

LAS GLANDULAS SUDORIPARAS ECRINAS HUMANAS

DR. WALTER C. LOBITZ, JR.*

Tuve mi primera oportunidad para estudiar las glándulas sudoríparas ecquinas humanas cuando fui asociado en la Clínica Mayo hace veinticinco años. En este cuarto de siglo el conocimiento de esta estructura y su función se ha acumulado en el mismo ritmo y por las mismas razones que todo el conocimiento humano sobre la biología celular. Hay una gran cantidad de información, sin embargo, como en Patología y Biología Humana; la cantidad de lo que todavía no conocemos sobre la glándula sudorípara ecquina humana es infinitamente extensa.



Como es obvio, no puedo discutir o examinar todos los aspectos de lo que es conocido, desconocido o por conocer que pudiera ayudarnos en la práctica de la medicina.

Desearía empezar con una pregunta: ¿Por qué tienen los humanos glándulas sudoríparas ecquinas? Inmediatamente se suscita otra in-

* Universidad de Oregon, Escuela de Medicina. Portland, Oregon.

terrogación: ¿A qué glándula sudorípara ecrina me estoy refiriendo? Me refiero a aquellas glándulas sudoríparas de las palmas y de las plantas de los pies que están asociadas con la prensión cuya función es mejorar el sentido del tacto y la prensión sobre superficies?, ¿o bien me refiero a las glándulas sudoríparas ecginas de la superficie general del cuerpo las cuales responden a los aumentos de la temperatura corporal?

Ciertamente estos son dos sistemas diferentes de glándulas sudoríparas ecginas. Las superficies de fricción de la pata de todos los mamíferos tienen glándulas sudoríparas ecginas funcionantes. Pero las glándulas sudoríparas ecginas sobre la superficie general del cuerpo son de significación funcional solamente en el hombre, aunque se hallen presente en algunos primates superiores. Estos dos sistemas diferentes de glándulas sudoríparas ecginas aparecen en los mamíferos en diferentes estudios filogenéticos.

En el hombre tienen diferentes tiempos embrionarios en su desarrollo; se originan de diferentes rudimentos anatómicos de la epidermis; tienen diferentes ubicaciones, tienen diferentes asociaciones neuroanatómicas centrales y, por supuesto, diferente función.

Quisiera limitar mi pregunta: ¿Por qué los humanos tienen glándulas sudoríparas ecginas en toda la superficie corporal? La respuesta es fácil. Para ayudar al mantenimiento de la temperatura normal del cuerpo.

Pero el conocimiento por qué y cómo la glándula sudorípara ecrina hace esto es una fase compleja y excitante de la biología celular cutánea contemporánea. Es este aspecto de la glándula sudorípara ecrina humana el cual quiero discutir hoy.

Si ustedes son unos fieles filogenicistas y creen que el hombre ha evolucionado a una forma superior de vida (y teniendo en cuenta mi ego debo y creo que esto es así), entonces como dermatólogos deberían estar bastante satisfechos al recordar que la estructura más evolucionada en los primates es la piel.

La evolución del primate superior hacia hombre está caracterizada por el cambio de los pelos largos de la superficie general del cuerpo en pelo tipo lanugo. Así, a pesar de que el hombre se ha desnudado no ha llegado a perder completamente todo su pelo.

Debido a esta nueva desnudez, la piel humana desarrolló un sistema neurovascular único para conservar y disipar el calor del cuerpo.

Además, para ayudar a enfriar la piel el hombre ha desarrollado glándulas sudoríparas ecrinas funcionantes sobre todo el cuerpo, las cuales segregan agua sobre la superficie de la piel para disipar el calor por evaporación. Este es su fin, suministrar el agua, la cual por evaporación hace perder el calor.

Si usted fuera un ingeniero responsable del enfriamiento de una superficie por el sistema de evaporación y, por varias razones (temperatura deseada en la superficie, material disponible, etc.), decidiera usar agua como el líquido evaporante, usaría ciertamente agua tan pura como fuera posible, no usaría agua salada. La sal no juega un papel útil en el sistema de pérdida del calor por evaporación. Si hay sal presente debería ser eliminada de la superficie después que el agua se ha evaporado, pues de otra manera sería perjudicial. Si usted extrajera el agua de una fuente interna para el enfriamiento de una superficie y la fuente interna requiere esta sal, entonces toda la sal bombeada a la superficie sería una pérdida. Pero si esta pérdida fuera inevitable debido al sistema interno con el cual estamos trabajando, entonces trataríamos de alguna manera de conservar la pérdida de sal.

Esta es la situación de la glándula sudorípara ecrina humana, no hay manera de que un sistema biológico o celular pueda bombear o mover activamente agua pura. La sal (e. g. Sodium) tiene una bomba activa y puede ser movida activamente hacia la célula o hacia afuera de la célula. Pero el agua sólo sigue a la sal por difusión pasiva

Así, para que la glándula sudorípara ecrina lleve el agua a la superficie de la piel, debe bombear primero sodio. Por supuesto, este sodio que es necesario para el cuerpo si es depositado en la superficie de la piel es una pérdida. Cómo el cuerpo y la glándula sudorípara tratan de conservar el sodio al mismo tiempo que suministran agua tan pura como sea posible a la superficie de evaporación, empieza ahora a ser comprendido.

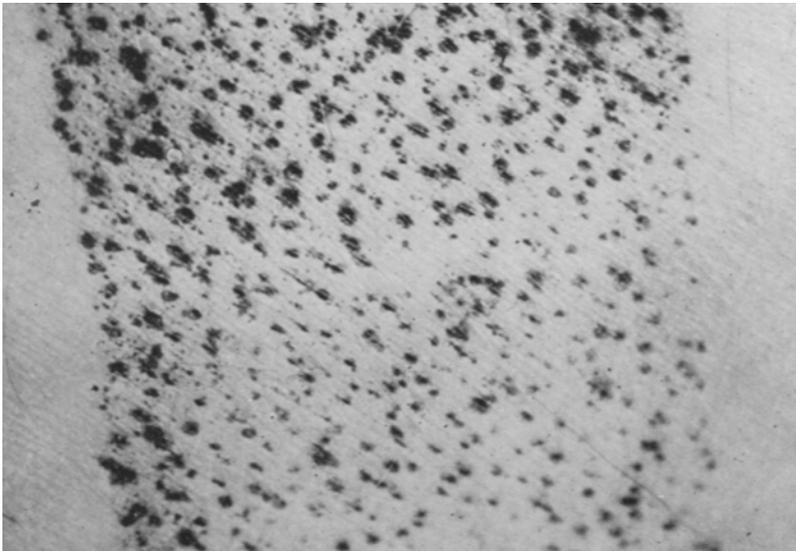
"Aclimatización" es el término clínico que es usado cuando la conservación del sodio se cumple y un sudor más diluido es suministrado a la superficie de la piel. Un defecto extremo en llegar a esta aclimatización resulta en el "agotamiento por el calor". Muchos investigadores han contribuido a varios aspectos de la comprensión de este problema, pero con quienes tenemos una deuda especial es con los doctores Richard Dobson, de Oregon, J. F. G. Slegers, de Nijmegen, Holanda, y Gerome Conr., de Michigan, por sus trabajos continuos en este complejo sistema.

Antes de discutir cómo este sistema de las glándulas sudoríparas ecrinas funciona para proteger al hombre del medio cálido, debe

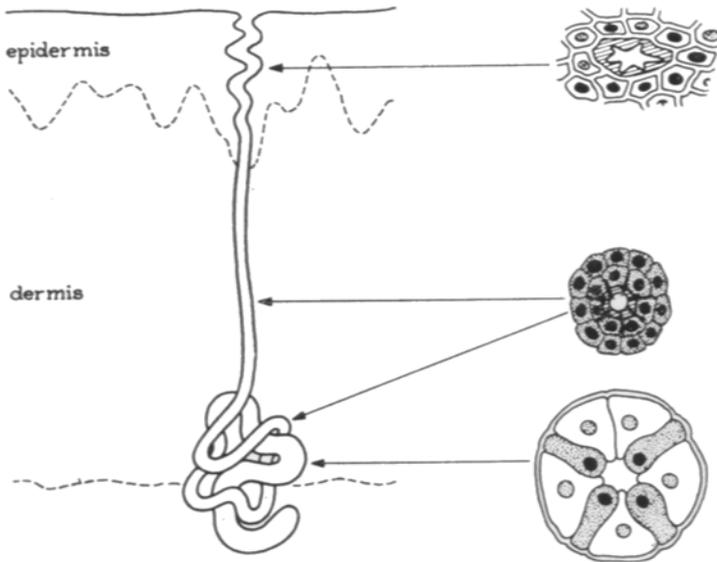
mos revisar su estructura. Es bastante lo que conocemos sobre su anatomía celular, pero es menos lo que entendemos que lo que conocemos.

Mientras que revisamos su estructura, señalaré algunos aspectos muy conocidos y otros desconocidos. Recordemos que las glándulas sudoríparas ecrinas son uno de los apéndices de la epidermis. En el feto humano el rudimento celular de esas glándulas aparece en el cuarto mes de la vida fetal, primero en las palmas y luego en las plantas. Durante la primera parte del quinto mes fetal, las glándulas empiezan a desarrollarse en las axilas. Solamente al final del quinto mes fetal aparecen en otras partes de la piel (superficie general del cuerpo). El desarrollo general de las glándulas en la superficie corporal es también discrónico; se forman primero en la frente y la piel cabelluda y gradualmente sobre el resto del cuerpo. El hombre tiene dos a cinco millones de estas glándulas, con un promedio de distribución de aproximadamente 250 por cm². Son más numerosas en la cabeza, en el tronco y menos numerosas en las extremidades. Son más numerosas en la superficie flexora y ventral que en la superficie dorsal o extensora.

(DIAPOSITIVA N° 1): Esta diapositiva muestra el patrón de distribución sobre la superficie general del cuerpo. Los poros sudoríparos y las aberturas de los folículos pilosos están teñidos por ion-

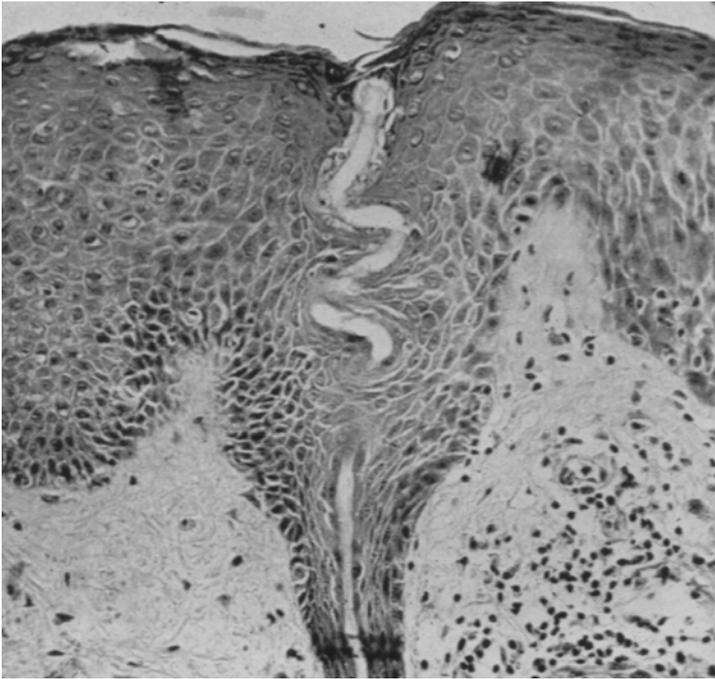


toforesis con azul de metileno. Los puntos azules grandes son folículos pilosos. Los pequeños son poros sudoríparos. Notar su relación y distribución.

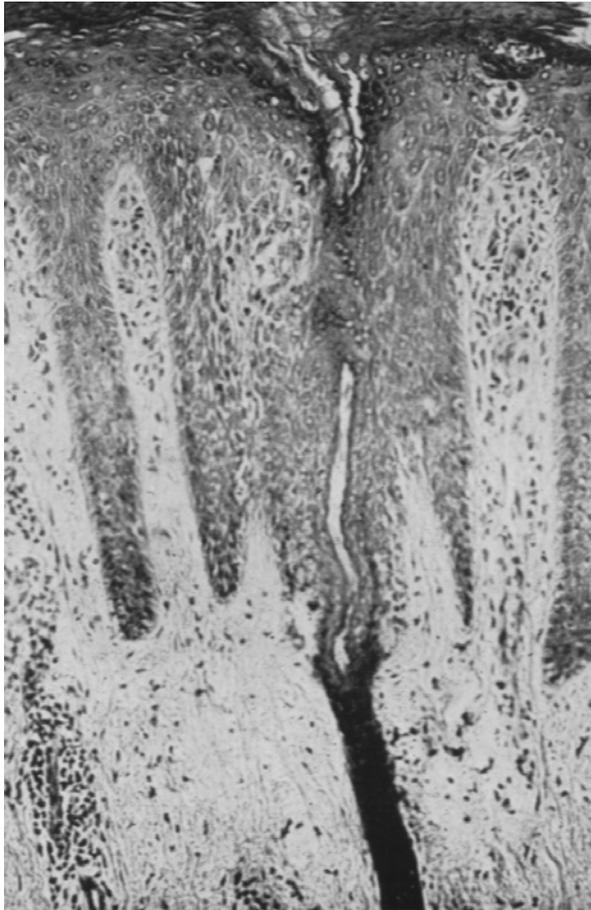


(DIAPOSITIVA N° 2) : La glándula sudorípara ecrina tiene una porción epidérmica (la unidad epidérmica del conducto de la glándula ecrina), el conducto dérmico que conduce el sudor a la superficie, una porción más profunda del conducto que está envuelto en el proceso secretorio y un túbulo secretorio en espiral en donde se origina el sudor.

(DIAPOSITIVA N° 3): Empecemos en la parte superior y prosigamos hacia abajo hacia la parte en espiral. No hay una evidencia definitiva que esta porción epidérmica juegue algún papel en la formación del sudor, actúa sólo como conducto para llevar el sudor a la superficie. Conocemos algunos hechos sobre esta parte de la estructura. Esta es el área envuelta en la miliaria rubra y cristalina, es la primera área de la epidermis sensibilizada en la dermatitis alérgica

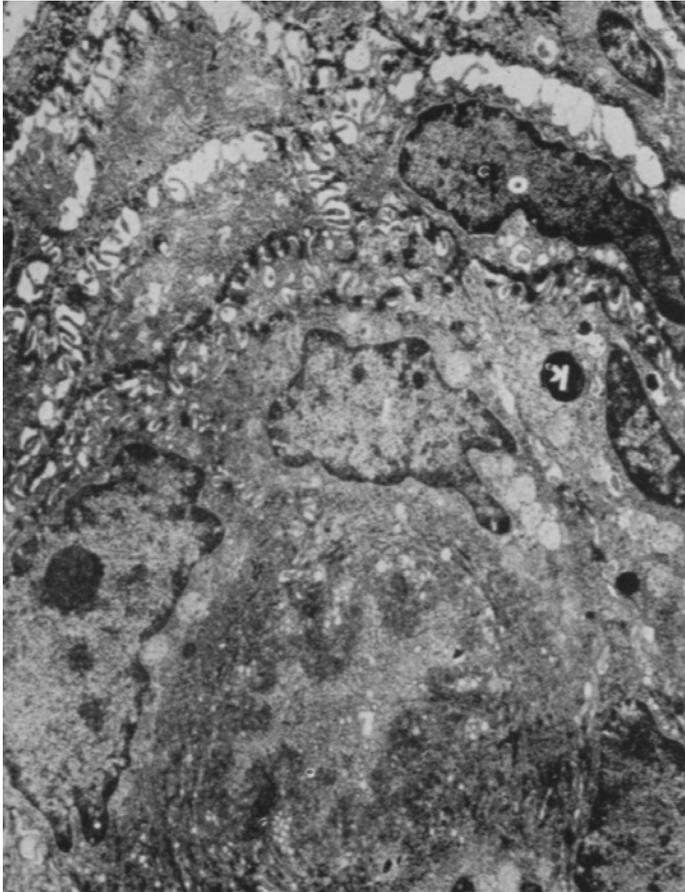


por conducto a la neomicina y al níquel. Es la última área de la epidermis que llega a ser afectada en los cambios precancerosos de la queratosis actínica. Es una de las primeras áreas que se regeneran cuando la epidermis entera es removida. El conducto se hace espiral a través de la epidermis cuando llega a la superficie. No conocemos por qué se hace espiral. Como la longitud de esta porción del conducto permanece constante, es posible que el conducto sudoríparo se haga espiral para acomodarse y adaptarse a cualquier grosor de la epidermis, toda vez que este grosor pueda cambiar.



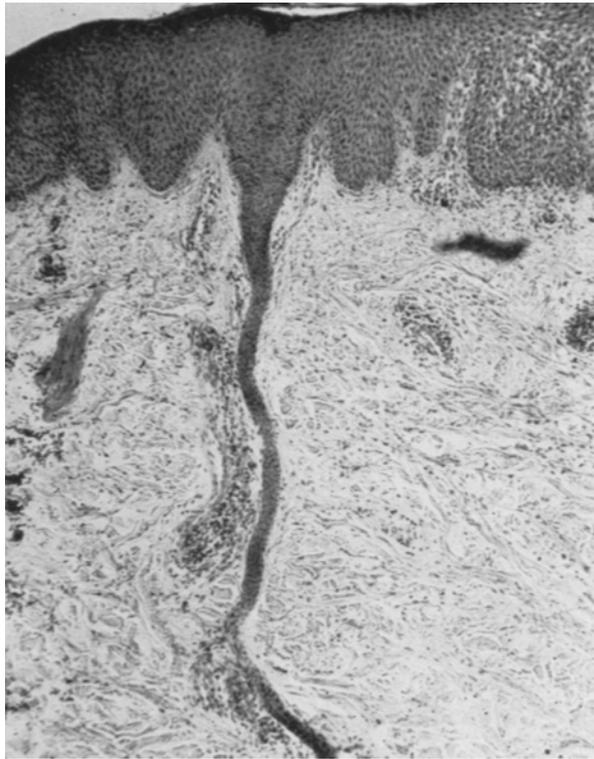
(DIAPOSITIVA N° 4): Por ejemplo, en la epidermis acantótica de la psoriasis el conducto es recto, no en espiral, y en la epidermis atrófica adelgazada las espirales aumentan y se aplanan como si se oprimiera un resorte en espiral.

Aquí hay tres microfotografías electrónicas de la misma área (agradezco al doctor Ken Hashimoto, de Boston, por éstas y otras excelentes micro-fotografías electrónicas, las cuales mostraré).



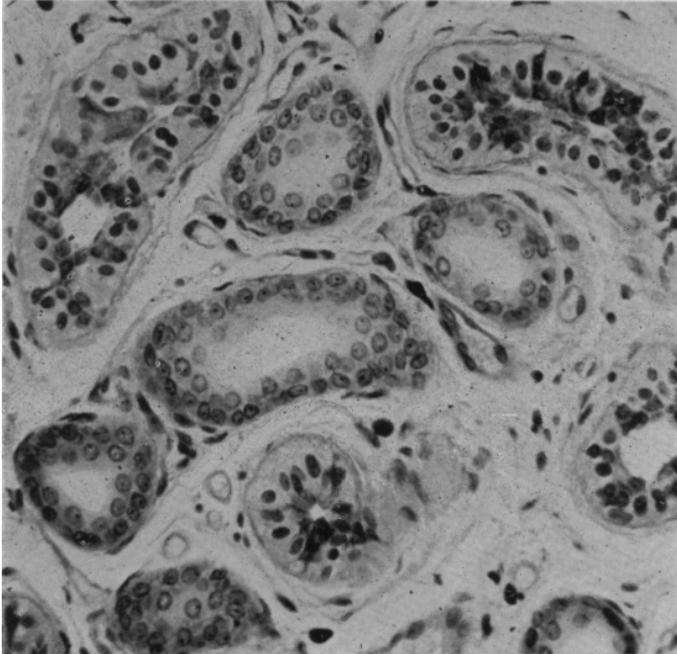
(DIAPOSITIVA N° 5): Notar: 1) El queratínocito de la epidermis con sus tonofibrillas y desmosomas; 2) Las células únicas del conducto, y 3) La luz (L) .

Tenemos mucho más que aprender sobre esta porción de la glándula sudorípara en enfermedad y estado sano.



(DIAPOSITIVA N° 6) : La porción dermal del conducto es un tubo relativamente recto que desciende a través de la dermis hasta la espiral secretoria. Probablemente, juega un papel pasivo en la conducción del sudor a la superficie, por lo menos en su parte más superficial. Pero hay evidencia que en su porción profunda la concentración electrolítica del sudor decrece a medida que asciende en el conducto. En otras palabras, el sudor se hace más diluido a medida que se aproxima a la superficie. Schulz y sus colegas han cateterizado el conducto a diferentes niveles y han podido demostrar este hecho; Slegers, usando la crioscopia ha congelado el conducto y demostrado que los grados de fusión del sudor en la luz del conducto bajan a medida que asciende desde la porción secretoria. Cage y Dobson, en sus estudios de los promedios de secreción del sodio, aportan más evidencia sobre este hecho. Hay también la evidencia histoquímica que las células de la luz del conducto realizan cierto trabajo durante la sudoración. Con seguridad el conducto parece jugar algún papel en la dilución del sudor por la reabsorción de sal.

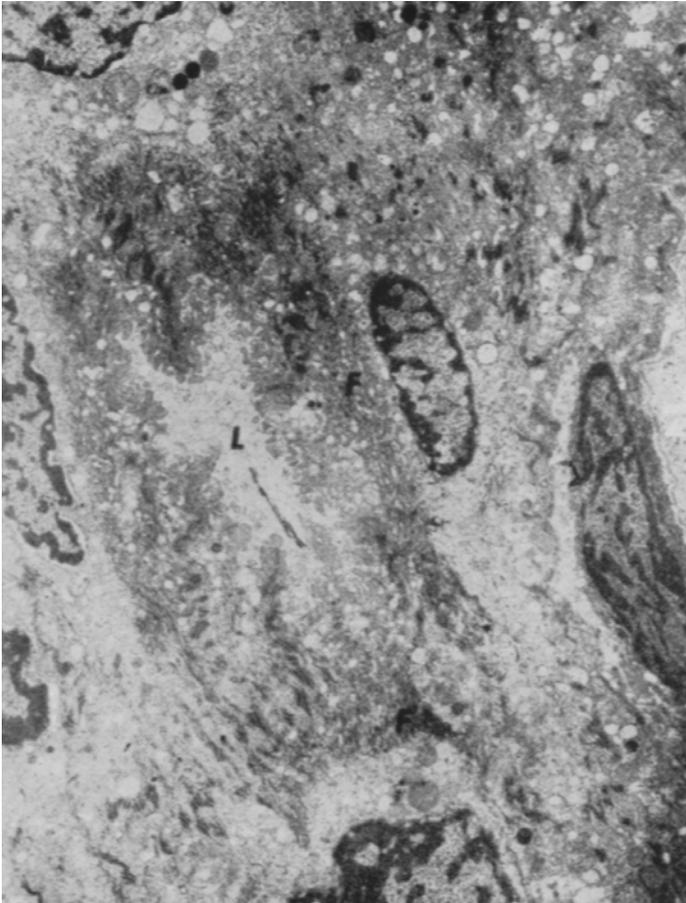
(DIAPOSITIVA N° 7): Mostramos aquí cuatro secciones transversales del conducto y dos de la espiral secretoria. El conducto es una estructura interesante debido a que está constituida de dos capas de células: la célula basal y la célula de la luz. Solamente las células basales poseen la capacidad de dividirse. Cuando es necesario, estas células basales pueden formar nuevas células de la luz. Cuando es requerido, puede también formar un nuevo queratinocito (células epidér-



micas) para la reparación de la epidermis. La actividad histoquímica de las células basales parece más relacionada con la reproducción, regeneración y reparación que con la secreción sudoral. Pero los estudios definitivos a este respecto no han sido todavía concebidos. En contraste, las células de la luz no pueden dividirse no importa bajo qué estímulo o stress; esta es una célula madura terminal. Histoquímicamente es generalmente menos activa que la célula basal, pero también su actividad histoquímica está relacionada a la sudoración. De esta manera, la célula de la luz trabaja durante el proceso de sudoración. Hay evidencia de que es capaz de reabsorber el sodio. Pero la manera como lo hace solamente puede ser postulado en base a lo que es conocido del metabolismo de la sal y agua en otros sistemas biológicos de la membrana celular.

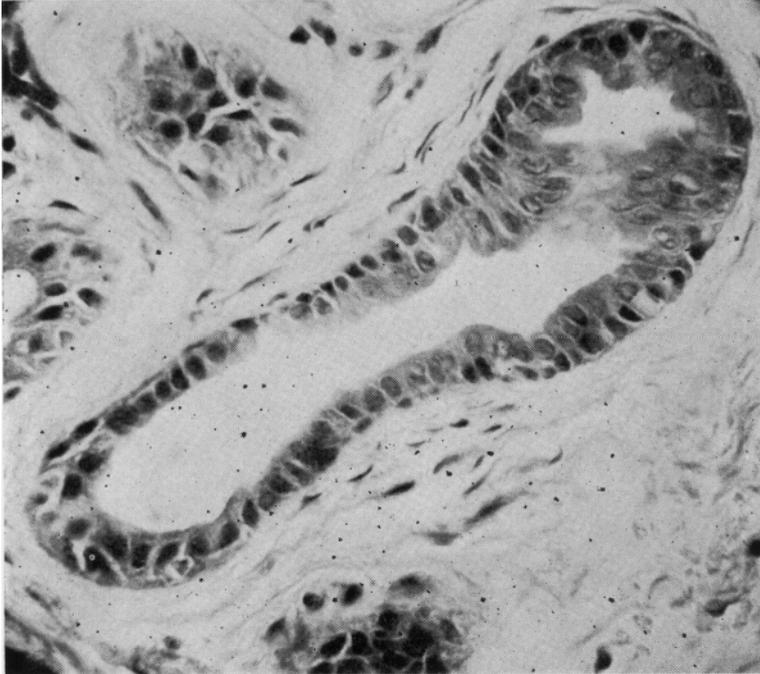
Discutiremos esto más tarde.

(DIAPOSITIVA N° 8): Veamos las microfotografías electrónicas de estas células ductales por el doctor Hashimoto. Aquí se encuentra la membrana basal (b) y fibras del colágeno, aquí la célula basal; aquí la célula de la luz (f) y la luz (L) del conducto.

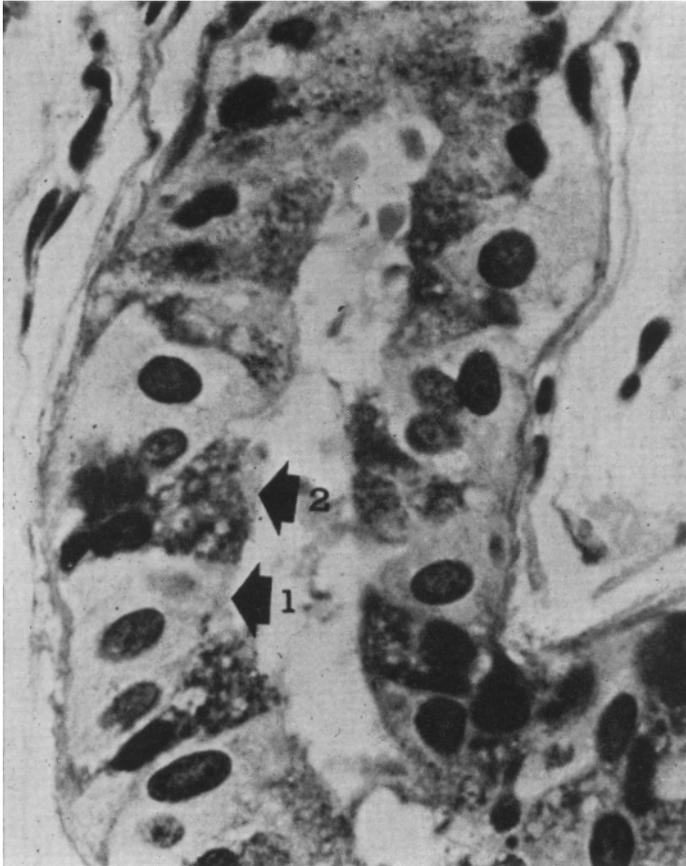


Los desmosomas y tonofibrillas de estas células sugieren más estructuralmente la evolución hacia un queratinocito que células envueltas en la reabsorción del sodio. Evidentemente se requieren aún muchos trabajos de correlación entre la estructura y la función a este nivel.

(DIAPOSITIVA N° 9) : Veamos la porción secretoria; la transición del conducto sudoríparo con dos capas de células (a la derecha) hacia la porción secretoria (a la izquierda), es abrupta. Se encuentran dos tipos de células en la espiral secretoria.

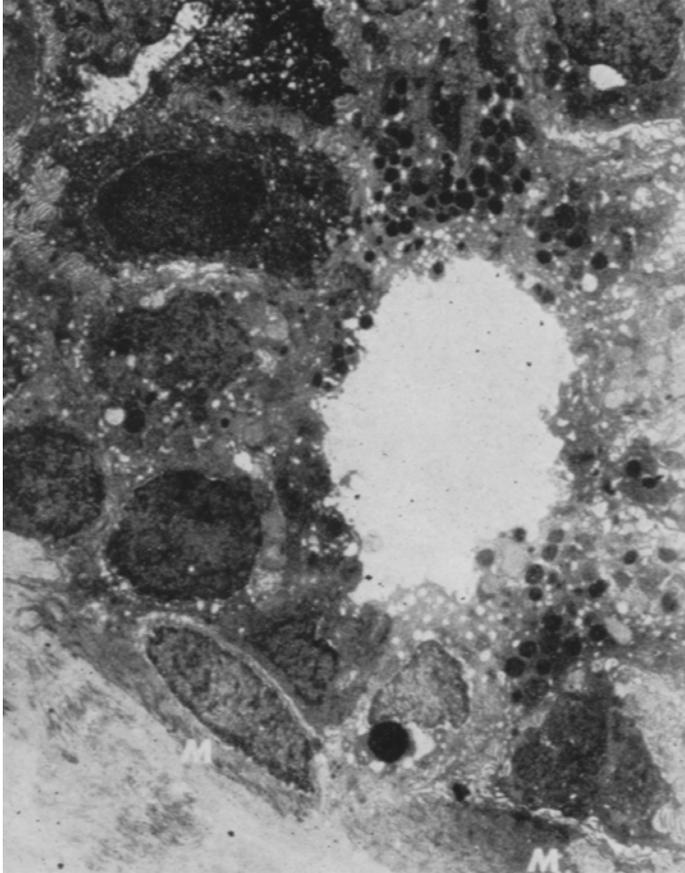


(DIAPOSITIVA N° 10) : Algunas de las células secretorias son grandes y pálidas (flecha 1) , y otras son pequeñas y oscuras (2). Estas son conocidas y designadas: la "célula pálida grande" y la otra la "célula oscura pequeña". Estas células adquieren estas características cuando se colorean con colorantes basófilos, en este caso azul de toluidina. Las células pálidas grandes son relativamente triangulares y se adhieren ampliamente a la membrana basal. La célula oscura pequeña es más columnar; probablemente es la célula pálida grande la que segrega el sudor. La célula oscura pequeña produce gránulos metacromáticos de color púrpura. Estos gránulos han sido vistos en la superficie de la luz del conducto, han sido vistos libremente en el conducto y en la superficie de la piel.



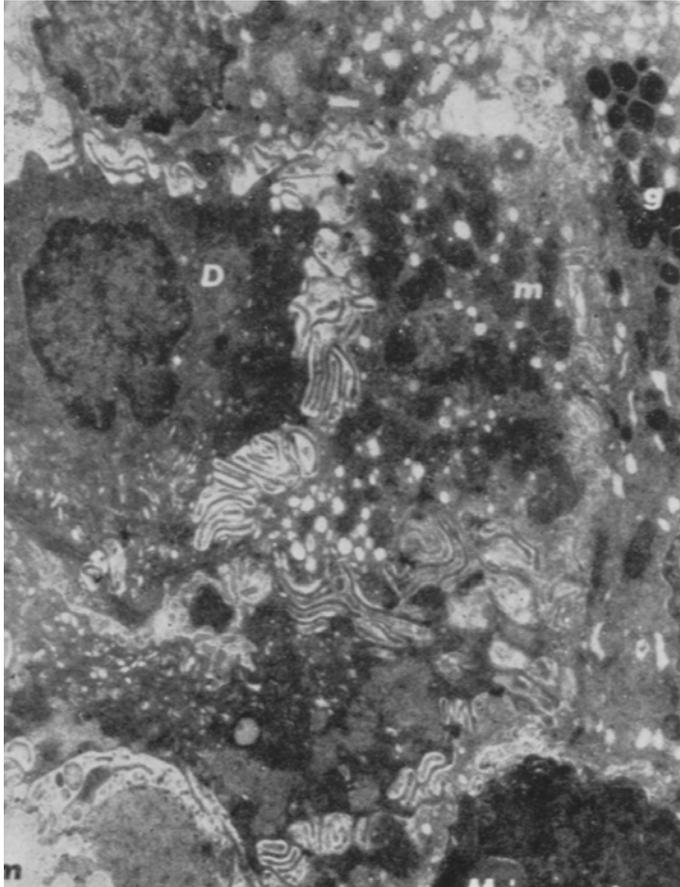
Se ha demostrado en el sudor termal una glucoproteína neutra no dializable; la fuente de esta glucoproteína es probablemente los granos púrpura. Pero no conocemos el por qué de la presencia o la significación de estos granos. Hay evidencia de que el material granular puede obstruir el poro y está involucrado en la producción de la miliaria. De todas maneras, estas células oscuras no están envueltas en la secreción de la sal y agua del sudor. Durante el proceso de fatiga, cuando las glándulas sudoríparas dejan de funcionar, las células pálidas grandes se hacen pequeñas y parecen desaparecer. Sin embargo, las células oscuras pequeñas no sufren cambios. Se requiere todavía mucho trabajo para conocer exactamente la razón de la presencia y función de estas células oscuras pequeñas y sus productos. Las

excelentes microfotografías electrónicas del doctor Hashimoto nos muestran claramente la diferencia entre estas dos células.



(DIAPOSITIVA N° 11): Notar: la membrana basal, la luz, las células mioepiteliales (M), las células grandes secretorias del sudor que aparecen oscuras con el microscopio electrónico, notar también las células pequeñas que contienen gránulos.

(DIAPOSITIVA Nº 12) : Esta es otra sección a bajo aumento; de nuevo se nota la membrana basal (BM), las células miopiteliales (M), la luz y los gránulos en las células pequeñas (m, g). Observar las células grandes (ahora oscuras) (D), las cuales segregan el sudor. Observar también los abundantes canalículos alrededor de estas células, los cuales conducen el sudor hacia la luz en la porción secretoria.



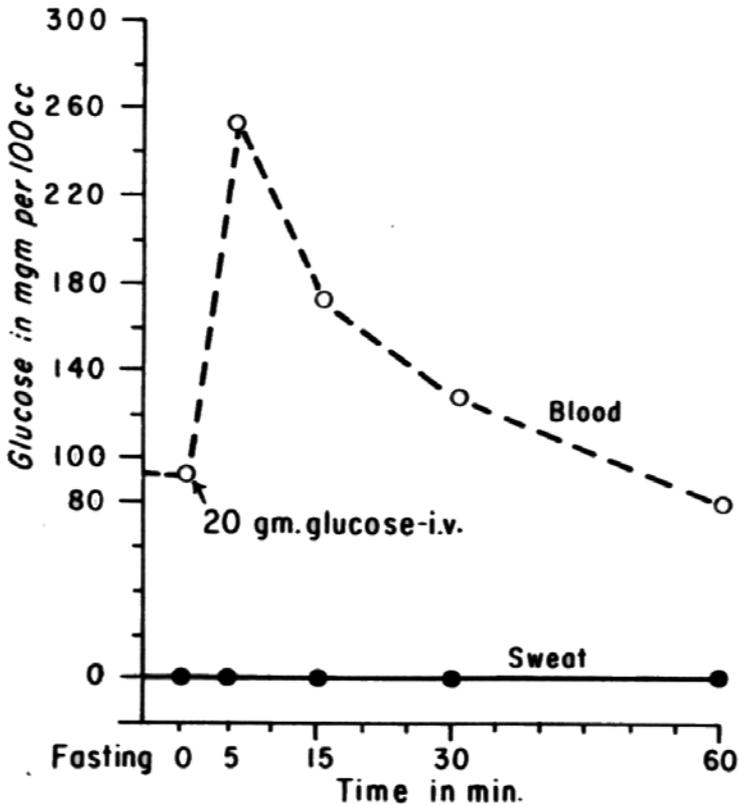
No hay tiempo para discutir todos los aspectos del control central de la sudoración, la temperatura necesaria en la sangre para enviar el estímulo desde el hipotálamo hacia los nervios autónomos colinérgicos para estimular la glándula sudorípara; no hay tiempo de

revelar parte de la masiva información acumulada por los fisiólogos en el estudio de la relación de la temperatura central (coretemperature), contracción muscular, trabajo, ambiente, etc., que en este sistema hay sobre esto estudios ya clásicos. Es interesante notar que estos estudios han sido rara vez correlacionados con la estructura de la glándula sudorípara. Como ustedes han visto, los he traído a la célula misma, la cual debe cumplir el trabajo de secreción sudoral, aquí es donde todo el proceso se verifica y es aquí donde permaneceremos por el resto de la discusión.

Ahora debemos hacer otra pregunta: ¿Verifica la glándula sudorípara la producción del sudor por filtración como lo hace el glomérulo renal o por un proceso de secreción selectiva? Al presente hay una fuerte evidencia aunque indirecta de que el líquido producido por las células secretorias es una secreción activa y no una filtración pasiva. En otras palabras, las células secretorias grandes pálidas transportan activamente el sodio hacia la luz de la porción secretoria. A pesar de que hay muchos puntos evidentes que soportan este hecho, los argumentos más fuertes en favor de una secreción activa son los siguientes:

Collins y Sargent han demostrado que hay producción del sudor aún en presencia de una oclusión arterial completa. La filtración no podría ocurrir bajo estas condiciones.

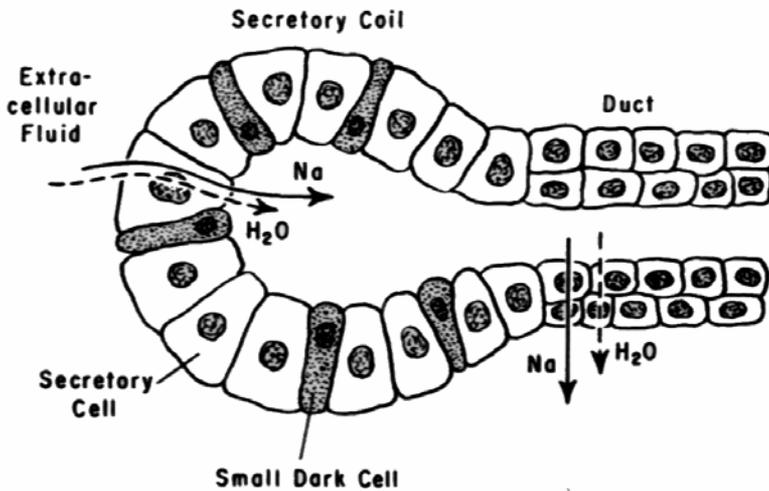
GLUCOSE



(DIAPOSITIVA N° 13) : La glucosa no se encuentra presente en el sudor aun en presencia de hiperglicemia. Podemos ver que el nivel de glucosa en la sangre alcanzó a 260 miligramos por 100 cc, pero no apareció glucosa en el sudor. Ahora bien, si la glucosa no aparece en el sudor debemos asumir que el conducto sudoríparo tiene una capacidad ilimitada para reabsorber glucosa, lo cual es poco probable, o bien que la glucosa no es filtrada por las células secretoras. Esta última presunción es posiblemente la más verdadera. Por lo tanto, se cree que el sudor está producido por un proceso activo de secreción.

(DIAPOSITIVA N° 14): Este diagrama indica el mecanismo de la secreción del sodio. A la izquierda está representada la espiral secretoria con sus células pálidas grandes. La flecha sólida indica el sodio que está siendo segregado activamente por las células secretorias hacia la luz de la espiral secretoria. La flecha en puntos representa el agua que sigue pasivamente al sodio. El conducto sudoríparo con dos capas está representado a la derecha. Aquí de nuevo la flecha só-

ECCRINE SWEAT GLAND MECHANISM OF SODIUM SECRETION



lida indica la reabsorción del sodio de la luz del conducto por las células ductales. La flecha en puntos indica una cantidad limitada de agua que sigue al sodio y que puede ser reabsorbida por el conducto. Ahora, si el sodio (y en beneficio de la simplicidad nosotros hablaremos de sodio y sal en el sudor intercambiamente) llega a la luz de la espiral secretoria por secreción, la concentración del sodio debe ser por lo menos isotónica respecto al líquido extracelular, es decir, que debe ser de la misma concentración, no puede ser hipotónico, es decir, que no puede ser más diluido que el líquido extracelular porque el agua sólo, sigue al sodio pasivamente.

De esta manera, la dilución del sudor dentro de la luz de la porción secretoria debe ser isotónica con respecto al líquido extracelular. Esto es evidente porque la cantidad de agua que acompaña al sodio segregado debe ser igual o menor que la concentración de agua del líquido extracelular. Para lograr un líquido hipotónico en este punto, se requeriría el transporte de agua contra un gradiente de concentración; pero, como hemos dicho anteriormente, esto no puede ocurrir.

Sin embargo, la concentración del sudor que es conducido a la superficie de la piel es casi siempre más diluido que los fluidos corporales extracelulares (por lo tanto, es casi siempre hipotónico). Para que el sudor llegue a hipotónico, el sodio debe ser removido, es decir, que debe ser reabsorbido por el conducto y más sodio que agua debe ser reabsorbido. Así podemos nosotros asumir que el conducto es parcialmente permeable, pero no libremente permeable al agua. Anteriormente, había mencionado alguna evidencia que prueba este hecho. El sudor así llega a ser más diluido en el conducto a medida que progresa hacia la superficie.

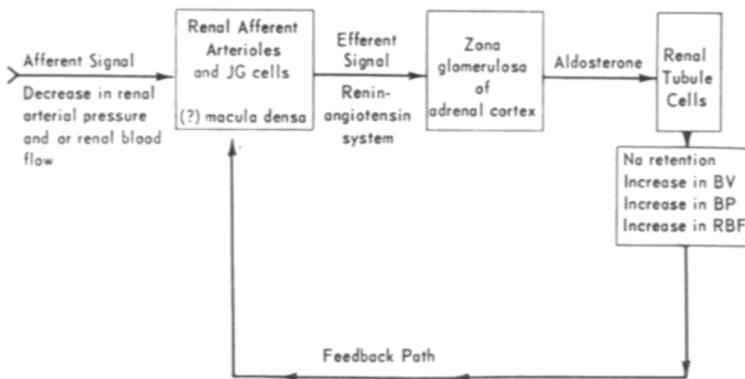
Para entender cómo ocurre tal reabsorción selectiva del sodio, debemos revisar por un momento algunos de los hechos establecidos referente al metabolismo del agua y sal. Entonces aplicaremos estos hechos a las glándulas sudoríparas. Recordemos que para ser lo más eficientemente posible la glándula sudorípara debe depositar en la superficie de la piel un sudor tan diluido como sea posible. La glándula sudorípara debe conservar sodio de manera de aclimatar el hombre a un medio caliente.

El doctor Jerome Conn, el cual ha trabajado mucho en este problema, afirma que "la aclimatación al calor es una frase usada para denotar el proceso de adaptación que ocurre en el hombre, expuesto a un medio más caliente que al cual está acostumbrado; cuando se ha completado resulta en un notable aumento de la capacidad para vivir y trabajar en calor sin síntomas desagradables. Este proceso requiere diez o veinte días para ser completado y los resultados finales son dramáticos. Mientras que si en el primer día de la exposición al calor el sujeto normal trata de realizar un trabajo dado puede llegar a un colapso, con una temperatura rectal alta y un colapso vascular periférico; si el mismo individuo ha sido expuesto al calor por seis o siete días con un trabajo ligero, entonces hace sus tareas fácilmente sin dificultades cardio-vasculares y con una temperatura rectal mucho más baja".

". .. Ahora es posible explicar los resultados de la aclimatación al

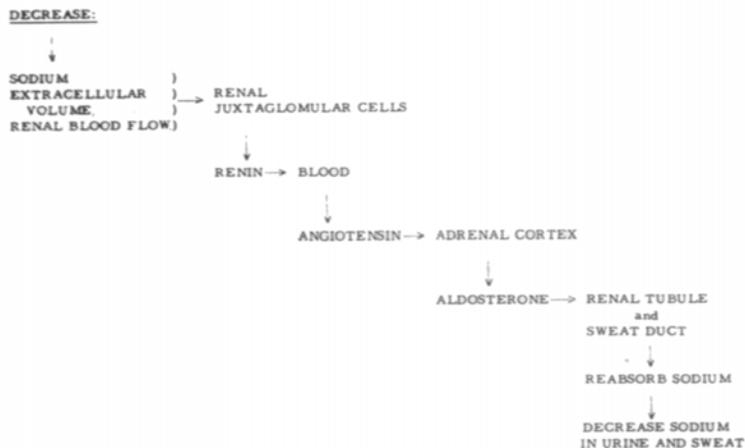
calor casi completamente en base del aumento de producción y actividad de aldosterona".

Antes de ir más adelante, recordaremos los conceptos corrientes sobre el control de la secreción de aldosterona (Diapositiva N° 15). Este es un diagrama de un artículo del doctor Davis.



La señal aferente es una disminución de la presión arterial renal y/o del flujo de la corriente sanguínea renal y, también, cualquiera de las situaciones que puedan conducir a aquellas. Esta señal estimula las células yuxtglomerulares (j. g. células) del riñón a producir una señal referente, la cual conduce a la producción de angiotensina por el sistema renina-angiotensina. Esta señal eferente actúa en la zona glomerular de la corteza adrenal para producir aldosterona, la cual a su turno actúa sobre las células tubulares renales para retener sodio y aumentar el volumen sanguíneo, la presión de sangre y el flujo sanguíneo renal. La retroacción actúa sobre las células j. g. para detener la señal.

(DIAPOSITIVA N° 16). Aplicaremos esto a nuestro problema. Aquí encontramos un diagrama simplificado del mismo sistema que incluye la glándula sudorípara. Una disminución del sodio (perdido en el sudor) ayuda a promover una disminución del volumen extracelular y disminuir a su vez el flujo renal sanguíneo. Esto señala a las células yuxttaglomerulares que promueven la secreción de la renina. La renina actúa sobre el angiotensiógeno en la sangre para producir angiotensina. La angiotensina estimula la corteza adrenal para producir aldosterona. La aldosterona actúa sobre el túbulo renal, el conducto sudoríparo para reabsorber el sodio. Esto determina



una disminución del sodio en la orina y el sudor. Ahora con esta información leeremos la discusión del doctor Conn respecto a la aclimatación del hombre al calor.

"Al iniciarse la exposición al calor con un trabajo moderado y un promedio corriente de ingesta de sodio, ocurre la contracción del volumen del líquido y plasma extracelulares debido a la gran cantidad de sal perdida en el sudor. Además, una gran cantidad de la proporción normal del volumen intravascular es dirigido hacia la piel. Esto determina una disminución del flujo renal (el aparato yuxttaglomerular es uno de los receptores de regulación del volumen vascular) y el aumento de la aldosterona segregada es estimulada a través del sis-

tema renina-angiotensina. Debido a la disminución del promedio de filtración glomerular o aumento de la actividad de aldosterona, o ambos, hay una caída del sodio urinario. La reducción de la concentración del cloruro de sodio en el sudor se evidencia de 12 a 24 horas más tarde... "

"Estas glándulas sudoríparas son capaces de disminuir la pérdida de sal de la piel a menos de un 5 por ciento de la pérdida original; por lo tanto, pueden conservar más del 95 por ciento de la pérdida del Na" ...

"El riñón puede escapar de la progresiva retención del sodio a pesar de un aumento de la actividad aldosterona, pero la capacidad de responder de la glándula sudorípara ecrina persiste mientras que ocurre la sudoración por lo menos varias veces a la semana". . .

"Parece razonable el creer que una de las funciones mayores de la aldosterona es su papel indispensable en determinar un ajuste cutáneo, renal y cardiovascular, el cual es necesario para la supervivencia del hombre en los climas cálidos". . .

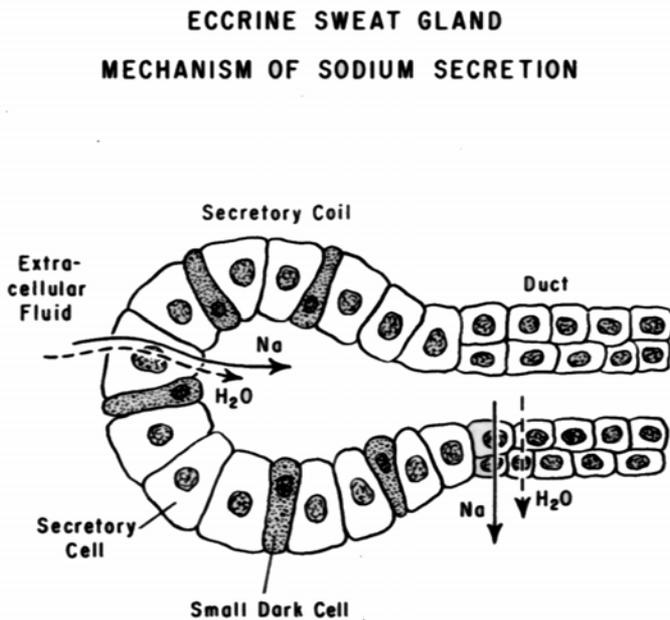
Actualmente toda evidencia indica que el sitio de acción de la aldosterona es en el conducto de la glándula sudorípara ecrina.

(DIAPOSITIVA N° 17) : Mostraremos de nuevo el diagrama "Mecanismo de la Secreción del Sodio" por la glándula sudorípara. Recordar que hacia la parte izquierda están representadas las células secretoras pálidas grandes en el espiral. La flecha sólida indica que el sodio es segregado activamente por las células secretoras en la luz del espiral sudoríparo. La flecha en puntos representa la difusión pasiva del agua que sigue al sodio. Recordar aquí que el sudor es siempre por lo menos isotónico. El conducto sudoríparo con dos capas está representado a la derecha. La flecha sólida indica la reabsorción del sodio desde la luz del conducto por las células ductales. La flecha en puntos indica el agua en cantidad limitada que sigue al sodio puede ser reabsorbida por el conducto. La aldosterona entonces actúa sobre estas células en el conducto.

El doctor Dobson ha puesto a prueba este sistema de varias maneras: muy brevemente diremos algo sobre esto:

1) Pregunta: ¿Podría otro corticoide mineral, además de la aldosterona, afectar este sistema de la misma manera?

Respuesta: Sí. Cuando se administra el 9-alpha-fluoro-hidrocortisona-acetato a hombres sanos, la concentración del sodio segregado por las células secretoras no es afectado, pero aumenta la reabsorción del sodio en el conducto.



2) Pregunta: ¿Podría la administración de aldosterona aclimatar artificialmente el hombre al calor? Respuesta: Sí. Pero no es aconsejable porque resultaría en una posible atrofia cortical, la cual demoraría la aclimatización natural siguiente, y pondría en peligro la salud y aún la supervivencia del individuo durante el *stress* por el calor.

3) Conocemos que el diurético espironolactona, bloquea el efecto de la aldosterona. Pregunta: ¿Qué efecto tiene la espirono-

lactona sobre la glándula sudorípara? Respuesta: Retarda la aclimatación. La espirolactona no afectó la secreción del sodio por las células secretoras, pero sí disminuyó la tona de reabsorción del sodio por el conducto, demorando así la aclimatación.

4) En el túbulo renal la reabsorción del agua se aumenta por la hormona antidiurética (ADH) y la secreción del ADH puede ser suprimida por el etanol.

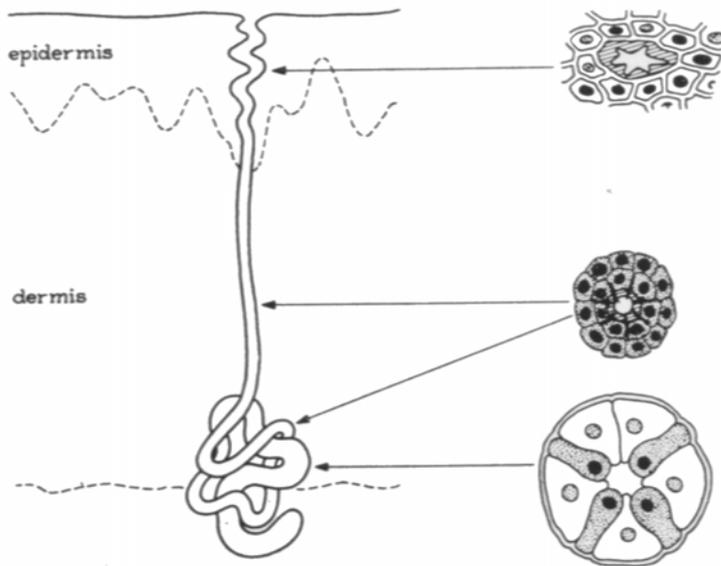
Pregunta: ¿Afectan estas sustancias la glándula sudorípara, es decir, afectan la reabsorción del agua por el conducto? Respuesta: No. Ni el ADH ni el etanol alteran la tonicidad del sudor, la tasa de sudoración, la concentración del sodio segregado por las células secretorias; tampoco la tasa de reabsorción de sodio o aguas por el conducto. En otras palabras, el sistema ADH no tiene efectos sobre la glándula sudorípara.

5) Se acostumbra aumentar la ingesta de sal en climas cálidos para prevenir la postración por el calor. Pero es necesario una disminución del sodio corporal para el aumento de la secreción de aldosterona en la aclimatización al calor. Pregunta: ¿Produce el tomar sal una demora en la aclimatación? Respuesta: Sí. En hombres jóvenes normales la ingesta alta de sal por una semana antes de la exposición al calor y al trabajo disminuye y previene la aclimatación de la glándula sudorípara al calor; es decir, que aunque la concentración del sodio producido por las células secretorias siempre fue isotónica, la reabsorción por el conducto siempre fue reducida y la aclimatación no ocurrió.

6) Veamos el problema de otra manera; el sodio bajo en el organismo estimula la secreción de aldosterona y así se produce la aclimatación. Pregunta: ¿Podría una ingesta baja de sal antes de la exposición al calor preaclimatar el individuo al calor? Respuesta: Sí, aunque las células secretorias producen solución isotónica en las espirales secretorias, una dieta baja de sal por una semana antes de la exposición al calor y trabajo duplica la cantidad de sodio reabsorbido por el conducto sudoríparo. Esta respuesta del conducto sudoríparo fue aparente desde el primer día de la sudoración y continuó sin cambios. Así podemos decir que si hombres se mantienen con una dieta baja de sal antes de la exposición a un clima cálido, estarán parcialmente aclimatados. Hay muchas preguntas más. Estas han sido hechas por el doctor Dobson y su grupo como por otros, pero no todas han sido respondidas. Por ejemplo, ¿cuál es el promedio normal para la glándula sudorípara respecto a la secreción o conservación del sodio? ¿Hay diferencia entre hombres y mujeres, entre niños y

adultos? ¿Hay variaciones en las mujeres en la menarquía, menstruación o menopausia? ¿Qué pasa con el sistema aldosterona-glándula sudorípara en los problemas médicos conocidos asociados con anomalías del metabolismo de la sal y agua y con las funciones corticoadrenales, problemas como la hipertensión, insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal, enfermedades crónicas del pulmón, fibrosis quística y otras más? ¿Podría en estos casos la glándula sudorípara ayudar al diagnóstico? Podría la tasa de secreción del sodio en el sudor usarse como índice de aumento o disminución de la producción de aldosterona? Todas estas preguntas están siendo hechas y las respuestas no tardarán en ser obtenidas.

(DIAPPOSITIVA N° 18): Concluiremos con este breve sumario diciendo que el propósito de la glándula sudorípara ecrina humana de la superficie general del cuerpo es suministrar agua a la superficie de la piel para que se produzca pérdida del calor por evaporación, manteniendo así la piel fría y conservar la temperatura normal del cuerpo.



The sweat gland with cross sections of the three main parts

Las células pálidas grandes de la espiral secretoria transportan activamente el Na y son permeables al agua. Esto resulta en una solución salina isotónica con respecto al líquido extracelular. Las células de la porción ductal profunda y la porción en espiral reabsorben el sodio y una cantidad limitada de agua, produciendo así un sudor en la superficie el cual es hipotónico respecto al líquido corporal. Esta reabsorción del sodio es aumentado por la aldosterona.

Aunque conocemos todo esto, hay muchísimo más que no conocemos. No conocemos las funciones de la célula oscura pequeña, a pesar de que conocemos que segrega gránulos de proteína mucopolisacáridos, los cuales pueden ser encontrados sobre el conducto y el poro. Aunque conocemos que el conducto reabsorbe sodio, no conocemos cómo las células hacen esto. No conocemos si ambas capas de células son activas en el proceso. Conocemos que la célula basal del conducto es la célula madre de la luz del conducto y que la célula de la luz es una célula adulta terminal. No comprendemos todavía muy bien la porción epidérmica del conducto sudoríparo, tampoco su poro en la capa córnea. Conocemos ahora cómo se regenera cuando es destruida o enferma. Conocemos que puede ser envuelta en mayor o menor grado en procesos patológicos conocidos de la epidermis, pero no sabemos por qué. No conocemos si juega algún papel positivo en la producción del sudor.

Si se hace una lista de todos los hechos que hemos aprendido sobre la glándula sudorípara ecrina humana en los últimos veinticinco años, deberíamos estar satisfechos. Pero si hacemos otra lista de todos los hechos que debemos aprender sobre ella, es evidente que solo hemos comenzado bien en el camino de un conocimiento futuro.