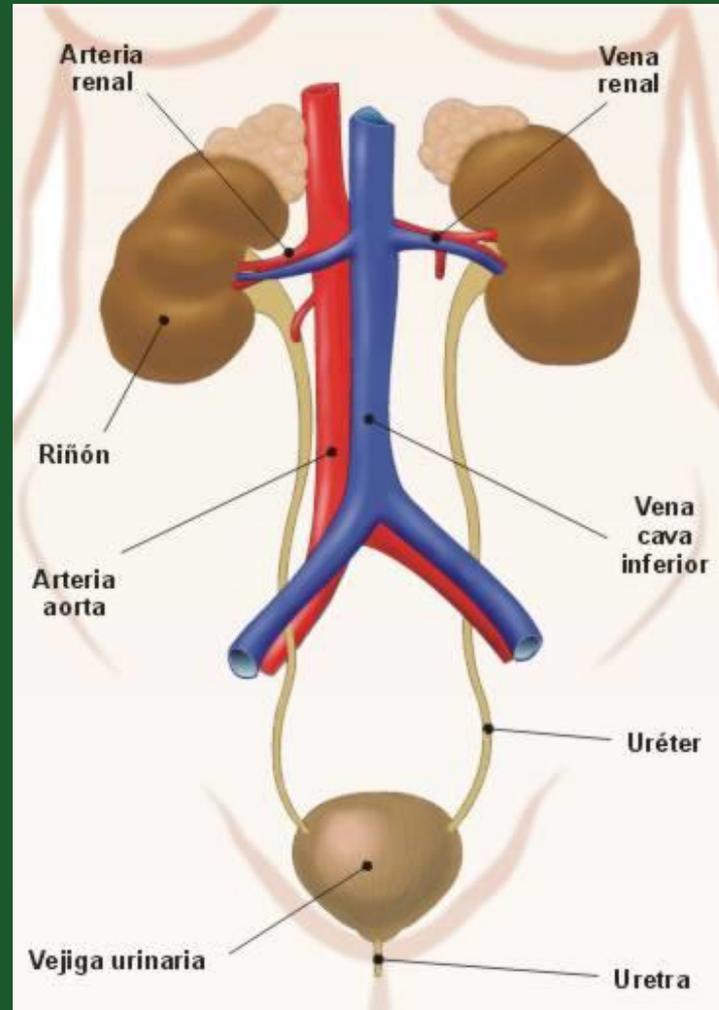


# COMPLICACIONES RENALES DEL EJERCICIO



## FORMACIÓN DE LA ORINA

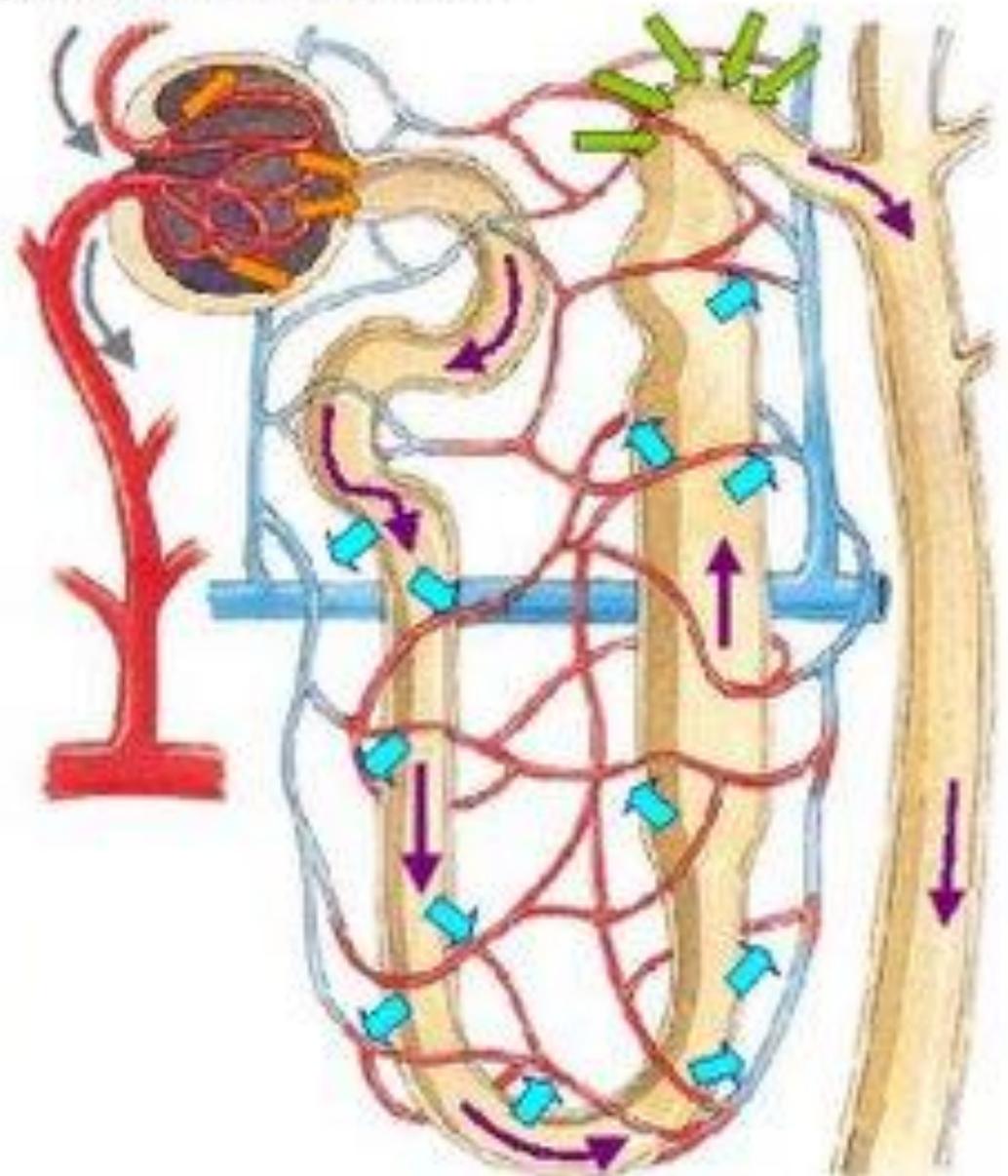
A La sangre llega a la nefrona

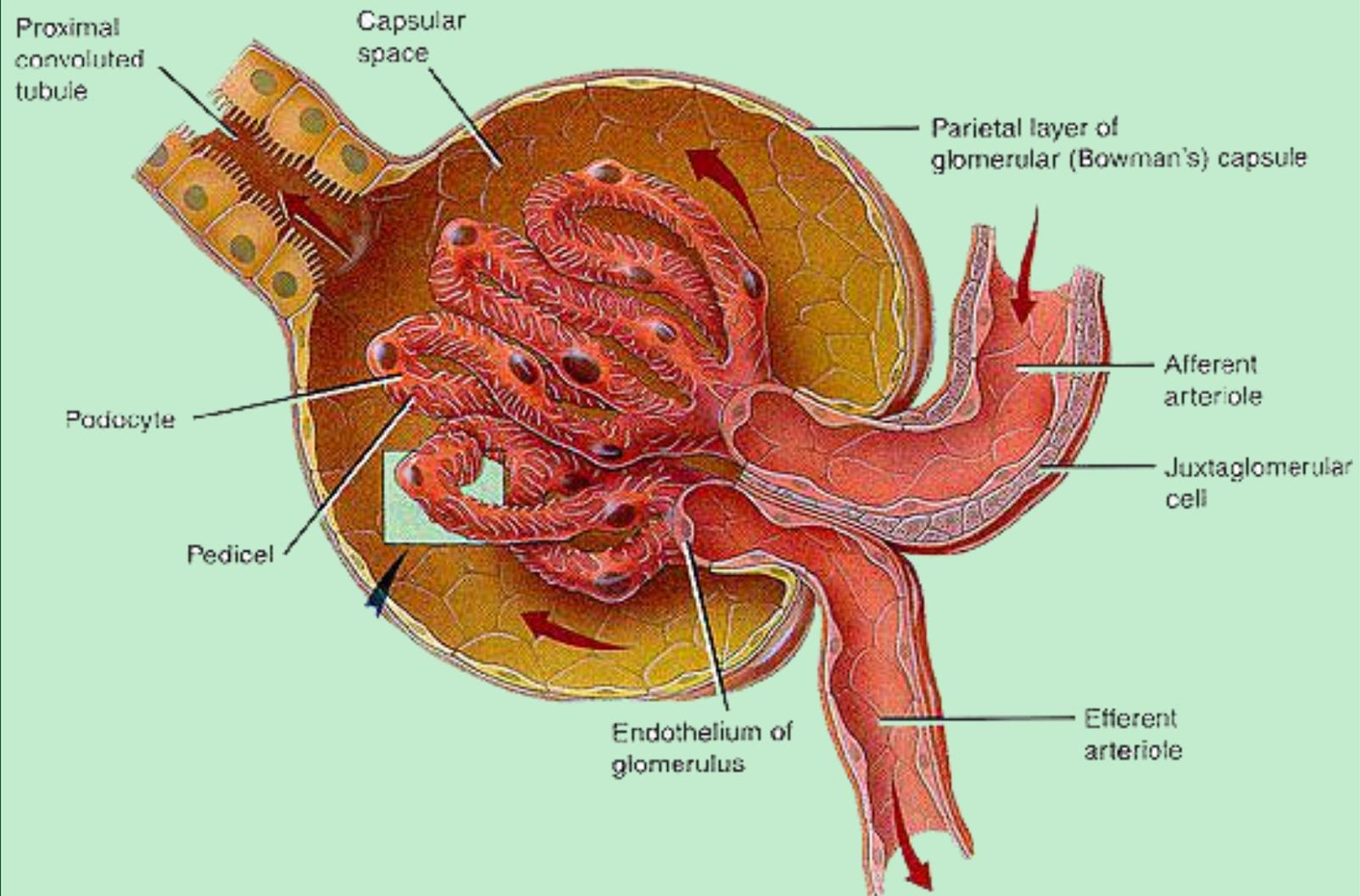
B Filtración en los capilares del glomérulo

C Paso del líquido filtrado

D Reabsorción de sustancias útiles

E Secreción de sustancias de la sangre hacia el líquido filtrado





# FISIOLOGIA RENAL

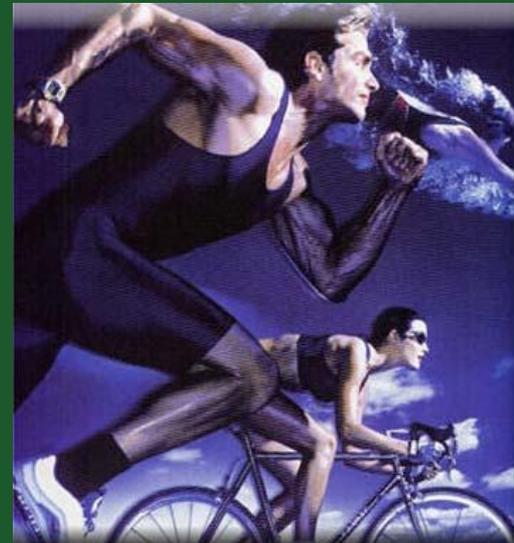
El ejercicio da lugar a una reducción del flujo sanguíneo o plasmático renal **directamente** **proporcional a la intensidad.**

# FISIOLOGIA RENAL

El ejercicio moderado (50% del  $VO_2\text{max}$ ) disminuye el flujo sanguíneo renal en un 30%.

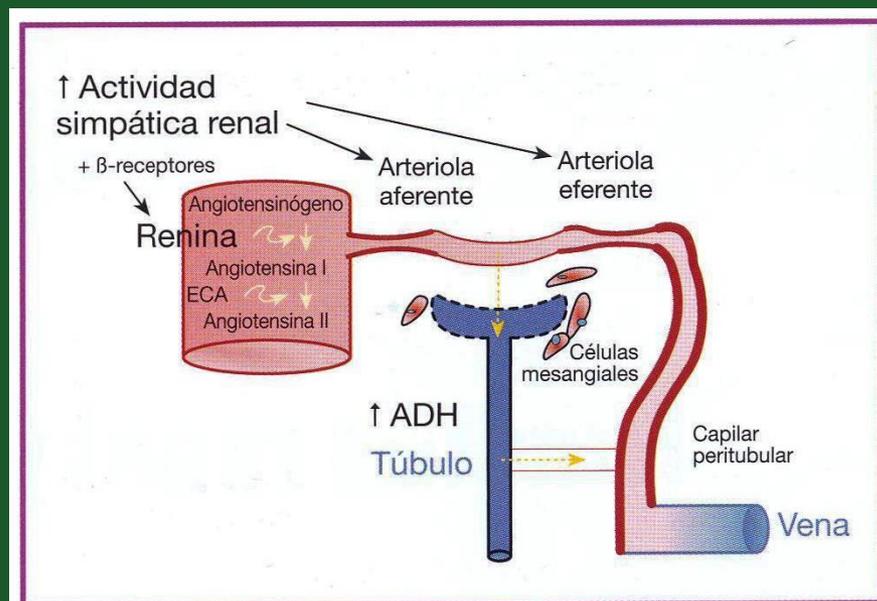
Ejercicio intenso (65% del  $VO_2\text{max}$ ) lo reduce en un 75%.

flujo plasmático renal (FPR)



# La reducción del flujo sanguíneo o plasmático renal es por **activación del sistema nervioso simpático**

Aumento de niveles de adrenalina y noradrenalina,  
**vasoconstricción** de las arteriolas aferentes y eferentes



**Figura 32.1.** Representación esquemática de la nefrona y de los factores que contribuyen a la reducción del flujo sanguíneo renal (FSR). ECA: enzima convertidor de angiotensina; ADH: hormona antidiurética.

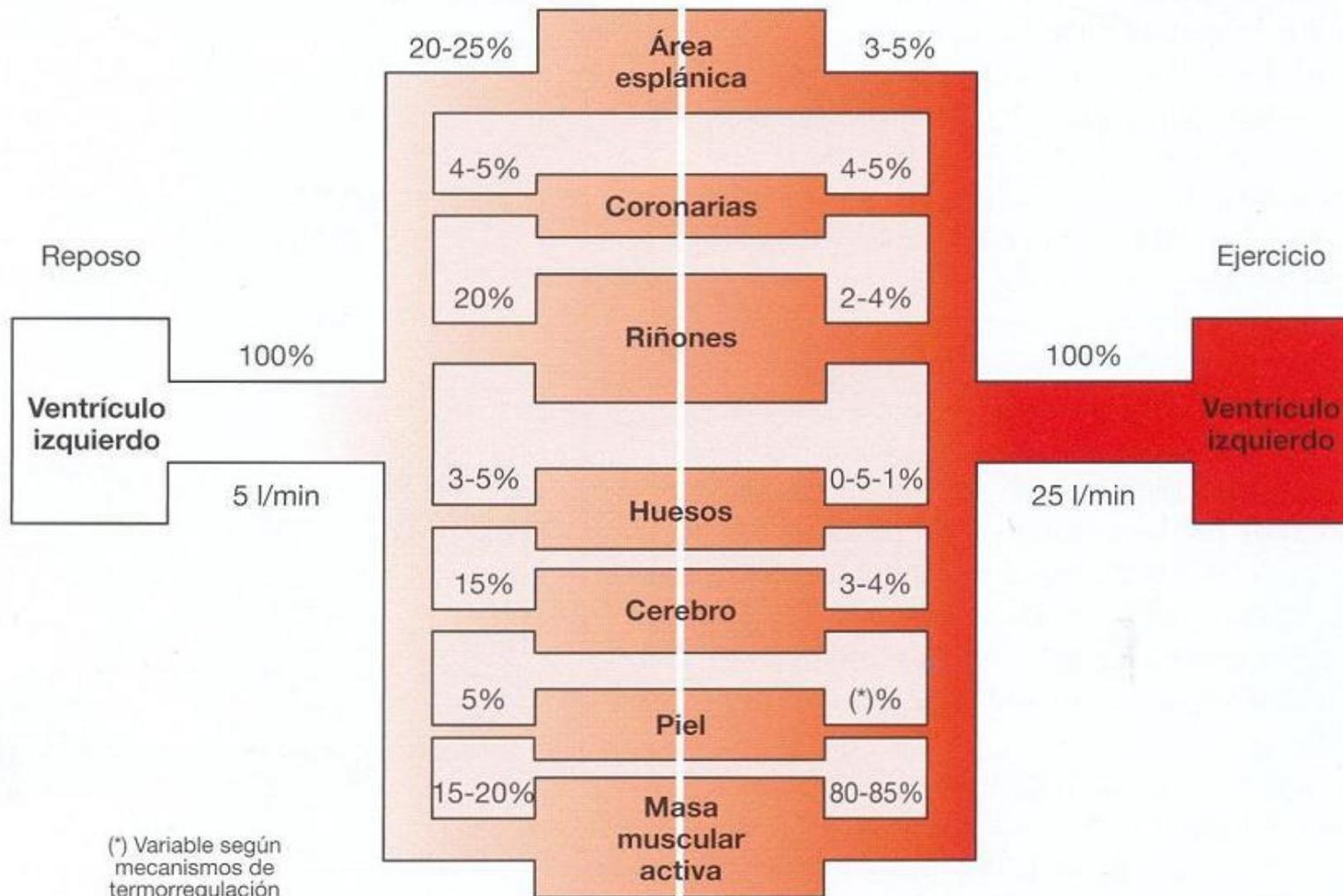
Se ha sostenido que la **hiperhidratación** previa al ejercicio puede minimizar el efecto del ejercicio sobre el flujo renal;

**Efecto es mínimo.**

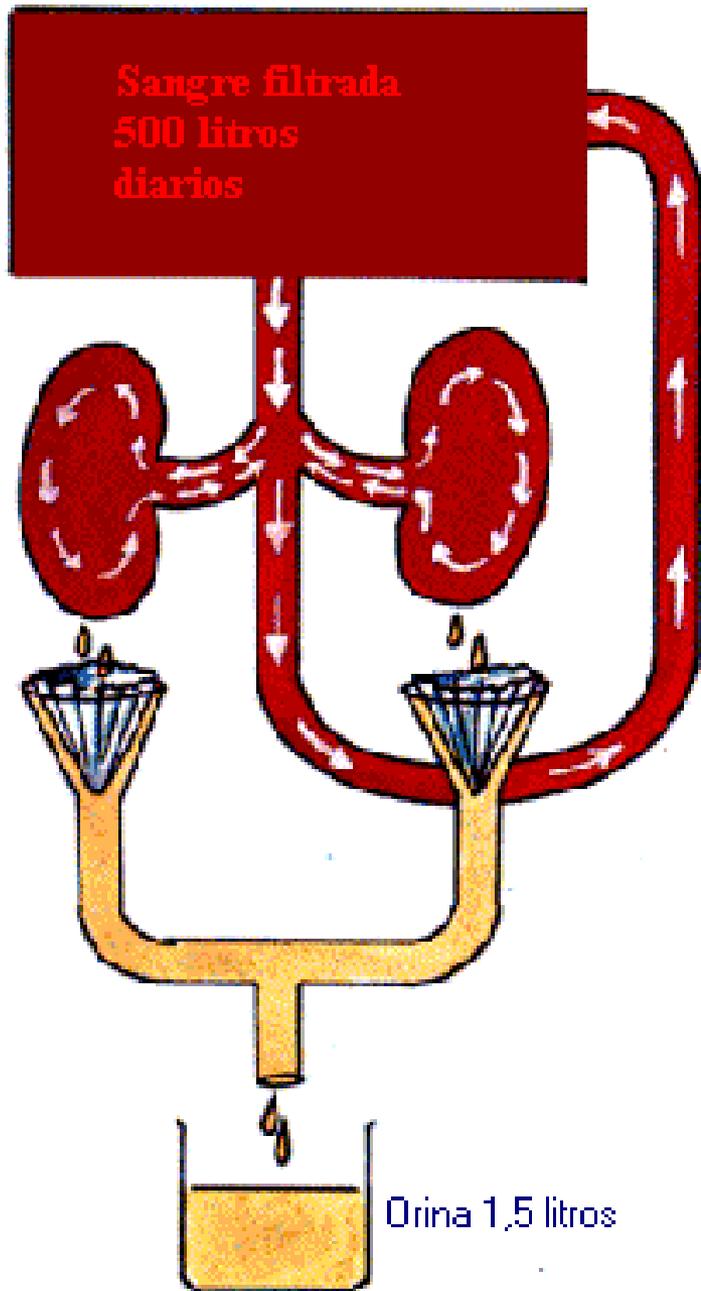


Los individuos **hipohidratados** (déficit de líquido de un 4 a un 8% del peso corporal),  
pueden experimentar una mayor caída de la perfusión renal que los normohidratados.





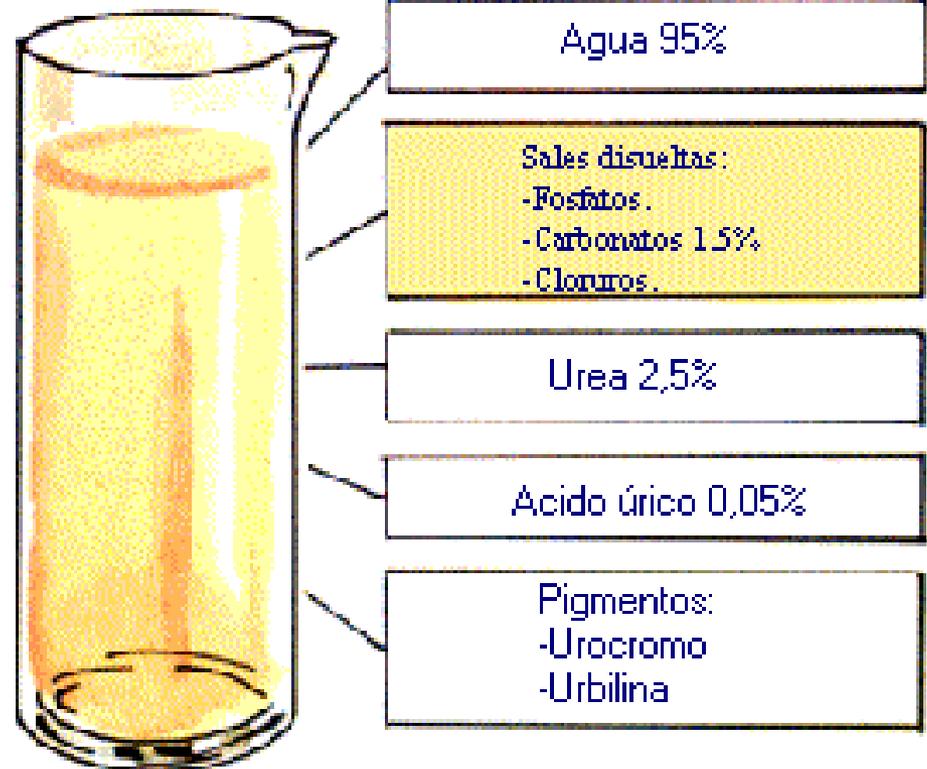
**Figura 18.7.** Distribución del flujo sanguíneo a los diferentes territorios en condiciones de reposo y durante el ejercicio.



## La producción de orina

Los riñones son los encargados de filtrar la sangre y separar los productos de desecho para expulsarlos al exterior mediante la producción de orina.

La cantidad de orina producida varía de un individuo a otro y de acuerdo al clima, a la cantidad de agua y líquidos ingeridos, a la actividad, etc. Normalmente se produce alrededor de un litro y medio al día, la composición de la orina es la siguiente:

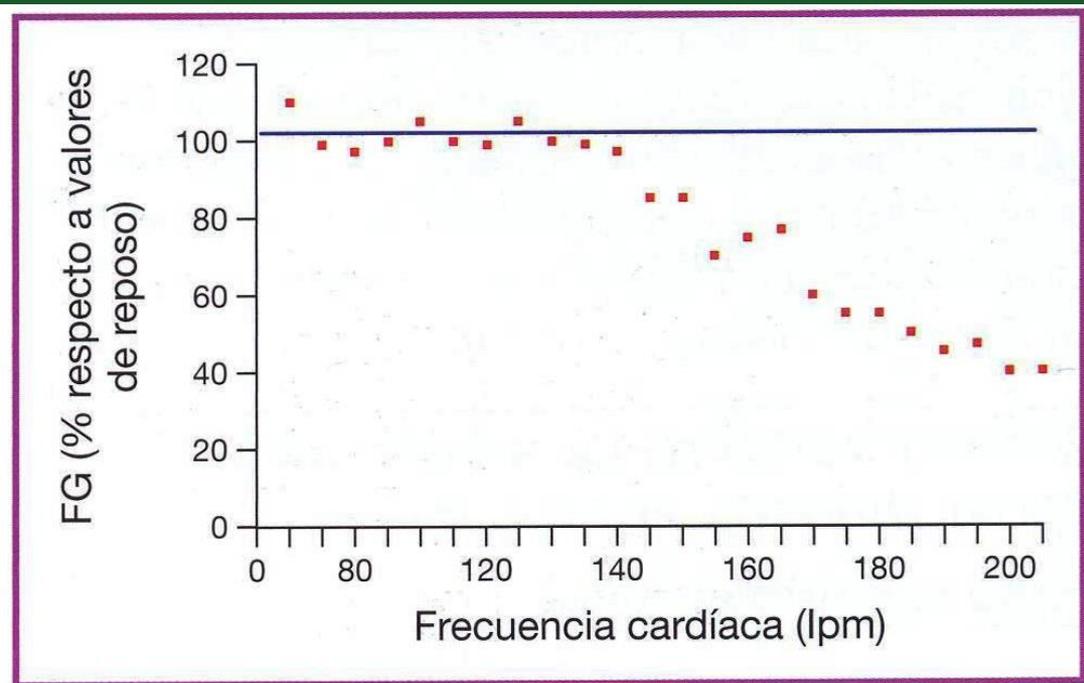


Al reducirse el flujo sanguíneo renal con el ejercicio también **disminuye el filtrado glomerular (FG).**

El FG disminuye relativamente menos que el flujo plasmático.

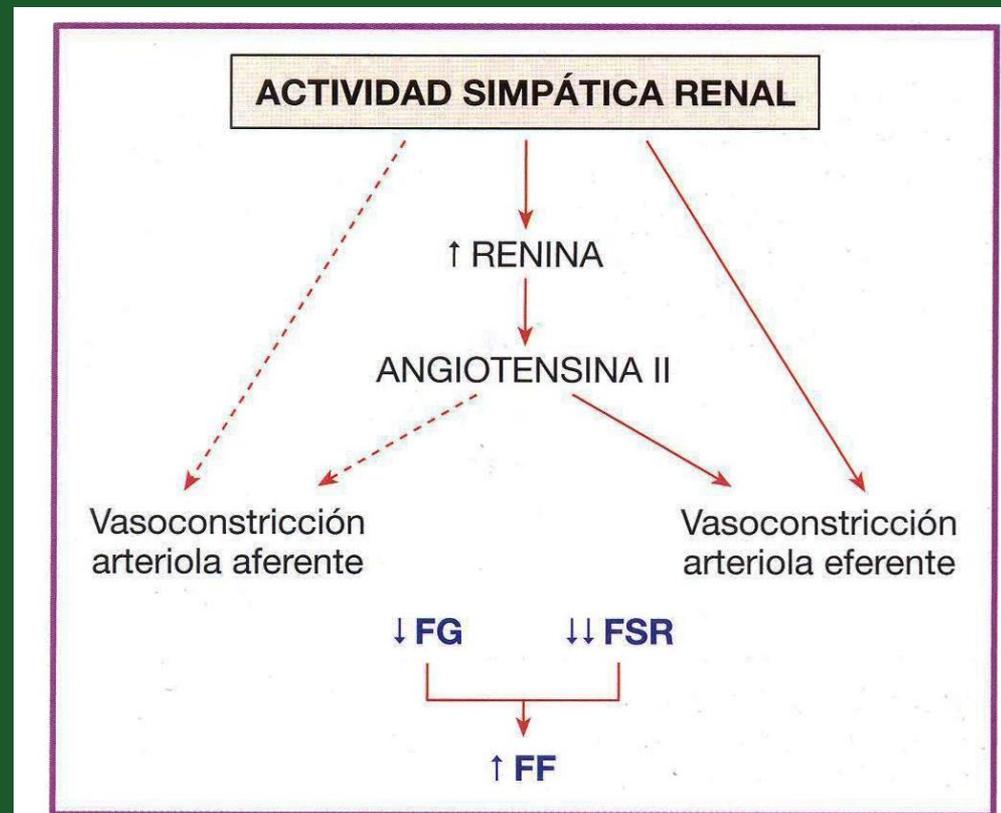
Con un **ejercicio intenso**, el **FG** puede caer a un **50%** de su valor inicial. Una mayor hidratación puede disminuir significativamente la reducción del FG durante el ejercicio intenso.

La fracción de filtración (FF) se eleva durante el ejercicio paralelamente a la disminución del FG.



**Figura 32.2.** Relación entre filtrado glomerular y frecuencia cardíaca. FG: filtrado glomerular. (Grimby G. Renal clearance during prolonged supine exercise at different loads. *J Appl Physiol*, 1965; 20:1294-1298.)

El 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

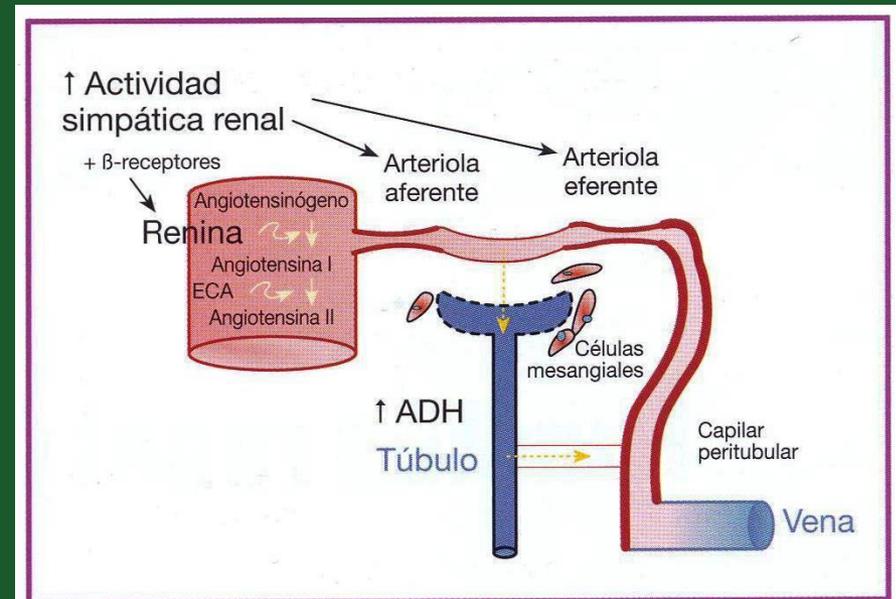


**Figura 32.3.** FG: Filtrado glomerular; FSR: flujo sanguíneo renal; FF: fracción de filtración.

Los cambios del flujo urinario durante el ejercicio dependen del:

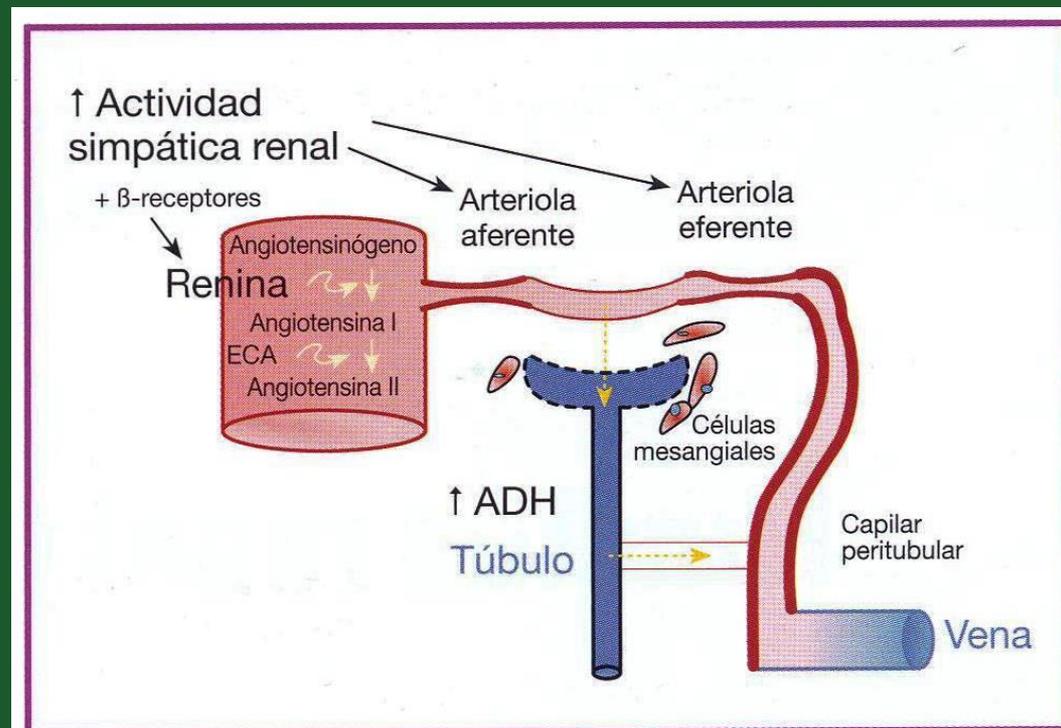
1. FG,
2. La reabsorción tubular de agua,
3. La secreción de solutos
4. Los niveles circulantes de hormona antidiurética (ADH).

La disminución de la excreción urinaria de agua es un **mecanismo protector**



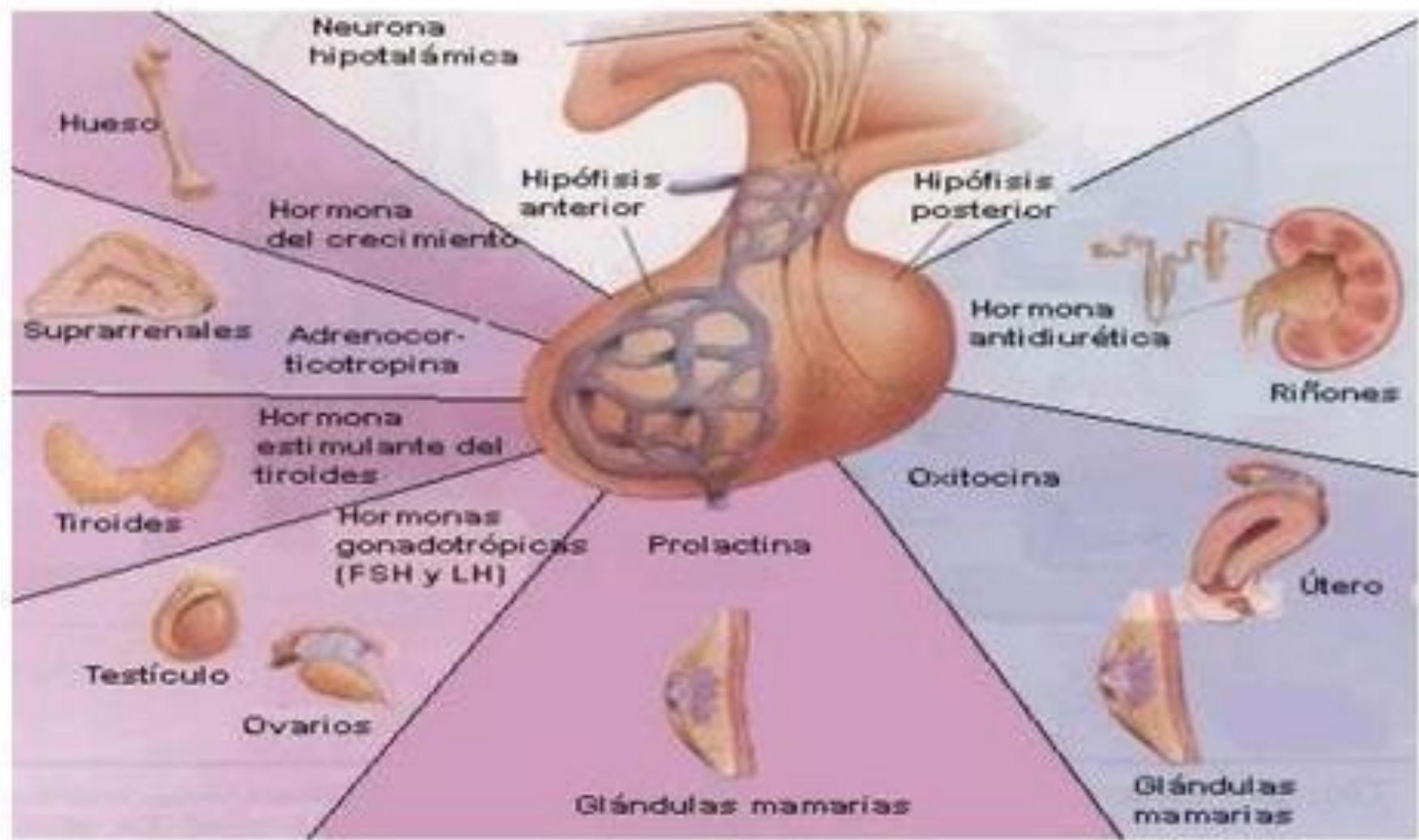
**Figura 32.1.** Representación esquemática de la nefrona y de los factores que contribuyen a la reducción del flujo sanguíneo renal (FSR). ECA: enzima convertidor de angiotensina; ADH: hormona antidiurética.

La respuesta de la **ADH** al ejercicio **depende** del **estado** de hidratación del individuo, así como de la **intensidad** y la **duración** del ejercicio.

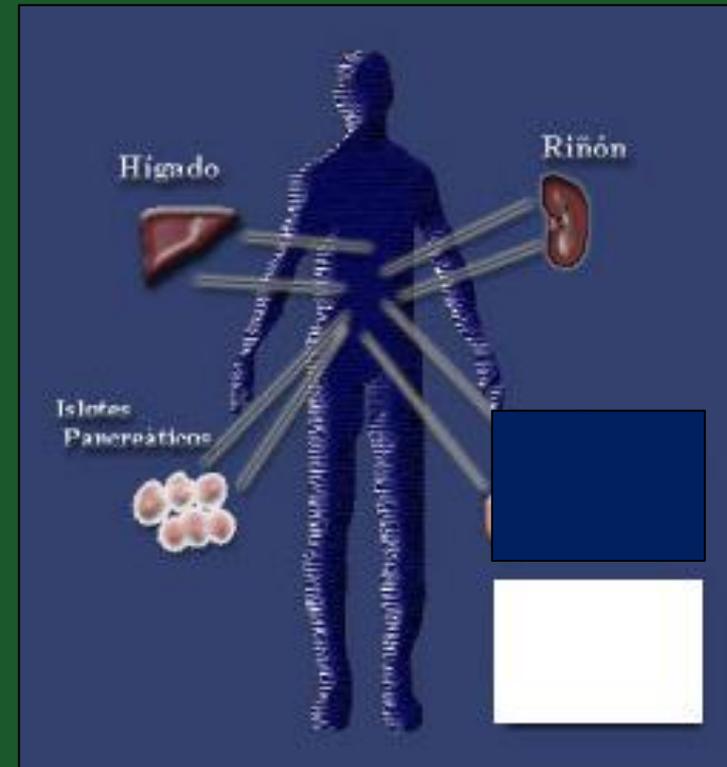


**Figura 32.1.** Representación esquemática de la nefrona y de los factores que contribuyen a la reducción del flujo sanguíneo renal (FSR). ECA: enzima convertidor de angiotensina; ADH: hormona antidiurética.

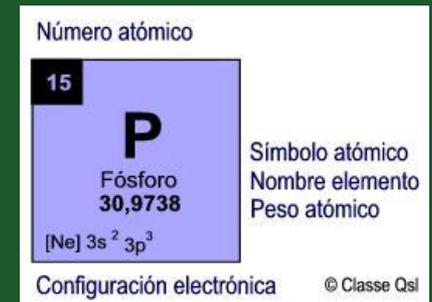
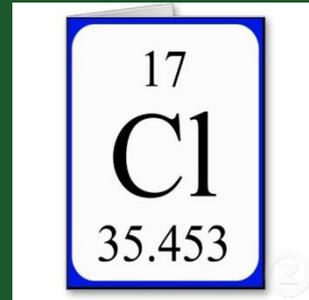
# HIPÓFISIS



**Durante el ejercicio** se elevan los niveles plasmáticos y la actividad de la **ADH**, relacionada con las variaciones del **metabolismo hepático y renal** en respuesta a un menor flujo sanguíneo orgánico.



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

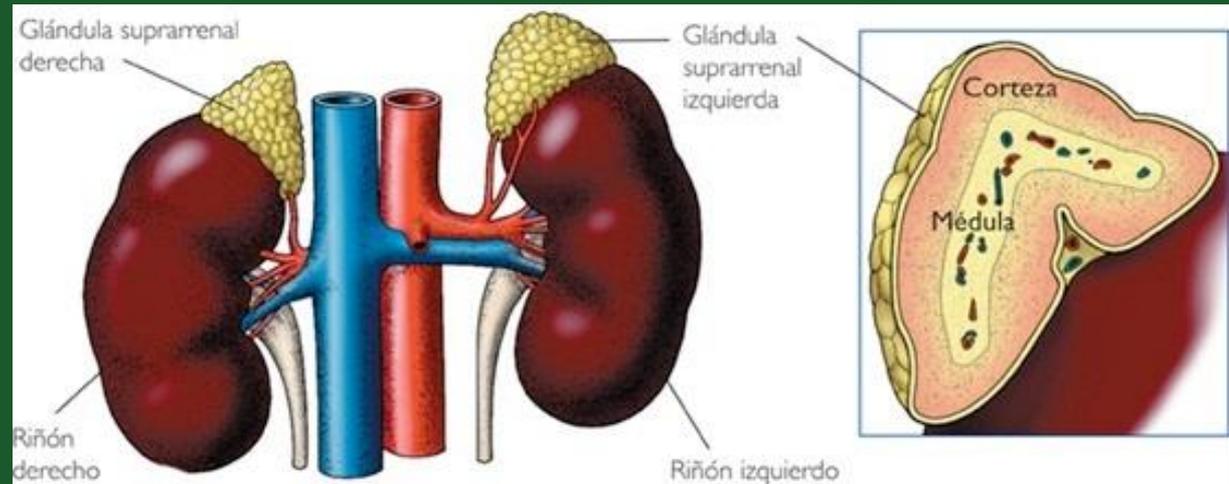


La disminución de la secreción urinaria de sodio está en relación con

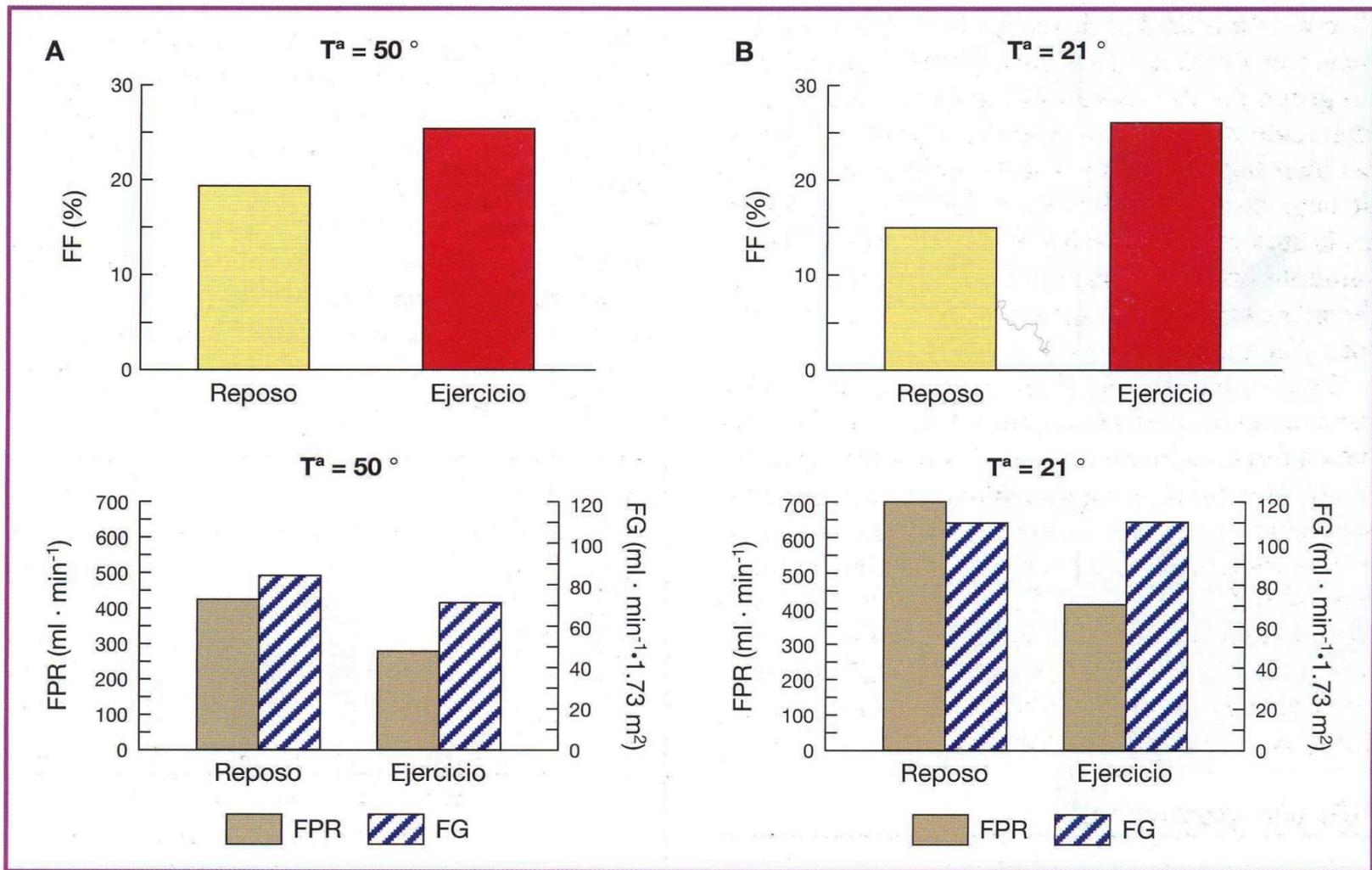
1. Un menor porcentaje del sodio filtrado excretado
2. Con una mayor reabsorción tubular del mismo, pero no con el FG



La activación de un sistema en cascada El ejercicio provoca una **mayor liberación de renina** por estimulación betaadrenérgica. => **angiotensina** => secreción de **aldosterona** (corteza adrenal).

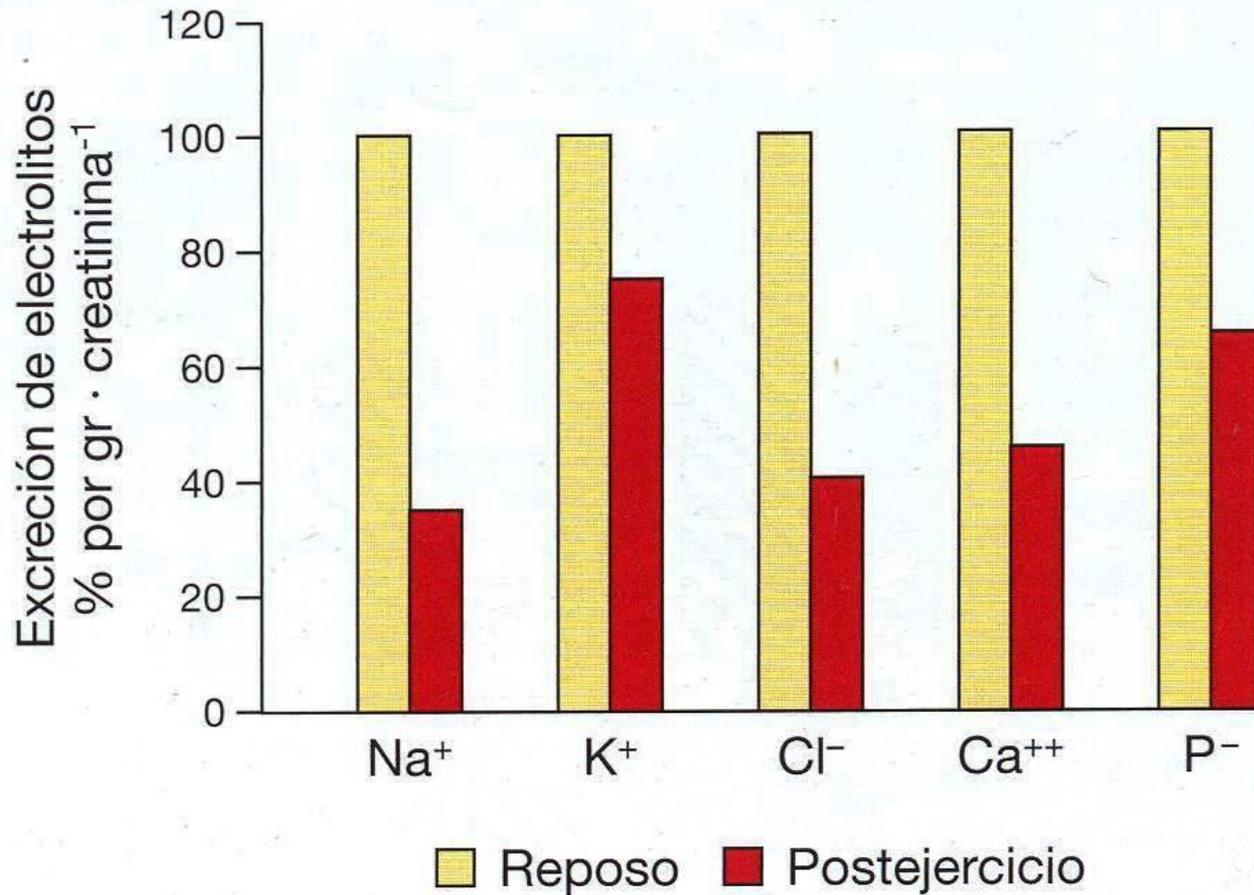


control del volumen de líquido extracelular, del sodio extracelular y de la producción de orina.

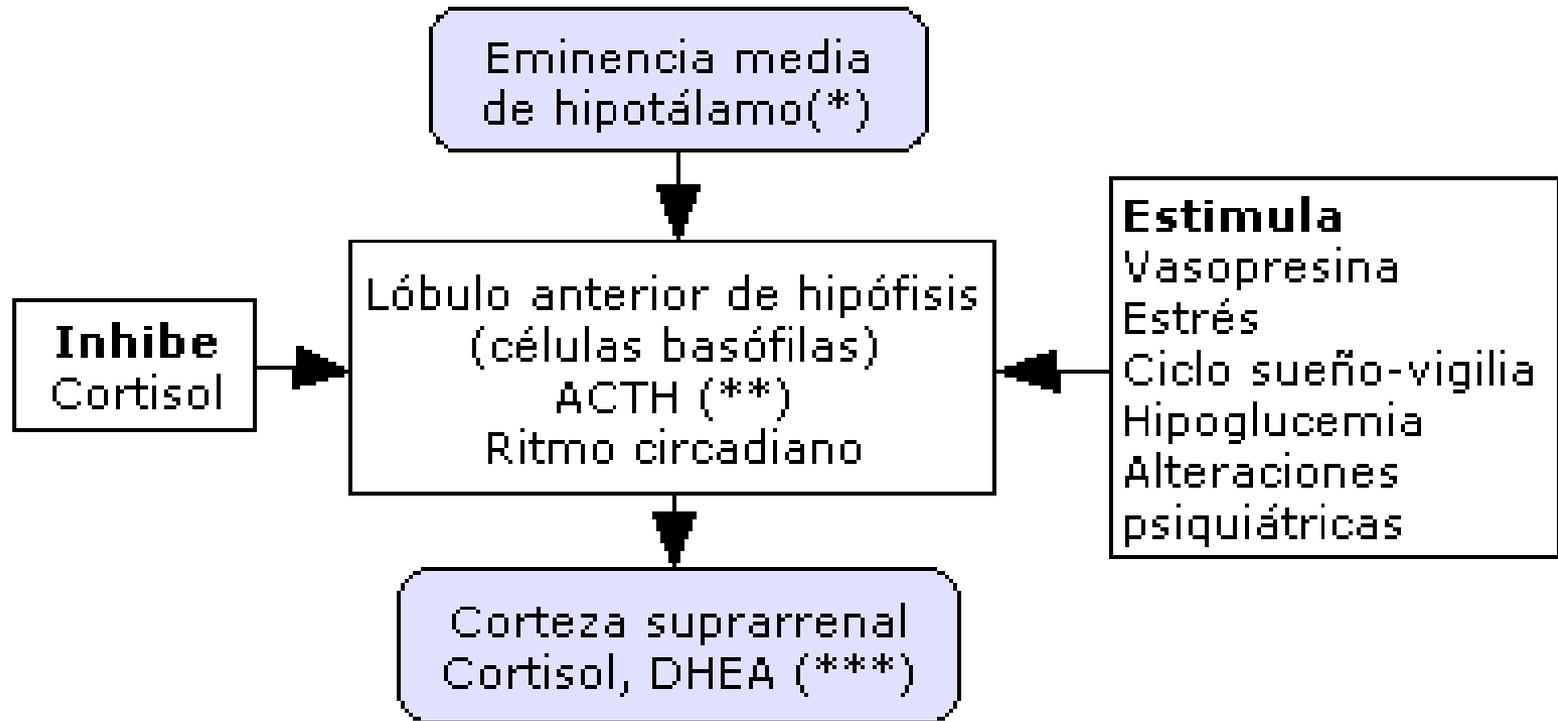


**Figura 32.4.** A. Efectos del ejercicio llevado a cabo a temperatura de 50 °C sobre el flujo plasmático renal (FPR), filtrado glomerular (FG) y fracción de filtración (FF). B. Efectos del ejercicio llevado a cabo a temperatura de 21 °C sobre el flujo plasmático renal (FPR), filtrado glomerular (FG) y fracción de filtración (FF). (Radigan LR, Robinsons S. Effects of environmental heat stress and exercise in renal blood flow and filtration rate. *J Appl Physiol*, 1949;-2:185-191.)

La hormona ADH o vasopresina aumenta durante el ejercicio intenso, produciendo una vasoconstricción renal y contracción mesangial, disminuyendo la tasa de filtración glomerular y el flujo sanguíneo renal. La ADH estimula también la producción de prostaglandinas que intentan contrarrestar sus efectos constrictores.



**Figura 32.5.** Excreción urinaria de electrolitos antes y después de una carrera de 20 kilómetros. (Poortmans JR. Exercise and renal function. Ed. Adis. Sports Med, 1984; 1:125-153.)



(\*) CRH: Hormona liberadora de corticotropina

(\*\*) ACTH: Corticotropina (\*\*\*) En menor medida

### Estimulan:

- Disminución de la perfusión renal
- Aumento de Na+
- Sistema nervioso simpático
- Disminución de K+

Células  
yuxtaglomerulares.  
Renina

### Inhiben:

- PAN
- Aumento de K+
- Angiotensina II

Angiotensinógeno

Angiotensina I

ECA (Enzima convertidora de angiotensina)

Vasoconstricción

Angiotensina II

Sistema renina  
angiotensina  
aldosterona  
Hipertensión  
ACTH (débil)  
Hiponatremia

—Estimulan—

Corteza suprarrenal  
Aldosterona

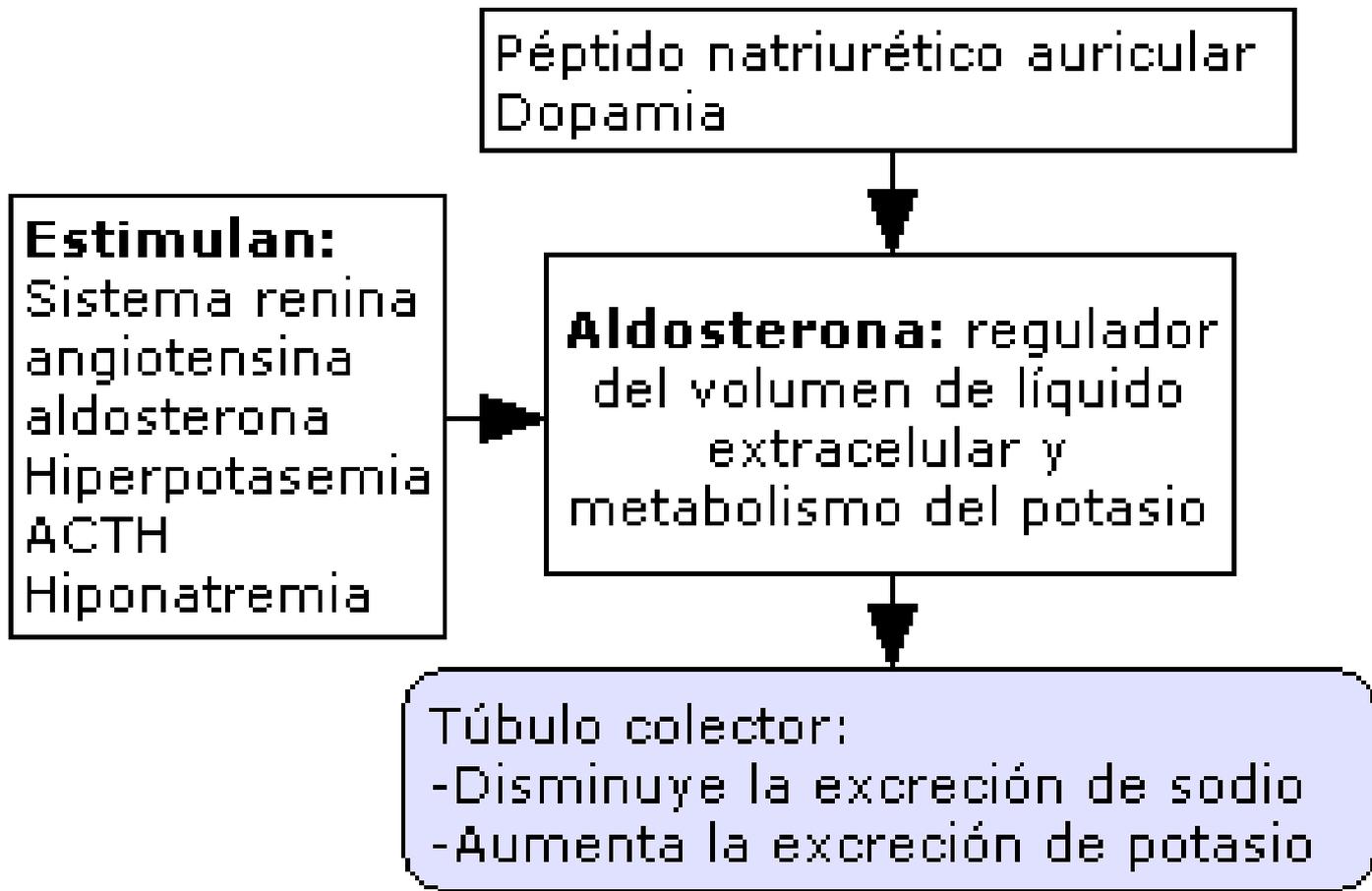
—Inhiben—

PNA  
Dopamina

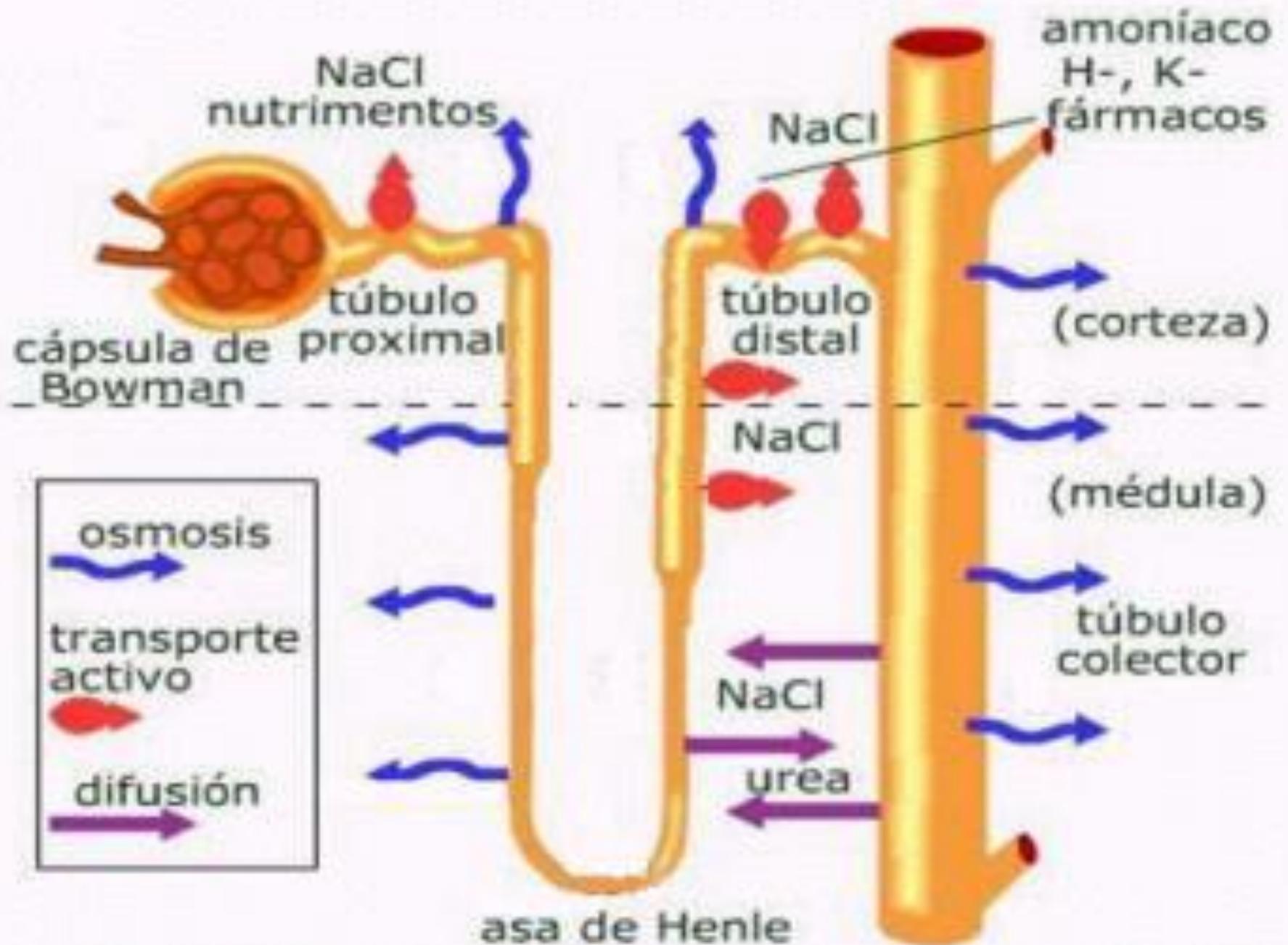
Retiene Na+ y  
H<sub>2</sub>O

Túbulo contorneado  
distal

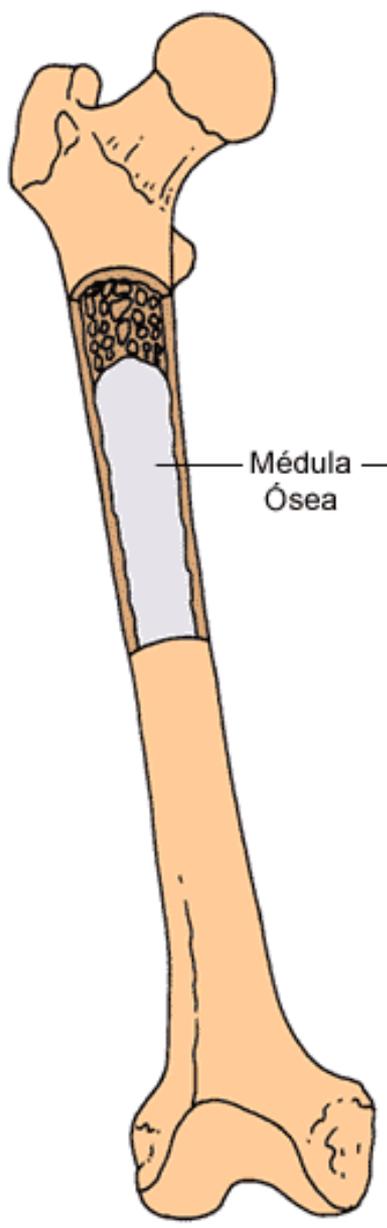
Elimina K+





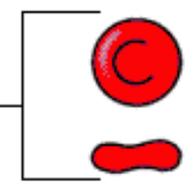


Durante el ejercicio se han evidenciado en la orina más leucocitos, eritrocitos y células epiteliales por campo. Algunos leucocitos pueden estar agrupados en cilindros, - su origen podría ser el epitelio tubular.

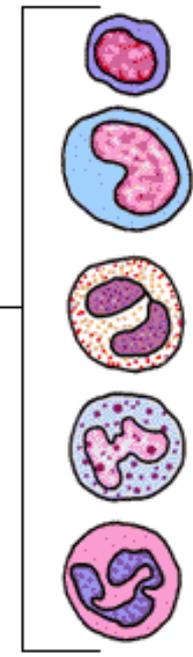


Médula Ósea

Glóbulos Rojos



Glóbulos Blancos



Linfocito

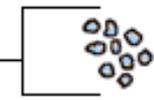
Monocito

Eosinófilo

Basófilo

Neutrófilo

Plaquetas



**Se han publicado cilindrurias** desde el 60 hasta el 93% en deportes como el remo, las carreras, el fútbol americano o el squash.

Suelen ser cilindros hialinos y granulares.  
Los cilindros de hialina son más frecuentes y están formados por una glucoproteína urinaria denominada ***uromucoide***.

Otros factores que pueden contribuir a la cilindruria observada en el ejercicio son el **pH bajo y la urea**, la concentración de **NaCl** y el aumento en el contenido de **albúmina**.

## Cilindros Hialino-Granulosos.



# Cristales de Acido Úrico.



# PROTEINURIA

Von Leube fue el primero que describió la excreción urinaria de proteínas en individuos sanos tras el ejercicio.

En 1956, Gardener acuñó el término *pseudonefritis deportiva* para describir el patrón de excreción urinaria proteica tras el ejercicio en un intento de diferenciarla del síndrome nefrótico



Puede aparecer tras muchos **deportes de contacto o no**

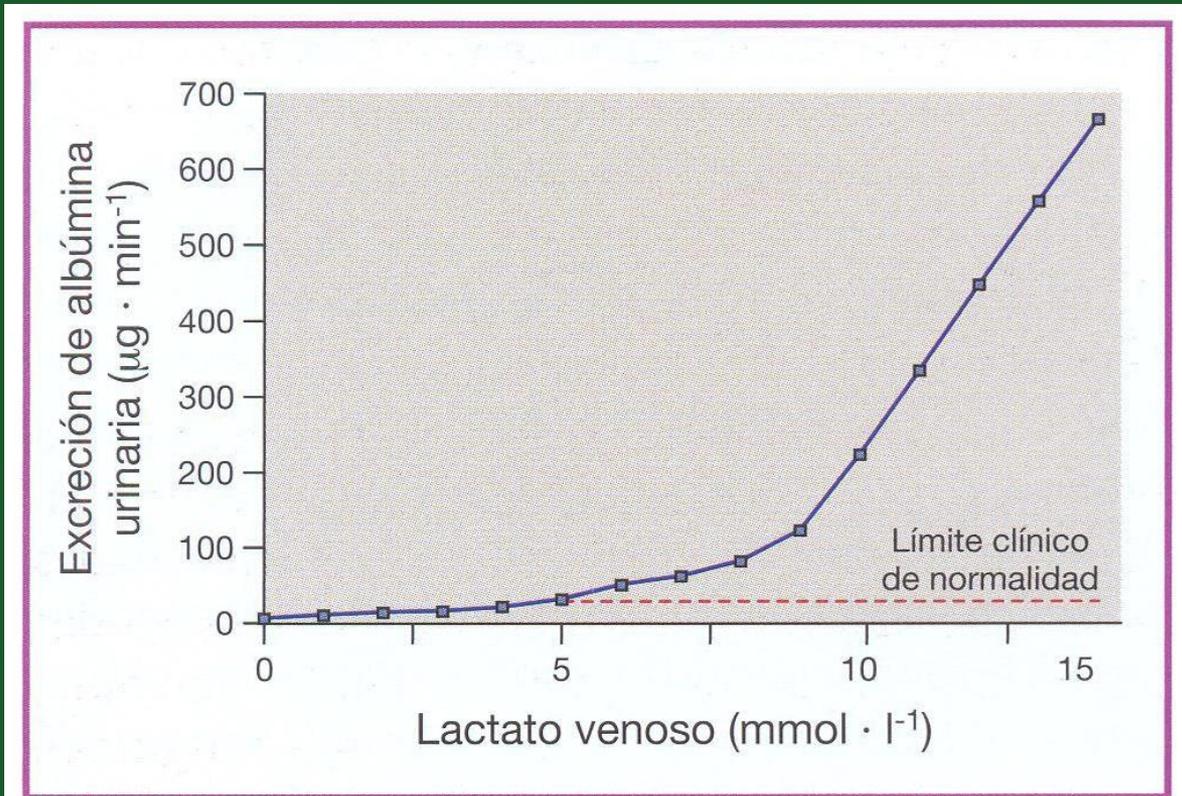
Como el fútbol americano, el atletismo, las carreras de fondo, la natación, el remo, y los calisténicos.



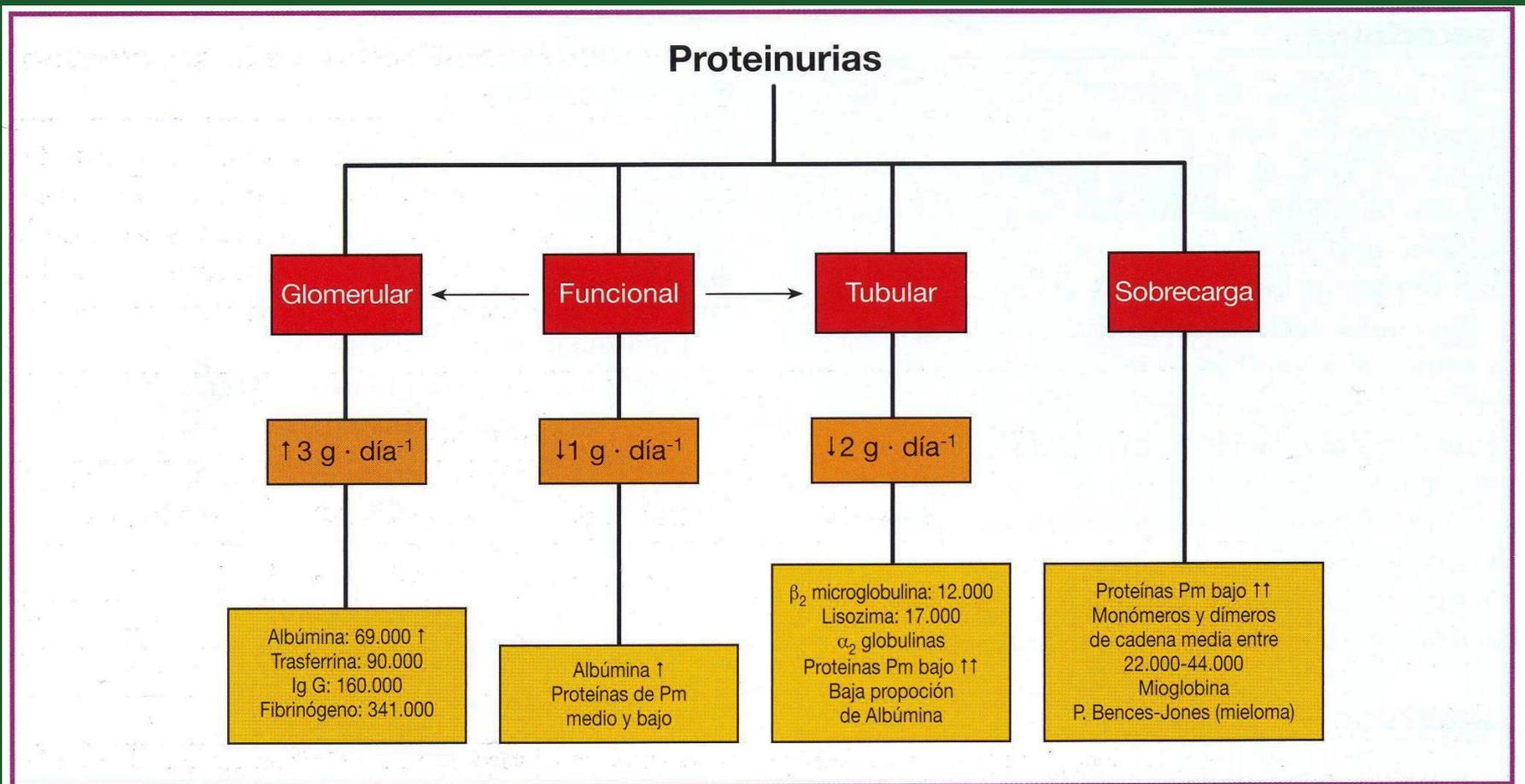
La proteinuria postejercicio es relativamente frecuente; Su incidencia, sin embargo, es variable y **se asocia con mayor frecuencia a ejercicios intensos, más que prolongados.**



Se demostró la **relación** entre la proteinuria postejercicio y la **intensidad** del ejercicio en función del **lactato** producido, más que con la duración.



**Figura 32.8.** Relación entre la concentración de lactato y la excreción de albúmina postejercicio. (Modificada de Poortmans JR, Labilloy D. The influence of work intensity on postexercise proteinuria. Ed. Springerlink. Eur J Appl Physiol, 1988; 57:260-263.)



**Figura 32.7.** Tipos de proteinurias.

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.



# HUMAN-Test COMBILYZER

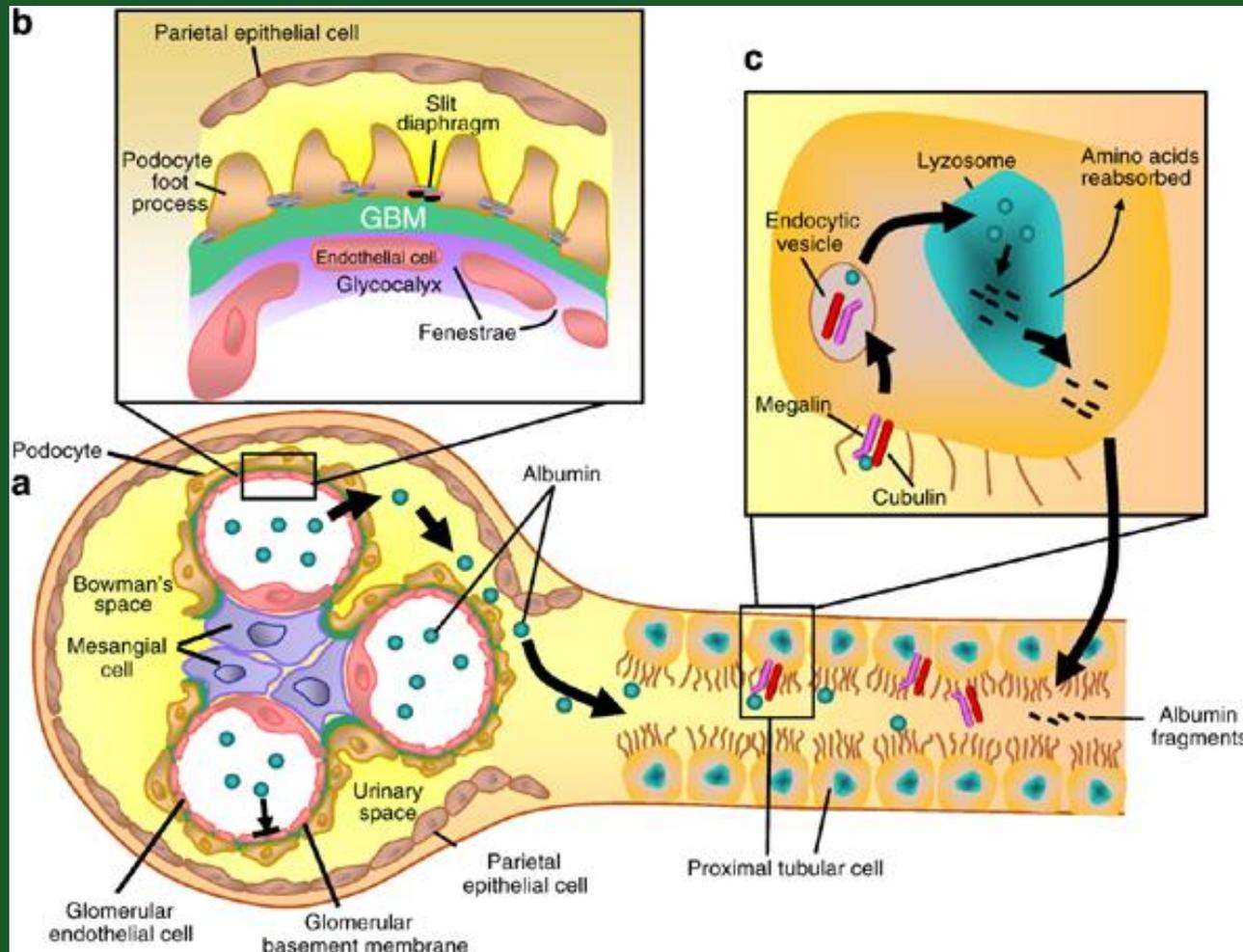
Instructions in multiple languages: English, Spanish, French, German, Italian, Japanese, Chinese, Korean, Russian, Arabic, Hindi, Bengali, Urdu, Vietnamese, Thai, Indonesian, Malay, Tagalog, Filipino, Vietnamese, Thai, Indonesian, Malay, Tagalog, Filipino.

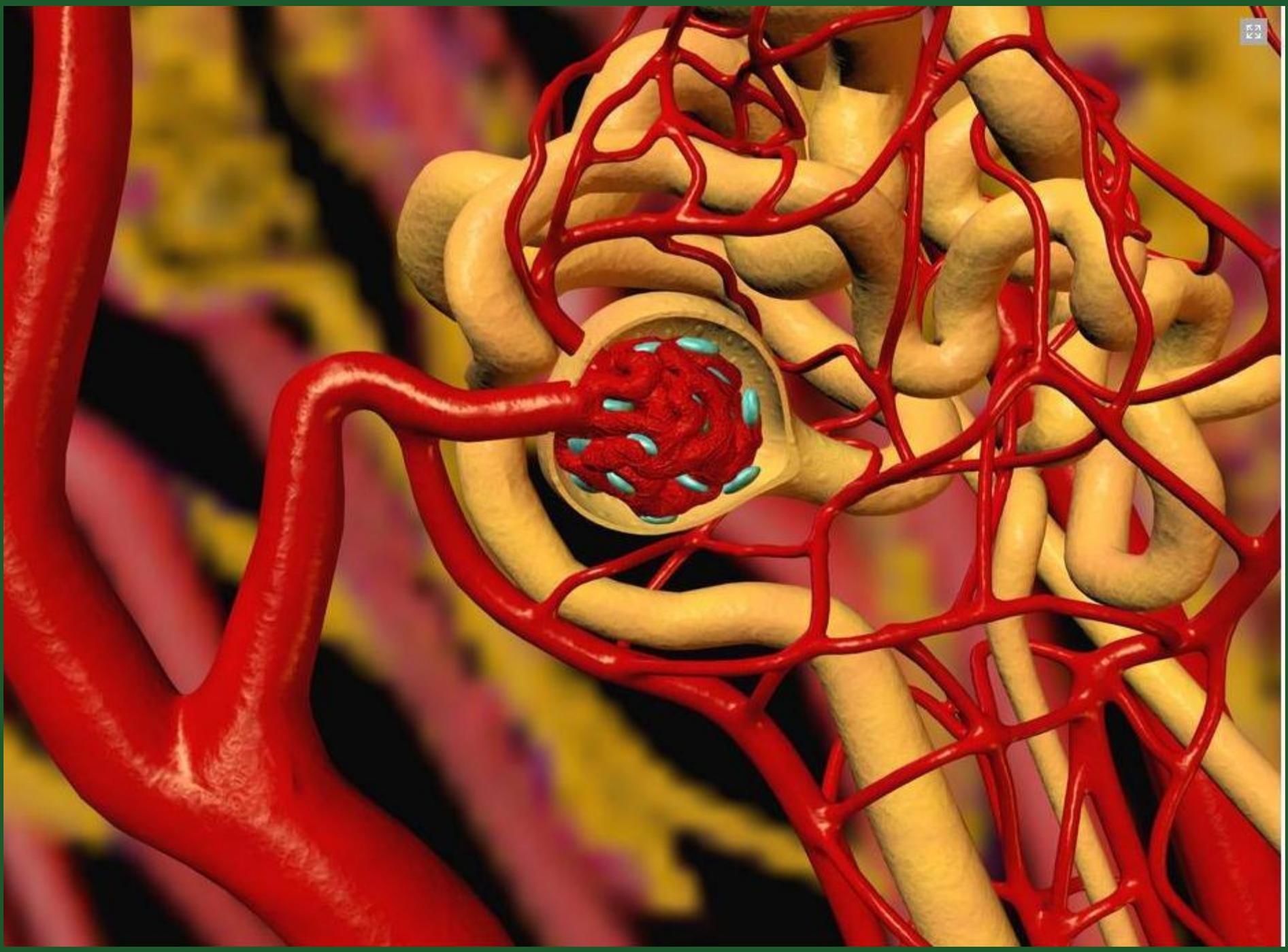


Durante el ejercicio ligero o moderado predomina la **proteinuria de tipo glomerular**; la observada tras el ejercicio intenso, exhaustivo y de corta duración es de **tipo mixto glomerulotubular**.

Los mecanismos implicados parecen ser el aumento de la permeabilidad glomerular y la alteración de la reabsorción tubular de las proteínas plasmáticas

Clínicamente, es de esperar que la proteinuria inducida por el ejercicio **se aclare en las 24 ó 48 horas siguientes.**





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.**

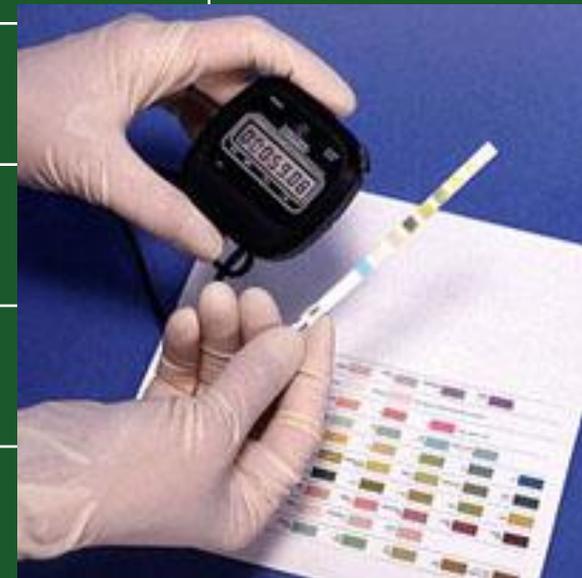
El límite superior varía con la edad.

La proteinuria suele detectarse de forma cualitativa mediante las tiras reactivas de orina



# 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



La causa más frecuente en la adolescencia es

1. La ortostática (15-20%)

2. La fiebre.

3. La exposición al frío.

Benignas

4. El estrés emocional.

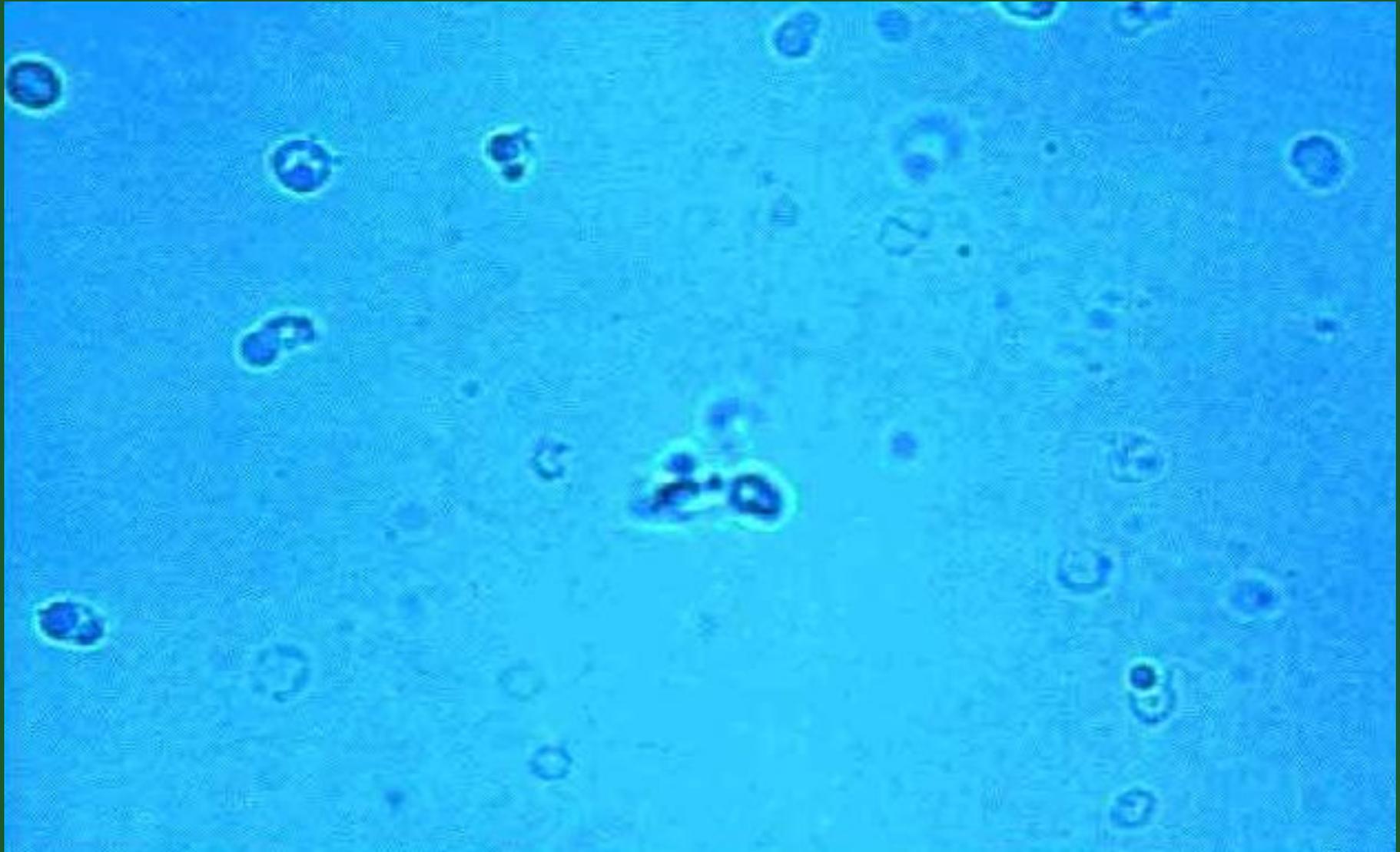
5. El ejercicio.

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.

# 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.

# Hematíes Dismórficos.

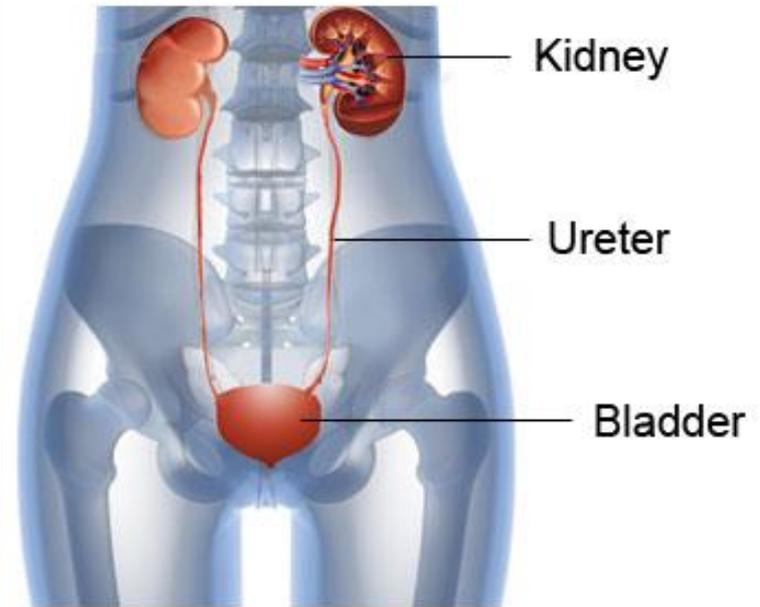


Las causas de la hematuria deportiva pueden clasificarse en función del:

1. Lugar de la lesión (riñón o vejiga)
2. Deporte que la provoca (contacto versus no contacto).

El flujo sanguíneo renal y el filtrado glomerular **disminuyen** proporcionalmente a la **intensidad del ejercicio**.

## Hematuria



Anatomy of Urinary System

La 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.

No todas las orinas rojizas significan hematuria, ya que existen pseudoheematurias provocadas por:

1. Drogas (Piridio [Parke-Davis], rifampicina, nitrofurantoina, quinina y fenitoina),
2. Colorantes vegetales.
3. La mioglobina
4. La hemoglobina.

**Lab =** Análisis de orina, cultivos, creatinina sérica, BUN, buscar células falciformes, pielografía intravenosa (PIV), cistoscopia, citología y biopsia renal.

# La mioglobulinuria y la hemoglobinuria de la marcha

1. 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.

# La mioglobulinuria y la hemoglobinuria de la marcha

Yoshimura; 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 mioglobulinuria y la hemoglobulinuria de la marcha

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 mioglobulinuria aparecerá a las 24 ó 48 del ejercicio.

**Poortmans:** la describe como una entidad rara, pero que cuando se presenta indica un daño muscular extenso. (más frecuente en los sujetos no entrenados y en los individuos con una enfermedad muscular previa)