August Krogh: El baile de los capilares y el oxígeno en tus músculos (1920)

2 de abril de 2026



¿Alguna vez te has preguntado qué sucede dentro de tu cuerpo cuando corres para alcanzar el autobús, o cuando te esfuerzas levantando algo pesado en el gimnasio? De repente, tus músculos empiezan a quemar, tu respiración se acelera y tu corazón bombea como un tambor frenético. Es una orquesta de señales, un sistema de emergencia que se activa para una sola misión: llevar oxígeno a cada rincón de tus músculos, que lo piden a gritos.

Piensa en tus músculos como pequeñas 'fábricas energéticas'. Para funcionar, necesitan combustible, y ese combustible, en gran parte, es el oxígeno que respiras. La sangre, impulsada por el corazón, es el 'transportador estrella' de este oxígeno. Pero, ¿cómo 'sabe el cuerpo' qué músculos lo necesitan más en cada momento? ¿Cómo se asegura de que el oxígeno llegue justo donde se produce el esfuerzo, y no se 'desperdicie' en zonas que están en reposo?

Durante mucho tiempo, los científicos sabían que la sangre circulaba, que el corazón era la bomba y que las arterias y venas eran las carreteras principales. Pero el verdadero misterio residía en las 'calles secundarias', esas venas y arterias tan pequeñas que son invisibles a simple vista. Nos referimos a los capilares. Imagina una red de caminos tan diminuta y ramificada que, si los extendiéramos uno tras otro, darían varias vueltas a la Tierra. Son los mensajeros finales, el punto donde el oxígeno salta del torrente sanguíneo a las células.

Fue un danés brillante, un hombre metódico y tenaz llamado August Krogh, quien se obsesionó con este enigma a principios del siglo XX. Sentado en su laboratorio, con un microscopio como su 'ojo mágico', se preguntaba: ¿Están 'siempre abiertos' estos diminutos capilares? ¿O hay un mecanismo inteligente que los abre y cierra según la necesidad, como un sofisticado sistema de 'semáforos interno'?

Krogh, con la curiosidad de un 'detective' y la paciencia de un 'artesano', estaba a punto de desentrañar uno de los secretos más fascinantes de nuestra fisiología. Él intuía que el cuerpo no era un 'derrochador', que debía existir una manera eficiente de distribuir el oxígeno, ajustándose a la demanda, momento a momento. Un sistema que permitiera a un atleta correr un maratón o a un albañil levantar ladrillos, sin que sus músculos colapsaran por falta de aire.

¿Cómo logra tu cuerpo ese 'ballet' coordinado, esa danza perfecta entre el esfuerzo muscular y el suministro de oxígeno, activando solo los capilares necesarios, justo a tiempo? La respuesta de Krogh no solo 'transformaría' nuestra comprensión de la vida, sino que le valdría el mayor honor de la ciencia.

El Laboratorio de la Vida: Una Mirada Íntima

La pregunta que atormentaba a Krogh era fundamental para entender cómo vivimos, nos movemos y nos adaptamos. Para responderla, no bastaba con especular. Necesitaba ver, medir, demostrar. Su laboratorio en la Universidad de Copenhague se convirtió en el escenario de una de las investigaciones más meticulosas y visuales de su tiempo, un verdadero ballet microscópico bajo la atenta mirada de un científico.

El Desafío de lo Invisible y la Obra de un Artesano

Los capilares son increíblemente pequeños. Tan pequeños que la mayoría de ellos son más estrechos que un cabello humano. Un glóbulo rojo, la célula

encargada de transportar el oxígeno, apenas cabe por ellos, apretujándose como un coche en un túnel minúsculo. Krogh no solo tenía que observarlos, sino que necesitaba entender su dinámica: ¿cuántos se abren? ¿cuándo? ¿por qué? En una era sin videos de alta velocidad ni microscopios electrónicos, esto era una hazaña.

Su principal herramienta era el microscopio óptico. Pero ver capilares en un animal vivo, especialmente en movimiento, era un reto inmenso. Krogh eligió trabajar con ranas, animales de sangre fría que tenían músculos relativamente transparentes (como el músculo cutáneo de la pata o la membrana de su lengua) y cuyo flujo sanguíneo podía manipularse y observarse con un control excepcional. Imaginemos a Krogh, inclinado sobre su microscopio durante horas y días, con una rana anestesiada bajo la lente, observando cómo la sangre, teñida de rojo, fluía a través de esa red invisible. Ajustaba la iluminación, la temperatura, incluso la presión sanguínea, con la paciencia de un 'artesano' y la precisión de un relojero. Cada pequeño movimiento, cada cambio en el flujo, era un dato. Un verdadero héroe del detalle, transformando la observación en ciencia.

El Gran Descubrimiento: La Danza Selectiva de los Capilares

Lo que Krogh descubrió fue revolucionario y contradijo el dogma establecido. Hasta ese momento, se pensaba que la mayoría de los capilares estaban siempre abiertos, llevando sangre a un ritmo más o menos constante, una especie de sistema de riego universal. Pero Krogh demostró que no era así en absoluto. En los músculos en reposo, solo una fracción de los capilares estaban 'activos', es decir, permitiendo el paso de la sangre. La mayoría estaban 'cerrados' o inactivos, como calles cortadas al tráfico o grifos cerrados en un sistema de riego.

El verdadero asombro llegó al observar lo que sucedía cuando el músculo empezaba a trabajar:

- ¡Pum! Como por arte de magia, más y más capilares se abrían en la zona activa.
- Cuanto más intenso era el esfuerzo, mayor era el número de capilares que se activaban, aumentando drásticamente la superficie de intercambio de oxígeno.

Esta no era una apertura aleatoria. Era una respuesta precisa, una coreografía perfectamente sincronizada con la demanda de oxígeno. De repente, las 'calles secundarias' se abrían de par en par, permitiendo que un torrente de oxígeno y nutrientes llegara a las células musculares sedientas. Para los científicos de la época, fue como descubrir que el

sistema de tuberías de una ciudad tenía válvulas inteligentes que solo abrían el agua en los grifos que se estaban usando activamente.

¿Cómo Saben los Capilares Cuándo Abrirse? El Lenguaje Químico Secreto

Aquí entra en juego la genialidad del cuerpo humano y la perspicacia de Krogh. ¿Qué era lo que 'ordenaba' a los capilares que se abrieran? Krogh y sus colegas, incluida su brillante esposa Marie Krogh (quien hizo importantes contribuciones a la fisiología respiratoria, aunque el Nobel fue solo para él, una injusticia común en la historia de la ciencia), dedujeron que los propios músculos, al trabajar, producían ciertas sustancias químicas que actuaban como señales.

Imagina que tus músculos son pequeños talleres que producen energía. Cuando están inactivos, apenas hay 'residuos' o 'señales'. Pero cuando se ponen en marcha, el metabolismo se acelera y empiezan a producir y liberar al entorno local una serie de mensajeros:

- **Dióxido de carbono (CO2):**Un subproducto inevitable de la 'combustión' de nutrientes para obtener energía.
- **Ácido láctico:**Otra señal de que el metabolismo anaeróbico está siendo activado bajo alta demanda.
- **Disminución del pH:**El ambiente se vuelve más 'ácido' debido a estas sustancias.
- **Aumento de la temperatura:**El trabajo metabólico genera calor, que también es una señal para la vasodilatación.
- **Disminución del oxígeno (hipoxia local):**La demanda de oxígeno supera el suministro, y esta misma falta de oxígeno es una potente señal.

Estas sustancias, o cambios en el ambiente local, actúan como 'mensajes de auxilio' y 'semáforos verdes' para los vasos sanguíneos cercanos. Los diminutos esfínteres (pequeños anillos de músculo liso) que controlan la entrada a cada capilar son increíblemente sensibles a estos cambios químicos. Al detectarlos, se relajan, abriendo el paso a la sangre. Es como si el músculo gritara: '!Más oxígeno y nutrientes, por favor, y llévense mis residuos!', y los capilares respondieran al instante, inundando la zona con sangre fresca.

La Regulación del Flujo Sanguíneo Capilar: Una Obra Maestra de la Eficiencia

Este mecanismo, conocido como**regulación local del flujo sanguíneo**, es una maravilla de la ingeniería biológica que permite al cuerpo ser increíblemente eficiente y adaptable:

1. **Maximiza el suministro de oxígeno:**Al abrir capilares solo donde se necesitan, el cuerpo dirige la sangre y sus valiosos contenidos exactamente a las células más demandantes.

2. **Minimiza el trabajo del corazón:**No requiere que el corazón bombee más sangre de la necesaria a todo el cuerpo, sino que ajusta la distribución en la periferia, optimizando la presión y el flujo.

3. **Permite la adaptación y el entrenamiento:**Explica por qué un atleta entrenado puede rendir a niveles asombrosos. Su sistema capilar se ha adaptado, siendo más eficiente en la apertura y cierre, y a menudo, desarrollando una mayor densidad capilar en sus músculos, creando aún más 'calles secundarias'. Este es uno de los secretos de la resistencia.

4. **Previene el 'robo' de sangre:**Asegura que los órganos en reposo no 'roben' sangre que se necesita desesperadamente en los músculos activos. Es una asignación inteligente de recursos.

Pensemos en el impacto de esto. Antes de Krogh, la idea era que el flujo sanguíneo era más bien pasivo, o regulado principalmente por el sistema nervioso central a gran escala, como un 'interruptor general'. Krogh demostró que había un nivel de control mucho más fino, local, autónomo y dinámico. Es como pasar de una iluminación general de un estadio a un sistema que ilumina solo a los jugadores que están 'con el balón' en cada momento.

El Legado de Krogh: Más Allá del Premio y la Inspiración Continua

El descubrimiento de Krogh le valió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1920, un reconocimiento merecido a su perseverancia y genio. Pero su influencia fue mucho más allá de un galardón. Sentó las bases para campos enteros de investigación y comprensión:

-

Fisiología del ejercicio: Entender cómo el cuerpo se adapta al esfuerzo físico, cómo se entrena y por qué se fatiga. Los regímenes de entrenamiento modernos se basan en gran medida en estos principios.

- **Patologías vasculares:**Comprender enfermedades donde el suministro capilar se ve afectado, como en la diabetes, donde los capilares pueden dañarse y el flujo se compromete ('microangiopatía diabética'), o en la enfermedad arterial periférica, donde las arterias mayores están bloqueadas, y la microcirculación se vuelve aún más crítica. Su trabajo ayudó a enfocar la investigación en cómo mejorar la oxigenación en tejidos enfermos.

- **Investigación en oxigenación:**Inspiró a generaciones de científicos a estudiar cómo el oxígeno se mueve a través del cuerpo, desde los pulmones (donde Marie Krogh hizo contribuciones clave al intercambio de gases) hasta las células más remotas.

- **Desarrollo de instrumentación:**Krogh también fue un inventor prolífico. Desarrolló varios instrumentos innovadores para medir el consumo de gases y el metabolismo, como el espirómetro de Krogh, que revolucionaron el estudio de la fisiología humana y animal, permitiendo mediciones precisas en tiempo real.

Su trabajo fue un testimonio de la importancia de la observación directa, la experimentación rigurosa y la capacidad de hacer preguntas sencillas pero profundas. Fue un ejemplo de cómo la ciencia avanza no solo con grandes teorías, sino también con la meticulosidad de quien observa lo obvio con ojos nuevos.

En un mundo donde la ciencia a menudo se percibe como 'fría y distante', la historia de August Krogh es un recordatorio de la profunda humanidad que impulsa el descubrimiento. Su obsesión por desentrañar cómo nuestros músculos obtienen oxígeno reveló una danza interna de una complejidad y elegancia asombrosas. La próxima vez que sientas el latido de tu corazón después de un esfuerzo, o simplemente al estirar un músculo o caminar un poco más rápido, recuerda a Krogh y a esos millones de diminutos capilares, abriéndose y cerrándose en perfecta sincronía, orquestando silenciosamente el baile de la vida dentro de ti. Su legado nos enseña que, incluso en los rincones más pequeños de nuestro ser, existe una maravilla esperando ser descubierta, y que la eficiencia es el mantra silencioso de nuestro propio cuerpo.