte se puede sufrir un traumatismo renal por un golpe directo, como en el fútbol americano y el boxeo, o por una sacudida de los riñones, como en las carreras o en los saltos. No obstante estos mecanismos, traumático y traumático, pueden ser concurrentes. Un jugador de fútbol o de baloncesto puede correr una gran distancia sin producirse daño hipóxico de la nefrona, pero al mismo tiempo puede sufrir un traumatismo renal causante de hematuria por un golpe directo o una sacudida de los riñones.

La hematuria vesical es el resultado de un traumatismo. Blacklock<sup>8</sup> describió hallazgos cistoscópicos característicos de contusiones, con pérdida de urotelio y exudado de fibrina, en lugares característicos de la vejiga en ocho corredores de fondo 48 horas después de la carrera. Estas lesiones se resolvieron rápidamente, persistiendo tan sólo una ligera hiperemia a la semana siguiente.

El mecanismo de lesión de la vejiga parece involucrar al impacto de la pared posterior, flácida, contra la base, más gruesa, fija y rígida que contiene al trigono.' Aunque cada impacto es pequeño, su repetición durante una carrera larga puede dar lugar a un traumatismo importante. Según Abarbanel y cols.<sup>1</sup> y Eichner<sup>21</sup> este mecanismo de lesión presupone que la vejiga está relativamente vacía, permitiendo de este modo la aposición de ambas superficies. Muchos deportistas la vacían antes de correr o antes de una competición. Los individuos que no muestran hematuria en esta situación pueden correr o competir con la suficiente orina en la vejiga como para que actúe de amortiguador, evitando así la aposición entre la pared vesical posterior y el trigono.

La hematuria de los deportistas es proporcional a la duración y a la intensidad de su esfuerzo. En un estudio de Alyea y cols.,<sup>3</sup> el 50% de los jugadores de fútbol americano mostraban hematuria tras la competición, frente a un porcentaje significativamente mayor de los nadadores (80%). Sin embargo, la cantidad de sangre presente en la orina era mayor en los primeros, debido probablemente al factor traumático adicional. Los estudios de los datos comparativos indican que cuanto más intensa y larga sea la carrera o la natación, más frecuente e intensa será la hematuria.<sup>1</sup>

La hematuria deportiva debería entrar en el diagnóstico diferencial de los deportistas con hematuria o cilindruria. Sin embargo, y debido a su elevada frecuencia, la hematuria deportiva no puede ser considerada como la única causa hasta excluir otras



entidades patológicas. Se ha demostrado también que la hematuria microscópica es bastante frecuente en la población general, alcanzando cifras del 5% en los soldados de las fuerzas aéreas Israelíes de 18 a 25 años, del 13% en los hombres adultos (de más de 35 años) y mujeres posmenopáusicas (de más de 55 años) de un estudio de la Clínica Mayo.<sup>25,48</sup> En un estudio parecido llevado a cabo por Kaiser, el 15% de los 1,346 estudiantes examinados tenía microhematuria.<sup>45</sup> Todos eran asintomáticos. Otro estudio sobre 8,954 niños fineses entre ocho y 15 años arrojó una incidencia de microhematuria del 4%.<sup>80</sup>

Una orina normal al repetir el análisis a las 24 ó 72 horas confirmará la presencia de una hematuria deportiva y descartará otros procesos patológicos en los individuos menores de 40 años. Puede ser útil reafirmar la asociación entre la hematuria y la actividad repitiendo un análisis de orina postejercicio. Los estudios pueden terminar en este punto, a no ser que los hallazgos de la historia o de la exploración física como traumatismo, dolor en el flanco, cólico renal, supuraciones por el pene, urgencia miccional, poliuria, disuria, emisión de coágulos, edema, faringitis, enfermedad viral o impétigo, los justifiquen. También está justificado continuar la investigación si la hematuria persiste o es recurrente.

Puede ser pertinente descartar una historia personal o familiar de anemia falciforme, hipertensión, diabetes, enfermedad renal poliquística o síndrome de Alport o de nefrolitiasis. Muchos deportistas toman una gran variedad de medicamentos, tanto de prescripción como de libre acceso, para tratar problemas médicos específicos o para potenciar su rendimiento. Una historia de drogas puede ser la clave para identificar una nefritis intersticial, una necrosis papilar o una cistitis hemorrágica como probable causa de la hematuria. El consumo de antiinflamatorios es frecuente y la hematuria idiopática demostrada en los deportistas que los toman alcanza el 54%.<sup>39</sup> No todas las orinas rojizas significan hematuria, ya que existen seudohematurias provocadas por ciertas drogas (Piridio [Parke-Davis], rifampicina, nitrofurantoina, quinina y fenitoina), por ciertos colorantes vegetales, por la mioglobina y por la hemoglobina.

La clave de la exploración es la repetición del análisis de orina. La figura 2 perfila el abordaje de un deportista con hematuria. Los cultivos de orina y de la uretra podrían ser el siguiente paso diagnóstico en un paciente con urgencia miccional, poliuria, disuria, piuria o supuración por el pene. Los cultivos negativos descartarían cistitis, pielonefritis, prostatitis, uretritis y enfermedades de transmisión sexual. Si el análisis de orina sigue siendo anormal y los cultivos no son concluyentes, los pasos siguientes consistirían en determinar la creatinina sérica y el BUN, buscar células falciformes y realizar una pielografía intravenosa (PIV). En los pacientes mayores de 40 años puede ser necesario hacer una PIV, una cistoscopia y una citología para descartar una lesión de la vejiga.

Si llegados a este punto la evaluación es negativa, no se necesitan repetir los estudios durante los episodios siguientes de hematuria deportiva, siempre que no existan recurrencias en reposo y la historia del paciente permanezca sin cambios.



Si la hematuria persiste a pesar de los resultados negativos de las pruebas, podría estar indicada una evaluación más a fondo de la función renal con la medición del aclaramiento de creatinina y posiblemente con una biopsia renal.

Una vez que establecido el diagnóstico de hematuria deportiva, permanece en el aire la cuestión del retorno a la actividad. Probablemente no exista razón alguna para restringir la actividad a consecuencia de una hematuria microscópica.<sup>1</sup> No parece que el retorno a una actividad completa tras un episodio aislado de hematuria macroscópica sea dañino, incluso con niveles secundarios de hematuria microscópica durante 24 ó 72 horas. Sin embargo, si la hematuria micro o macroscópica recurre o se hace persistente no puede excluirse el desarrollo subsiguiente de otra patología, y por tanto podría estar justificado repetir los estudios.

Los deportistas con una hematuria deportiva comprobada pueden continuar con el ejercicio, pero se les debe recalcar que mantengan una hidratación adecuada a base de abundantes líquidos y recomendar que no orinen justo antes de una carrera. Estas medidas ayudan a prevenir la hematuria provocada por las contusiones de la vejiga.<sup>8</sup> Todavía es incierto si se puede permitir la actividad física intensa a los individuos con una historia de enfermedad renal (como una glomerulonefritis aguda o una pielonefritis). A pesar de todo, los deportistas de competición con una actividad intensa y constante requieren un control estricto de la función renal. Debe advertirse a aquellos con una función renal alterada o una historia de enfermedad parenquimatosa de los efectos potencialmente dañinos del ejercicio intenso sobre la función renal.<sup>1</sup>

La mioglobinuria y la hemoglobinuria de la marcha son dos alteraciones debidas al ejercicio que deberían considerarse en el diagnóstico diferencial de la hematuria deportiva.

La *hemoglobinuria de la marcha*; también conocida como hemólisis a golpe de pie, se caracteriza por la aparición de hemoglobina en la orina una o tres horas después del ejercicio con el deportista en la posición erecta. El mecanismo desencadenante es el traumatismo mecánico a los glóbulos rojos al pasar éstos por el pie, de forma parecida a cuando se corre sobre una superficie dura.<sup>13,22,50</sup> Yoshimura<sup>86</sup> postula otro mecanismo que involucra a un factor hemolizante producido en el bazo durante el ejercicio. Si se produce hemólisis, la hemoglobinuria aparecerá cuando se exceda la capacidad de unión de la hemoglobina a la haptoglobina y se excrete hemoglobina libre.

La mioglobina proviene de la rotura de las fibras musculares durante el ejercicio intenso y es filtrada fácilmente del plasma en el glomérulo, de modo que la mioglobinuria aparecerá a las 24 ó 48 del ejercicio. Poortmans<sup>55,54</sup> la describe como una entidad rara, pero que cuando se presenta indica un daño muscular extenso. El grupo de Bailey<sup>5</sup> encontró mioglobinuria en seis de los 369 deportistas que participaron en diferentes eventos deportivos. Knochel y Carter<sup>38</sup> sugieren que es más frecuente en los sujetos no entrenados y en los individuos con una enfermedad muscular previa.



Las tiras de peroxidasa reaccionan con el grupo hem, bien sea en la célula roja intacta, bien en la hemoglobina libre o bien en la mioglobina libre. La presencia de abundantes enzimas musculares como la creatin-fosfoquinasa, la lactato-deshidrogenasa o la aldolasa confirmará el diagnóstico de mioglobinuria. Se dice que algunas tiras distinguen la hemoglobinuria de la hematuria en función del patrón de coloración, pero la prueba definitiva es el examen microscópico de la orina para ver la presencia de células rojas sanguíneas intactas.

### **FRACASO RENAL AGUDO**

El fracaso renal agudo, aunque poco frecuente, es el efecto adverso más serio que puede tener el ejercicio sobre el sistema renal. Se ha demostrado el efecto del ejercicio intenso sobre la reducción del flujo sanguíneo renal y la producción de orina. La magnitud y la duración de la deshidratación durante el ejercicio prolongado puede dar lugar a una necrosis tubular aguda si el flujo sanguíneo renal cae por debajo del umbral crítico y disminuye el FG. La isquemia renal asociada a la deshidratación puede agravarse posteriormente con mioglobinuria, hemoglobinuria y con drogas nefrotóxicas.

Grossman y cols.<sup>31</sup> y Knochel y Carter<sup>38</sup> describieron el papel de la rabdomiolisis y de la mioglobinuria en el fracaso renal agudo. El estrés del ejercicio, la hiperpirexia, la hipoxemia, la isquemia y la depleción de sustratos lesionan la membrana muscular, liberando enzimas musculares y mioglobina a la circulación.<sup>43 72,73</sup> La mioglobina precipita en los túbulos renales, provocando una obstrucción del flujo y el subsiguiente insulto a la célula tubular renal hipoxémica.<sup>20,31</sup>

La hiperpirexia del ejercicio también provoca hemólisis y liberación de hemoglobina a la circulación. Un golpe de calor intenso puede producir una coagulación intravascular diseminada. La hemoglobinuria también puede contribuir a la necrosis tubular y al fracaso renal agudo.<sup>24,70,76</sup>

Se ha publicado que las drogas nefrotóxicas, como los antiinflamatorios no esteroideos (aspirina, ibuprofeno e indometacina), disminuyen el flujo sanguíneo renal y la filtración glomerular.<sup>40</sup> Este efecto viene mediado por la inhibición de las prostaglandinas vasodilatadoras. La nefritis intersticial asociada al uso de antibióticos también puede jugar su papel.

Schrier y cols.,<sup>69</sup> Knochel y cols.<sup>37</sup> y Verter y Knochel<sup>81</sup> describieron el riesgo de fracaso renal agudo tras un ejercicio prolongado e intenso en ambiente caluroso en individuos previamente sanos. Por lo general, los principales candidatos al fracaso renal agudo eran los que estaban poco aclimatados o entrenados y que se ejercitaban hasta niveles altos de esfuerzo calórico y de agotamiento. La hidratación adecuada y una pronta reposición de líquidos lo suficientemente abundante como para mantener una producción adecuada de orina es fundamental en la prevención del fracaso renal agudo.

La hidratación tras la competición ha de ser suficiente como para inducir la diuresis en



un período de una a dos horas. Los deportistas deben ser capaces de tomar líquidos orales, pero en los corredores que vomitan se debe disponer también de líquidos intravenosos. Hay que observar de cerca a los corredores de maratón, no sólo desde el punto de vista de la producción de orina, sino también de los signos de hiperpirexia o de lesión por calor. Podría estar indicada la hospitalización si la oliguria o signos de trastornos de la termorregulación o de hiperpirexia persistieran.

Cuando la pérdida de líquidos supera el 2 al 5% del peso corporal se producen importantes cambios de la función cardiovascular durante el esfuerzo submáximo. Estos cambios son potencialmente peligrosos, especialmente en combinación con una temperatura cardíaca elevada, con un balance electrolítico alterado y con posibles cambios renales.<sup>87,89</sup> Por desgracia, la deshidratación es el método más empleado por los luchadores para perder peso rápidamente, conseguida gracias a una restricción hídrica y a ejercicios a alta temperatura. Incluso cinco horas entre el pesaje y el combate no bastan para restablecer el balance electrolítico y reponer las reservas musculares de glucógeno.<sup>32,33,88</sup> Se recomienda fehacientemente no perder más del 2% del peso corporal antes del pesaje.

El agua es probablemente el mejor líquido de reposición y debe tomarse antes, durante y después del ejercicio. El balance electrolítico suele mantenerse bien durante el ejercicio. Sin embargo, un deportista que pierda diariamente de un 4 a un 6% de su peso corporal por deshidratación puede necesitar alguna reposición electrolítica. Estas pérdidas podrían reponerse también por una dieta equilibrada.

Aunque el agua es probablemente el mejor líquido de reposición, las bebidas carbohidratadas /electrolíticas son también eficaces. El factor más importante a tener en cuenta al elegir un líquido de reposición diferente del agua es facilitare) vaciamiento gástrico. La bebida ideal debe contener una concentración de glucosa no superior a 6 a 8 g/100 mL de agua, ya que unos niveles mayores enlentecen el vaciamiento del estómago. Los niveles de electrolíticos han de ser bajos, pero esto sólo es importante en el ejercicio prolongado o repetitivo. Todas las bebidas se deben tomar frías, con frecuencia (cada 10 ó 15 minutos) y en pequeñas cantidades. La mayor parte de las bebidas de reposición comercializadas tienen concentraciones de electrolitos y de carbohidratos superiores a los óptimos; será necesario, por tanto, diluirías para facilitar el vaciamiento y la absorción. Las soluciones carbohidratadas electrolíticas son más sabrosas que el agua, lo que puede favorecer un mayor consumo de líquidos.

### **TRAUMATISMO RENAL**

Se desconoce la incidencia exacta de los traumatismos renales asociados al ejercicio. Varios estudios, realizados principalmente en niños y adolescentes, han arrojado incidencias de nueve sobre 57 individuos estudiados, de 13 sobre 65 y de nueve sobre 37.<sup>23,40,53</sup> Reid<sup>64</sup> describió una incidencia de lesiones renales en el fútbol americano de cuatro sobre 78 niños estudiados. Los deportes revisados en estos estudios eran el rugby, los trineos, la equitación, el béisbol, el fútbol, el patinaje sobre hielo, los saltos de trampolín, el buceo, el boxeo y el lacrosse.



El riñón está relativamente bien protegido por la musculatura de la espalda, las costillas, la pared abdominal anterior, la fascia de soporte y las otras vísceras abdominales. Debido a la relativa movilidad renal, puede ser contundido o pinchado por las costillas, o padecer una lesión por deceleración súbita. Los riñones grandes, malformados o infiltrados por tumores son propensos a sufrir lesiones.

La clasificación de las lesiones renales basada en la localización anatómica y en la severidad comprende las contusiones renales, las laceraciones corticales, la aceración del cáliz, la rotura renal completa y la lesión del pedículo vascular.

La mayoría de los traumatismos renales deportivos son contusiones. Ante una historia de traumatismo, los signos pueden estar o no presentes, pero el dolor en el flanco y la hematuria son las quejas más frecuentes. Un TAC es el método más recomendable para evaluar el traumatismo renal. Si no se dispone de él puede hacerse una PIV, si bien ésta puede no ser concluyente. Las laceraciones corticales tienen una presentación parecida. Las proyecciones radiográficas muestran una pérdida de la sombra del psoas, con extravasación del contraste en la PIV. Tanto las contusiones renales como las laceraciones corticales se tratan con observación y reposo en cama.

Las laceraciones caudales pueden presentarse de la misma forma, pero la hematuria y el dolor del flanco suelen ser más intensos. La PIV muestra una cápsula intacta con extravasación intrarrenal del contraste y una rotura del sistema pelvicalicial. Se recomienda el reposo en cama y la observación, aunque la intervención quirúrgica estaría justificada en función de la gravedad y de la progresión de los síntomas.

Afortunadamente, las otras dos categorías de los traumatismos renales deportivos son raras. Tanto las roturas renales completas como las lesiones del pedículo vascular se presentan con Shock hipovolémico. En las últimas, la hematuria puede estar o no presente. En la fractura renal completa, la PIV muestra una separación completa del parénquima desde el sistema pelvicalicial a la cápsula, con extravasación intrarrenal del contraste. En las lesiones del pedículo vascular, el riñón no se visualiza con la PIV, pero la angiografía renal selectiva confirma el daño vascular renal. Ambas lesiones se tratan quirúrgicamente.

El deportista con una contusión renal ha de estar bajo observación hasta que la hematuria se aclare, y debe apartarse de las actividades deportivas durante seis semanas. Se debe repetir la PIV a los tres meses. El paciente tratado conservadoramente por una laceración cortical o cal ida puede requerir un seguimiento más de cerca, pero en conjunto el manejo inicial conservador salva muchos más riñones que la intervención quirúrgica. Las indicaciones quirúrgicas son las siguientes: agravamiento del Shock a pesar de la transfusión, caída del hematocrito, masa en expansión, aumento del dolor y aparición de infección. Existen por lo general pocas dudas de que los deportistas con una rotura renal completa o una lesión del pedículo vascular necesiten una cirugía urgente por el cuadro clínico de Shock.

Todos los pacientes con traumatismo renal deben ser seguidos cada tres meses, con



análisis de orina y una PIV al menos una vez al año. El seguimiento cercano es incluso más importante en los que fueron manejados conservadora-mente por los siguientes riesgos: pérdida de la función renal, hidronefrosis, hipertensión, infección, dolor en el flanco asociado a traumatismo costal y calcificación de áreas renales isquémicas secundariamente a la lesión o al hematoma. Los deportistas con un traumatismo renal más extenso puede que no vuelvan a practicar deportes de contacto o de colisión durante los siguientes seis o 12 meses, si es que vuelven.

Los esfuerzos para prevenir el traumatismo renal se centran en el uso de equipos protectores, en una supervisión estrecha y en el cumplimiento y refuerzo de las normas, modificando éstas cuando sea necesario.

## RESUMEN

Las alteraciones relacionadas con el ejercicio, como la proteinuria y la hematuria son relativamente frecuentes y constituyen diagnósticos de exclusión. Deben excluirse una gran variedad de trastornos renales que presentan signos y síntomas idénticos. La relación de estos hallazgos con el comienzo del ejercicio y su aclaramiento tras el mismo es la clave para su diagnóstico. Los deportistas con hematuria o con proteinuria deportivas no son propensos a desarrollar una enfermedad renal, pero deben ser seguidos de cerca para excluir la aparición de un problema subyacente de importancia. Por fortuna, el fracaso renal agudo es una complicación del ejercicio potencialmente mortal pero rara y prevenible. Un entrenamiento y una reposición hídrica adecuados son las claves de la prevención, así como el pronto reconocimiento y tratamiento de la deshidratación y de los trastornos de la termorregulación. La prevención y la detección precoz son también los primeros pasos del abordaje del traumatismo renal. La observación de cerca y el tratamiento conservador del deportista con un traumatismo renal salvará muchos riñones.

## BIBLIOGRAFIA

1. Abarbanel J Benet A, Lash D, et al: Sports hematuria. *J Urol* 143:887-890, 1990
2. Abuello JG, Kleeman CR, Norman ME: When proteinuria spells trouble. *Patjent Care* 24:73-96, 1990
3. Aleya EP, Parish HH, Durham NC: Renal response to exercise-urinary findings. *JAMA* 167:807-813, 1958
4. Arnett JH, Gardner KD: Urinary abnormalities from overuse of muscles. *Am J Med Sci* 241:97-100, 1961
5. Bailey RR, Dann E, Gillies A, et al: What the urine contains following athletic competition. *N Z Med J* 82:309-313, 1976
6. Barach JH: Physiological and pathological effects of severe exercise on the circulatory and renal system. *Arch Intern Med* 5:382-05, 1910
7. Barclay JA, Cooke WT, Kenney RA, et al: The effects of water diuresis and exercise on the volume and composition of urine. *Am J Physiol* 148:327, 19470. Blacklock NI: Bladder trauma in the long distance runner: 10,000 meters hematuria. *Br J Urol* 49:129, 1997