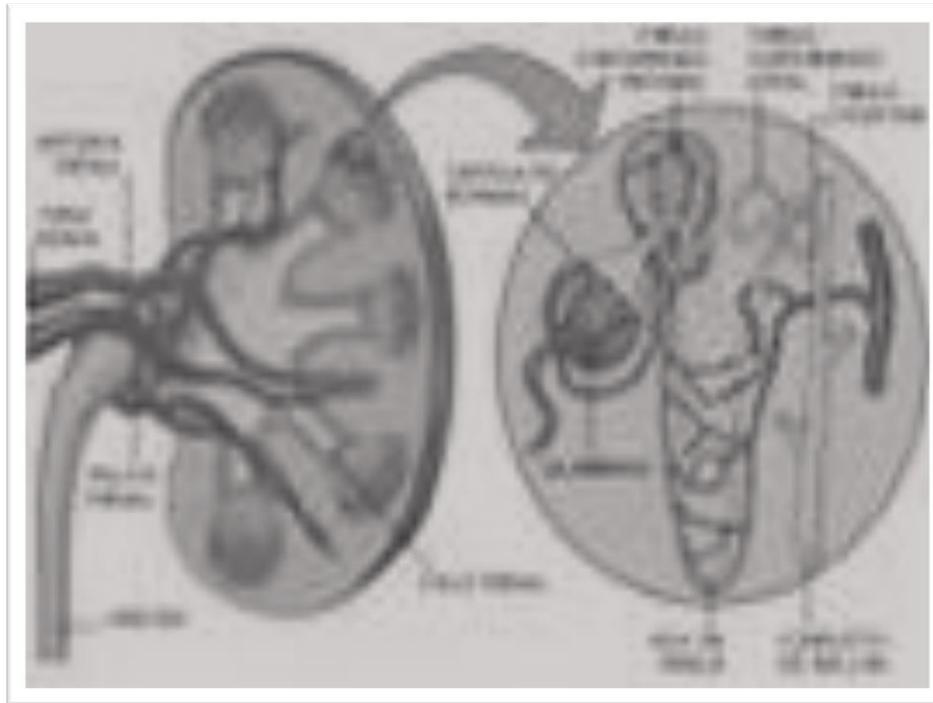


FUNCIÓN RENAL Y EJERCICIO FÍSICO



*José Carlos Giraldo T. MD
Esp. Medicina Deportiva
Mg en Fisiología*

*Carlos Eduardo Nieto
Esp. Medicina Deportiva
Esp. Salud Ocupacional*

El ejercicio origina cambios en la hemodinámica renal causando:

- ✓ ↓ FPR
- ✓ ↑ FF
- ✓ ↓ Filtración glomerular.

El grado de alteración de la función renal está en relación con la intensidad relativa del trabajo físico desarrollado.

FLUJO SANGUÍNEO RENAL

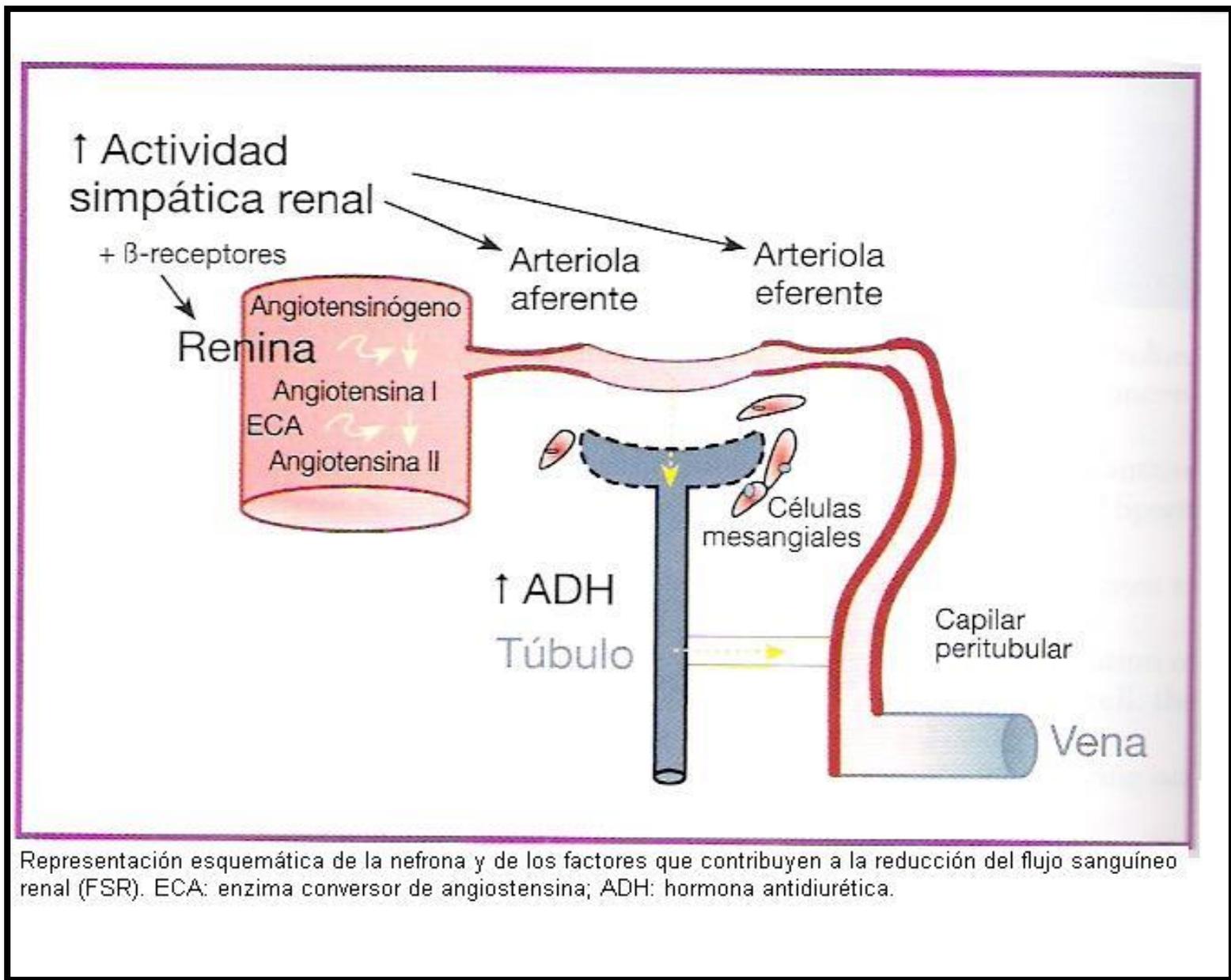
- En reposo cerca del 90% de la sangre que llega al riñón pasa por el glomérulo, siendo el 20% de este débito total filtrado.
- El FPR es de unos 660ml/min, sólo son filtrados unos 125ml/min.
- A la relación existente entre el plasma que entra al riñón y el que es filtrado en los glomérulos, se le denomina FF. En condiciones normales, la FF es de un 20%.

El FPR disminuye de forma proporcional a la intensidad del ejercicio.

✓ Ejercicios moderados al 50% del $VO_{2m\acute{a}x}$ ocasiona reducción del 30% del FPR.

✓ Ejercicios por encima del 65% del $VO_{2m\acute{a}x}$ dan como resultado disminuciones del 75% del FPR.

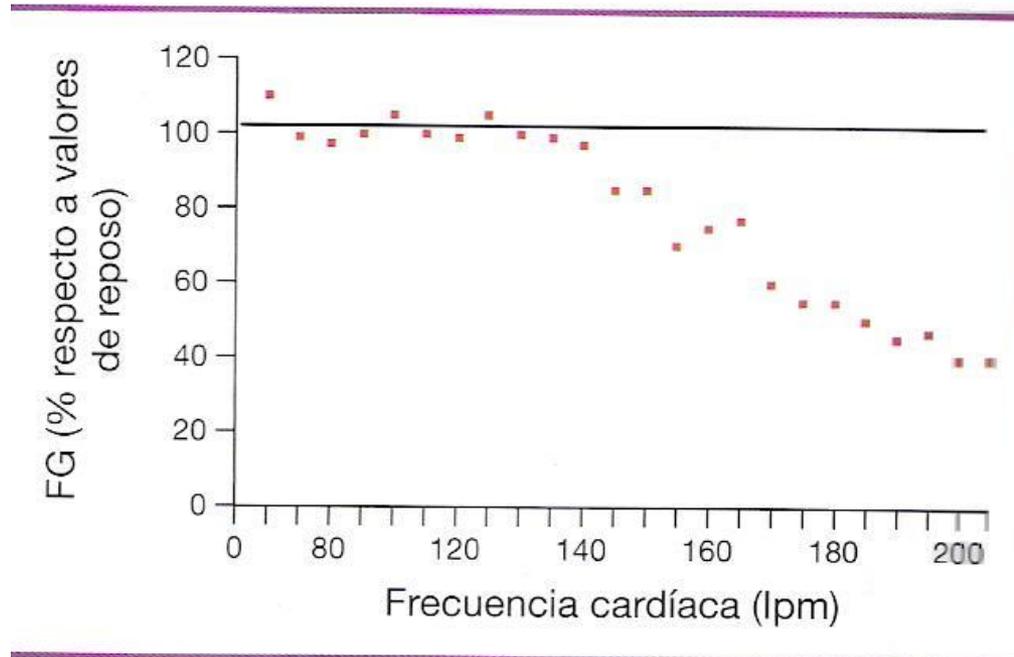
✓ La disminución del FSR en el ejercicio se debe fundamentalmente al \uparrow de la actividad simpática renal, \uparrow de catecolaminas, \uparrow de renina y angiotensina II, y \uparrow ADH.



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

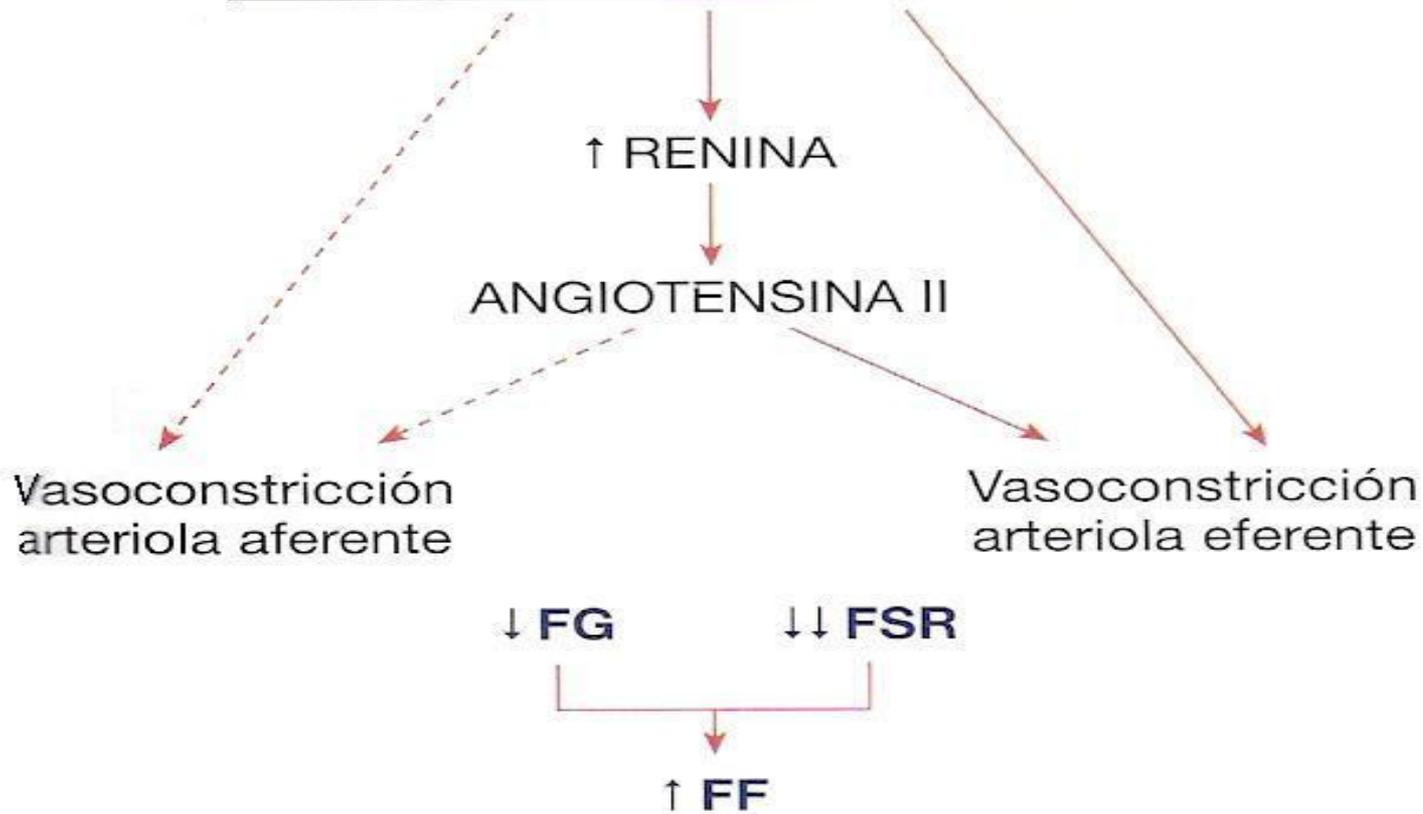
FILTRADO GLOMERULAR

Hasta el 50% del $VO_{2\text{máx}}$, el FG se mantiene en niveles normales. Por encima de estos valores, comienza a disminuir.



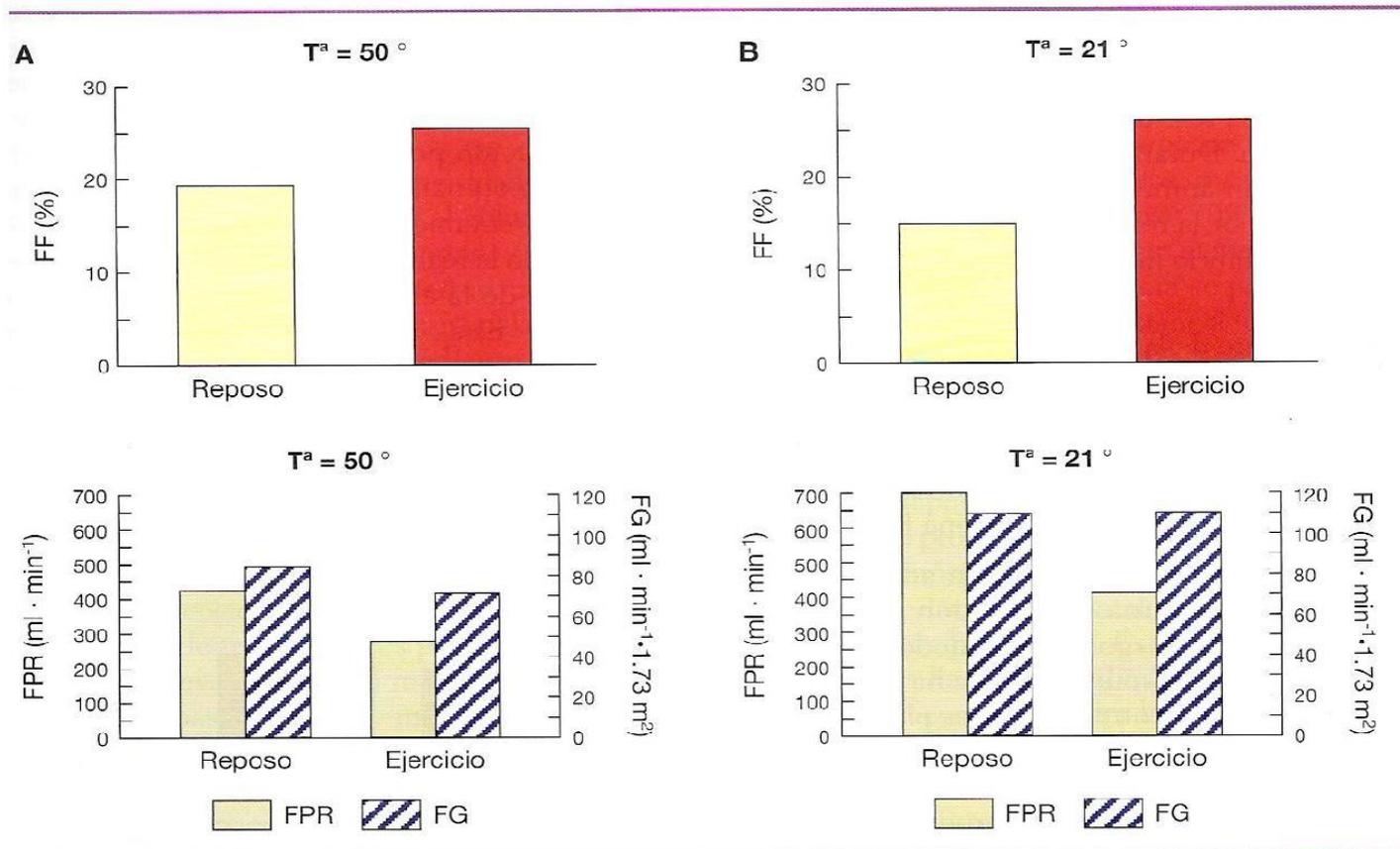
Relación entre el filtrado glomerular y frecuencia cardíaca. FG: filtrado glomerular. (Gimby G. Renal clearance during prolonged supine exercise at different loads. J Appl Physiol, 1965; 20 : 1294 - 1298.)

ACTIVIDAD SIMPÁTICA RENAL



Filtrado glomerular; FSR: flujo sanguíneo renal; FF: Fracción de filtración.

EFFECTOS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA HEMODINÁMICA RENAL



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 real (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 Apply Physiol, 1949; 2: 185 - 191.)

VOLUMEN Y EXCRECIÓN DE AGUA Y ELECTROLITOS EN EL EJERCICIO FÍSICO

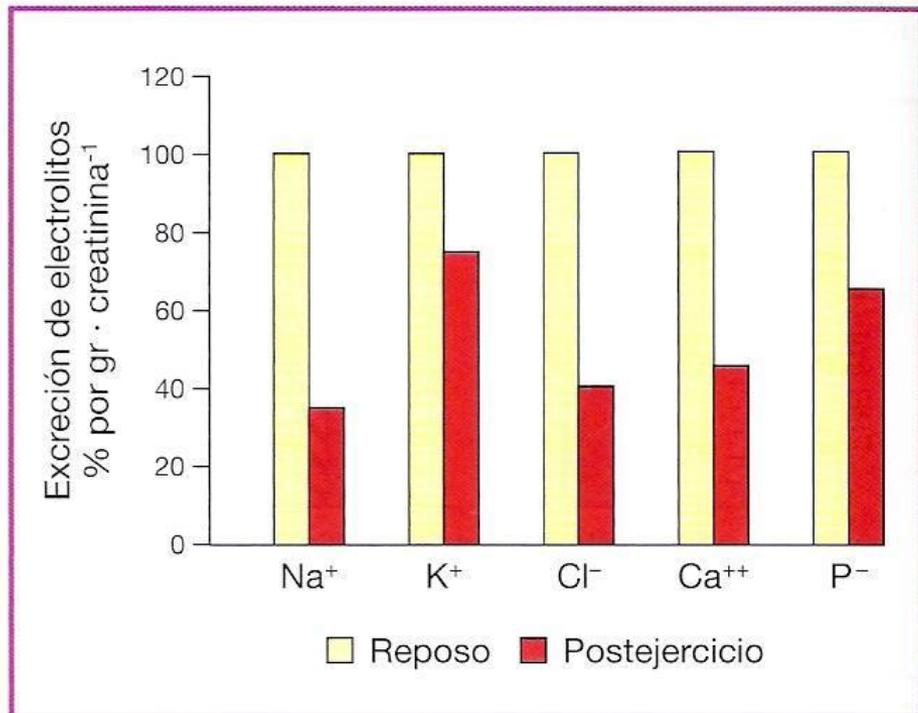
El ejercicio moderado aumenta el volumen de orina por mayor excreción de solutos que retienen más agua en los túbulos.

El ejercicio intenso y prolongado disminuye la excreción de orina (volumen y electrolitos), debido a mayor pérdida de agua y electrolitos por la respiración y el sudor.

Para controlar el equilibrio hídrico:

- Estímulo de la sed (mediado por Angiotensina II) para aumentar ingesta de agua.
- La diferencia en volumen urinario se debe a nivel de hidratación en el esfuerzo, variabilidad interpersonal, componente emocional, condiciones ambientales.
- Disminución de diuresis por aumento de la ADH: la cual produce vasoconstricción renal, contracción mesangial, reduce TFG, reduce FSR (y libera Pgs). El aumento es proporcional a la intensidad (por reducción del catabolismo hepático)

El ejercicio intenso y prolongado reduce la excreción urinaria de electrolitos:



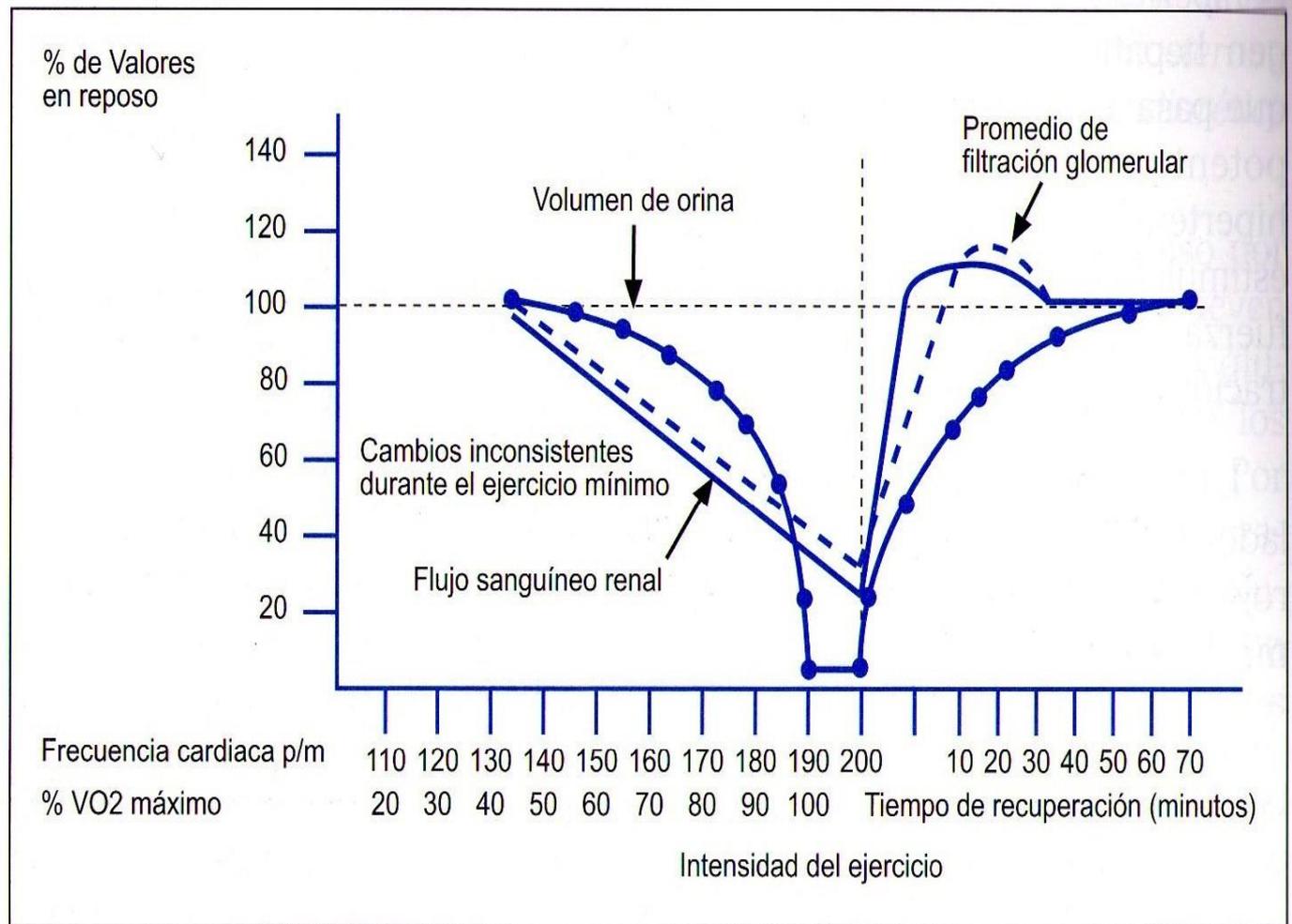
Excreción urinaria de electrolitos antes y después de una carrera de 20 kilómetros. (Poortmans JR. Exercise and renal function. Ed. Adis. Sports Med, 1984; 1 : 125 - 153.

Mecanismos:

- Reducción de TFG
- Aumento de la actividad simpática
- Estimulación del sistema R-A-A

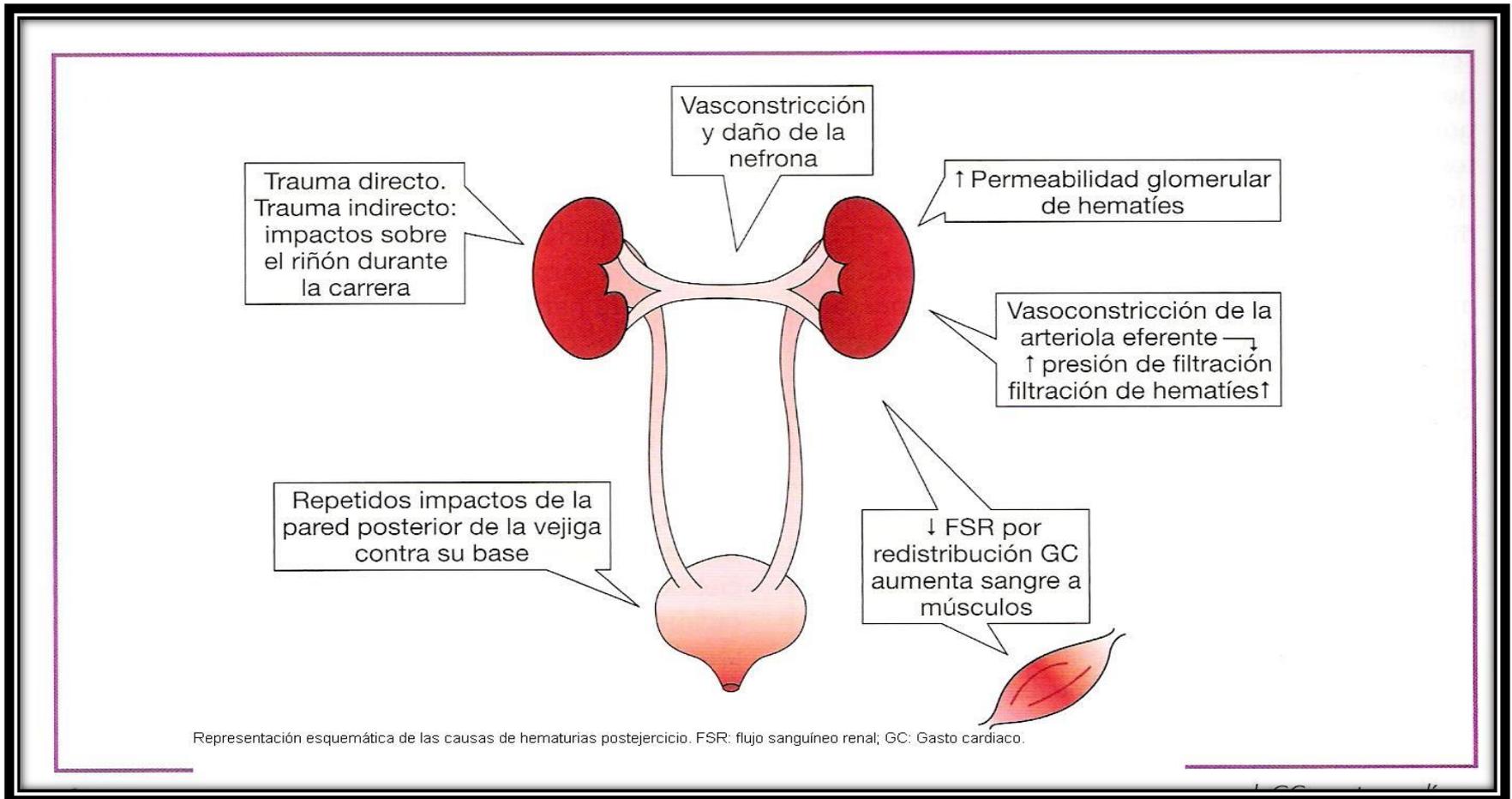
En resumen.....

Figura 15.4. Cambios del flujo sanguíneo renal, promedio de la filtración glomerular y el volumen de orina durante el ejercicio y su recuperación (Lamb, 1985).



MANIFESTACIONES RENALES

HEMATURIA: Presencia de sangre y/o hematíes en la orina. Ésta se presenta por:



PROTEINURIA: La orina normal contiene una pequeña cantidad de proteínas, pero durante el ejercicio estos niveles pueden aumentar.

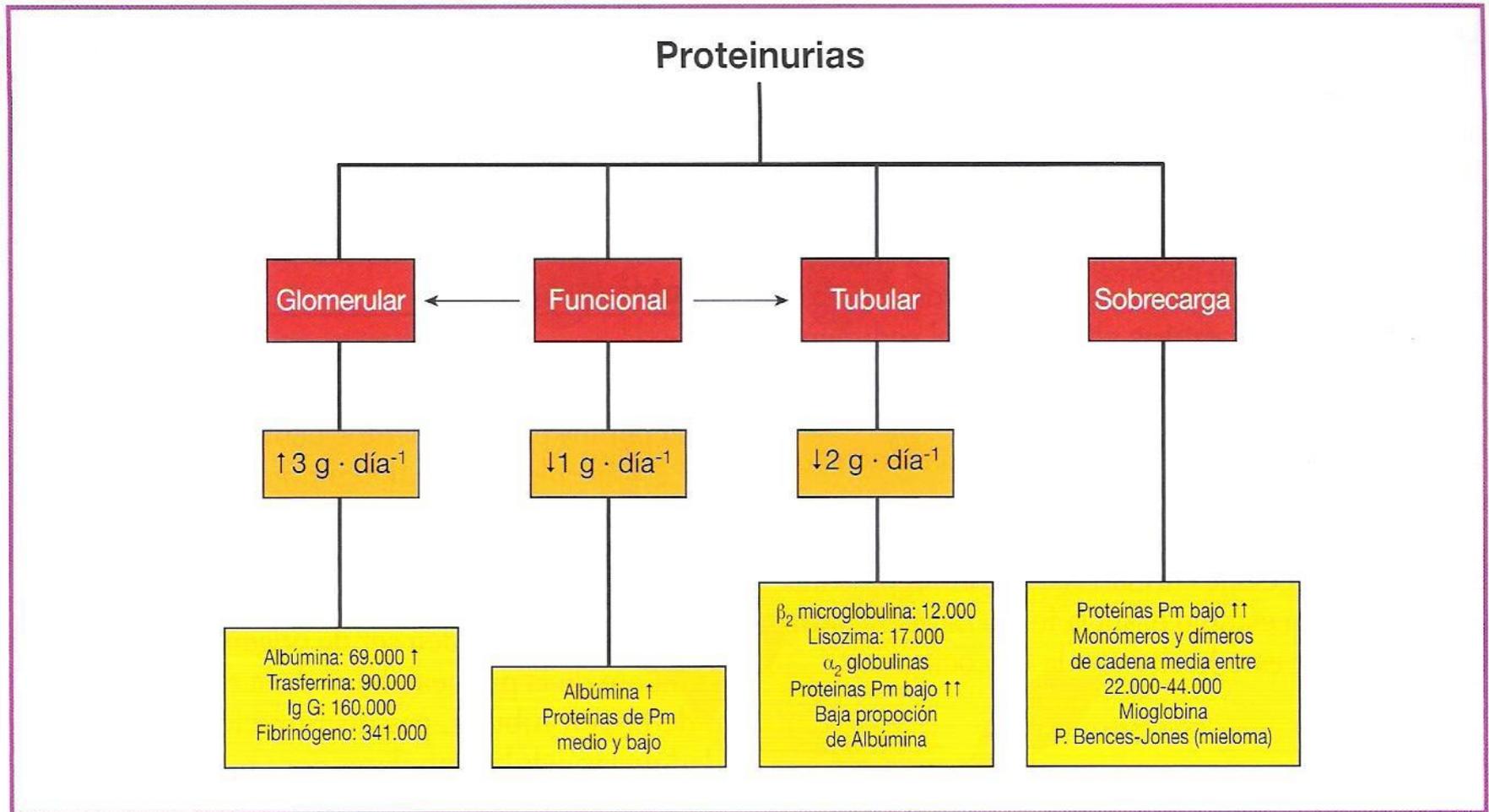
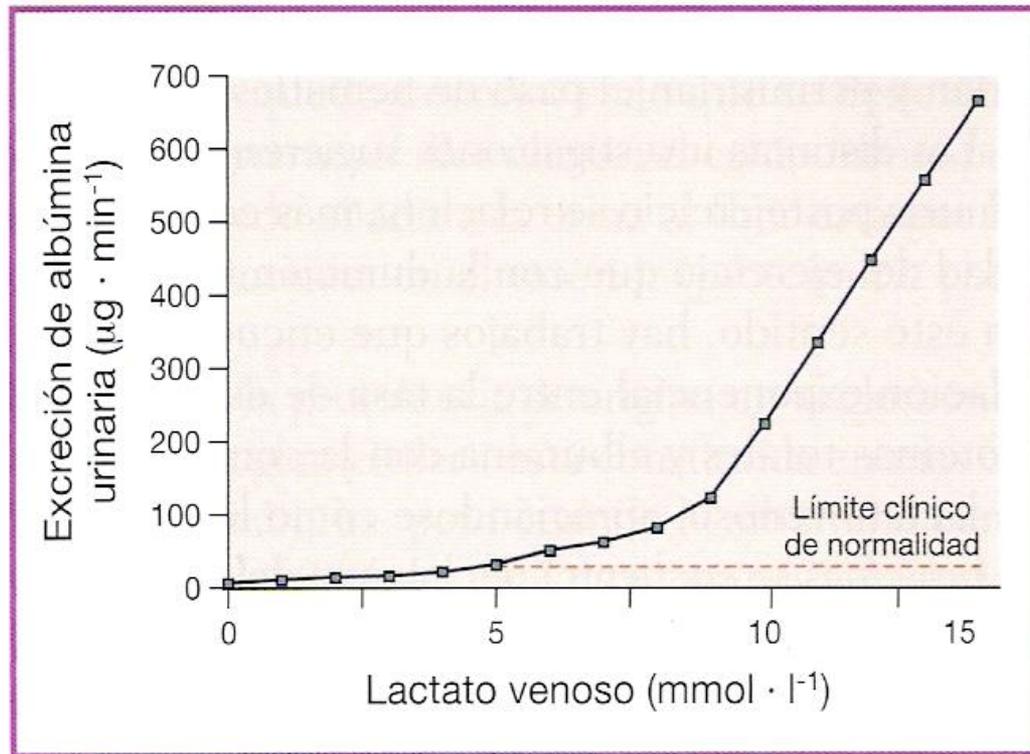


Tabla 1
Incidencia de alteraciones urinarias en distintos grupos de corredores

	13 km (%)	1 hora (%)	Maratón (%)	100 km (%)
Proteinuria	49,3	62	62,5	17,1
Proteinuria y hematuria microscópica	11,1	37,5	12,5	14,3
Hematuria microscópica	7,9	—	12,5	8,6
Hematuria macroscópica	—	—	—	5,8

Fuente: Gilli PE, De Paoli Vitali E, Tataranni G, Farinelli A. Exercise-induced abnormalities in long-distance runners. Ed. Thieme Connect. Int J Sports Med, 1984; 5:237-240.

La incidencia de proteinuria es más frecuente que la hematuria debido a que los cambios tempranos de la membrana glomerular permitiría en primer lugar las pérdidas proteicas; con el estrés progresivo, estos cambios aumentarían y permitirían el paso de hematíes.



La proteinuria post-ejercicio se relaciona más con la intensidad del ejercicio 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.)

MECANISMOS IMPLICADOS EN LA PRODUCCIÓN DE PROTEINURIA

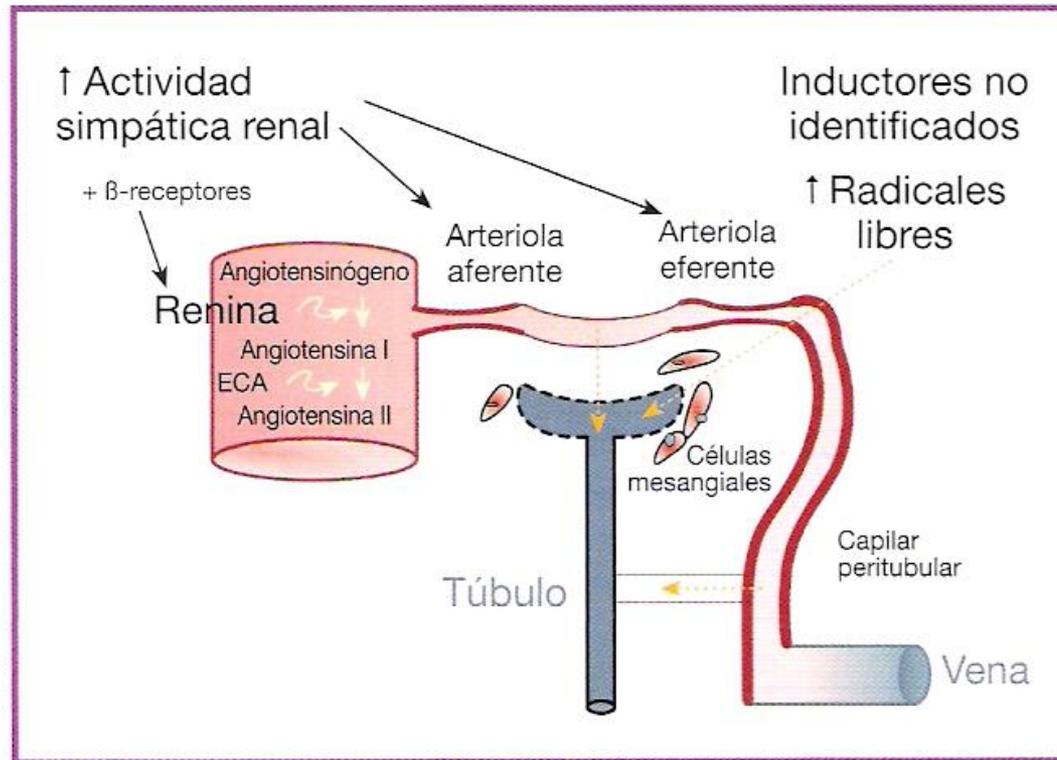


Figura 32.9. Mecanismos productores de proteinuria postejercicio. (Modificada de Poortmans JR, Vanderstraeten J. *Kidney function during exercise in healthy and diseased humans*. Ed. Adis. Review articles. *Sports Med*, 1994; 18:419-437.)

OTRAS MANIFESTACIONES RENALES

- Cristaluria.
- pH urinario.
- Densidad urinaria.
- Glucosa.
- Cuerpos cetónicos.
- Eliminación enzimática urinaria.

ADAPTACIONES RENALES AL ENTRENAMIENTO

- Las personas entrenadas tienen respuestas renales menores y menos agudas al ejercicio que las que no entrenan.
- Hay una reducción del FSR, de la FG y de la formación de orina en los individuos bien acondicionados físicamente.
- Los individuos no entrenados tienen una tendencia mayor a la excreción de proteínas en la orina.
- Los resultados de la influencia de varios tipos de entrenamiento sobre la excreción de diversos tipos de proteínas aparecen resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2
Influencia del entrenamiento en la proteinuria postejercicio

Análisis de orina	Determinaciones preentrenamiento		Entrenamiento	Determinaciones postentrenamiento	
	Basal	Ejercicio		Basal	Ejercicio
Test a carga máxima					
Proteínas totales (microgr · min ⁻¹)	99	186	Gimnasia: 1 hora 3 días/semana	76	98
Albúmina (microgr · min ⁻¹)	15	31	6 semanas	12	22
	80	640	Natación: 3 días/semana	90	320
	6	68	12 semanas	8	42
Test a carga máxima	21	67	Carrera: 3.000 m	34	161
Proteínas totales (microgr · min ⁻¹)	5	18	3 días/semana	5	35
Albúmina (microgr · min ⁻¹)			16 semanas		

Fuente: Poortmans JR. Exercise and renal function. Ed. Adis. Exerc Sports Sci Rev, 1977; 5:255-294.

Fisiología del ejercicio López Chicharro Capitulo 32 3aE