

Fisiología General de los Epitelios

(Capítulo para un libro de Fisiología General.)

POR EL DR. FERNANDO OCARANZA

Cuando el criterio de los histólogos, era puramente morfológico fué natural que fundaran la clasificación de los epitelios de acuerdo con la forma de las células consideradas aisladamente, de las relaciones que tuvieran entre sí, o de las que pudieran existir entre los tejidos epiteliales y los tejidos sub-yacentes. De ahí los nombres de epitelios simples o compuestos y de epitelios pavimentosos y estratificados.

En obras modernas, de autores eminentes, aparte de la morfología y las relaciones de unas células epiteliales con las demás y con los otros tejidos, se toma en cuenta la estructura citológica, y hasta la composición química, con el fin, seguramente, de buscar una clasificación más natural y de acuerdo completo con los hechos. Cajal, por ejemplo, hace una primera distribución en *epitelios de células aplanadas o anchas, epitelios de células prismáticas o alargadas y epitelios de células cúbicas o cortas*. En el primer grupo, van los de una sola capa o *endotelios* y los de varias capas o *epitelios tegumentarios*; en el segundo los que llevan *chapa*, como el *epitelio intestinal, los caliciformes, que son secretorios, los de melanina o pigmentarios* y los de *pestañas vibrátiles*; el tercero abarca por completo a los *epitelios glandulares*.

En la obra de Stohr, figura el criterio morfológico como base de la ordenación descriptiva y hasta es natural que suceda así, porque dicho punto de vista se presta admirablemente para analizar todos los detalles anatómicos y citológicos del tejido epitelial.

El autor a quien acabamos de hacer referencia, divide a los epitelios en *monoestratificados* (de células cúbicas, planas, cilíndricas o prismáticas) y *poliestratificados* (de células planas o prismáticas).

Bulliard y Champy concentran las diversas formas epiteliales en *prismáticas y pavimentosas* y los epitelios en *simples y estratificados*.

Retterer no se preocupa, a lo que parece, por establecer una clasificación precisa de los epitelios y si menciona tales o cuales formas clásicas es tan sólo con el fin de presentar ejemplos.

Faure, pone en juego dos criterios con el fin de precisar la clasificación de los epitelios. El primero se refiere a las dimensiones relativas de cada célula y el segundo al aspecto de la superficie libre de los propios epitelios. De acuerdo con estos puntos de vista obtiene dos maneras de clasificar:

Primera:

- | | | | |
|---|---|--------------------|---|
| I.—Célula isodiametral..... | { | <i>poliedrica</i> | • |
| | | <i>cúbica</i> | |
| II.— „ más ancha que alta..... | | <i>pavimentosa</i> | |
| III.— „ como la precedente: | | | |
| pero en la cual el citoplasma está reducido a una película muy delgada..... | | <i>endotelial</i> | |
| IV.—Célula más ancha que alta..... | | <i>prismática</i> | |

La segunda se refiere, tan sólo, a las células prismáticas y permite formar los grupos siguientes:

- | | |
|--|--|
| I.—Superficie desnuda..... | <i>Célula desnuda</i> |
| II.—Superficie provista de una chapa..... | <i>Célula con chapa</i> |
| III.—Superficie con una chapa estriada..... | <i>Célula con chapa estriada</i> |
| IV.—Superficie provista de una chapa más gruesa y con estrías más separadas..... | <i>Célula con cepillo</i> |
| V.—Superficie provista de pestañas..... | <i>Células con pestañas vibrátiles</i> |
| VI.—Superficie deprimida en forma de cápsula llena de moco..... | <i>Célula caliciforme</i> |

La clasificación de Jordan es más complicada todavía, ya que las dos grandes clases de epitelios simples y estratificados comprenden géneros, especies y variedades diversas.

Policard, uno de los histólogos que han impulsado más la tendencia dinámica de la ciencia que cultiva, funda la sencilla clasificación que propone, en hechos funcionales y de allí que divida a los epitelios en dos grandes clases: *epitelios de revestimiento* y los *epitelios glandulares*. El mismo

autor indica que su sistema no es absoluto, pues suele suceder que los epitelios de revestimiento tengan propiedades glandulares aparte de que existen todos los intermedios entre ambos.

Nos parece que esta clasificación con todo y ser funcional no abarca todos los casos, y de ahí que en nuestro curso de Fisiología General hayamos dividido a los epitelios en los grupos siguientes, ateniéndonos tan sólo al punto de vista fisiológico; 1º *epitelios de protección*; 2º *epitelios de secreción*; 3º *epitelios de absorción* y 4º *epitelios con apéndices móviles o de pestañas vibrátiles*. Esta clasificación fisiológica no impide una correspondencia morfológica necesaria, aunque sí sugiere la necesidad de que los epitelios de absorción, por ejemplo, se extiendan en un solo estrato, mientras los de protección puedan estar distribuidos en varias capas y que los glandulares en caso de ser compuestos, deban adaptarse a una disposición tal, que no dificulte la excreción de los productos elaborados por las células secretantes. Debemos advertir, así mismo, que ciertos detalles de estructura citológica corresponden a la función de cada especie celular, como tendremos oportunidad de demostrar adelante.

1º—**EPITELIOS DE PROTECCION.** Los tipos que podríamos presentar, de esta especie, serían por ejemplo el epitelio cutáneo y el que reviste la mucosa de las cavidades accesibles, como la bucal. El epitelio cutáneo por su misma estructura ayuda a mantener la firmeza de la piel; por la dureza de su capa superficial queratinizada se opone hasta cierto punto a la acción de los agentes vulnerantes, como es obstáculo, así mismo, para la absorción fácil de sustancias nocivas por la misma piel.

En las encías, el epitelio liso, unido, sigue los mismos lineamientos que el tejido firme subyacente y las aptitudes de absorción de la mayor parte del epitelio bucal, con excepción del que tapiza la cara inferior de la lengua y el piso de la boca, son tan escasas que se necesita una permanencia prolongada de las sustancias solubles para que puedan pasar por ahí al medio interno.

Los epitelios de protección tienen el carácter importante de su renovación continua, lo cual indica que su vida es limitada.

Su punto de partida se encuentra por lo regular, en elementos indiferenciados o poco diferenciados que se multiplican constantemente, y como se trata de epitelios estratificados, los elementos germinativos ocupan la capa más profunda necesariamente. Las células comienzan ahí mismo su evolución, la cual se lleva a cabo con rapidez variable; pero a medida que alcanza las capas superficiales comienzan a degenerar y al fin, mueren y caen, para ceder su lugar a las que vienen en camino hacia la superficie; mas antes de que esto suceda, las células envejecidas son las que desempe-

son más eficazmente el papel protector en vista de que la degeneración que sufren, es la queratinizante, lo cual las conduce a la forma especial que se llama *célula córnea*. (Fig. 1).

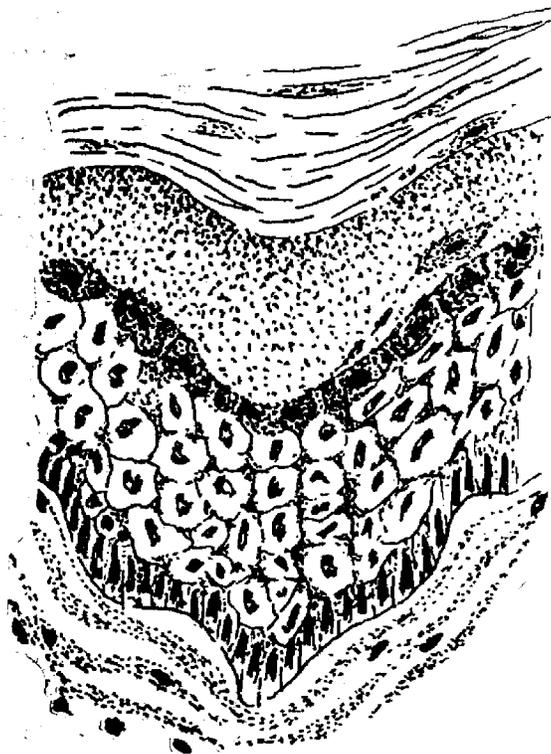


Fig. 1.—Corte de la piel de planta de un pie de un hombre adulto.

tituir al primero. Otro tanto sucede con el tejido epitelial en caso de que disminuya la actividad del conjuntivo.

No es de nuestro resorte hacer referencias acerca de la forma y dimensiones de la célula epitelial tegumentaria; pero sí, acerca de su estructura y de la manera como realizan su multiplicación, ya que ambas cosas pueden ayudar nos en la resolución de los puntos funcionales los cuales son nuestro objetivo precisamente.

Lo que caracteriza a los epitelios tegumentarios es su rigidez, la cual parece incontestable a todos los autores, quienes no están de acuerdo en su

Los epitelios de protección que pertenecen a la especie tegumentaria, tienen relaciones muy estrechas con el tejido sobre el cual descansan. Entre los dos, existe una membrana llamada *basal* o *vítrea* que se adhiere íntimamente, por una parte a las células de la primera capa epitelial o *capa profunda* y por otra parte a los diversos elementos que constituyen el tejido conjuntivo. Los epitelios tegumentarios jamás contienen vasos sanguíneos y su nutrición les viene de los jugos contenidos en el tejido conjuntivo subyacente.

Debemos hacer notar que existe un equilibrio completo entre los epitelios tegumentarios y los tejidos conjuntivos, de tal manera, que si disminuye la actividad de los primeros, aumenta la del tejido conjuntivo en los sitios correspondientes, tendiendo a subs-

explicación. Para unos se debe a la existencia de fibrillas intracelulares, las llamadas *tonofibrillas* que forman una especie de esqueleto celular. Para otros, la rigidez depende de un fenómeno de turgencia determinado por la gran hidrofilia del protoplasma epitelial tegumentario. Piensa Policard, que ambas explicaciones pueden ser verdaderas ya sea porque coexisten las fibrillas intracelulares con una constitución físico-química especial del protoplasma, o porque una u otra circunstancia determine la rigidez aisladamente.

Los epitelios tegumentarios tienen una gran tendencia a la multiplicación la cual se efectúa por cariocinesis comunmente; mas debemos advertir que dicha actividad está en relación con el estado del tejido conjuntivo subyacente, en el concepto que a mayor abundancia de jugos nutritivos en el corion o por virtud de una actividad circulatoria más grande, mayor será, así mismo, la actividad reproductora de los epitelios; sin embargo, algunos hechos demuestran que fuera de las anteriores circunstancias y como resultado de un mecanismo o de una acción desconocida, el corion maneja la multiplicación epitelial, aumentándola o disminuyéndola en circunstancias que no han podido definirse con claridad.

Se han logrado cultivos con las células epiteliales de protección en líquidos apropiados (líquidos de Ringer-Locke y de Tyrode), oxigenados y a temperatura óptima constante y mejor aún si al líquido de cultivo se agregan extractos de embriones. Esto ha permitido estudiar las propiedades interesantes de dichos epitelios. La primera es su movilidad la cual se realiza sobre cuerpos resistentes y permite a la célula extenderse en superficie tanto como le es posible. El caso se observa con toda claridad en las células de la cara anterior de la córnea.

La segunda propiedad se refiere a la gran capacidad que tienen dichas células epiteliales para digerir la fibrina, lo cual les aproxima funcionalmente a los leucocitos polinucleares.

Otro aspecto de los epitelios de protección encontramos en las células que tapizan los tubos de Bellini (fig. 2), parte final del aparato microscópico de secreción y de excreción renales. Es un epitelio sencillo de células prismáticas que se apoyan sobre una membrana basal uniforme y re-

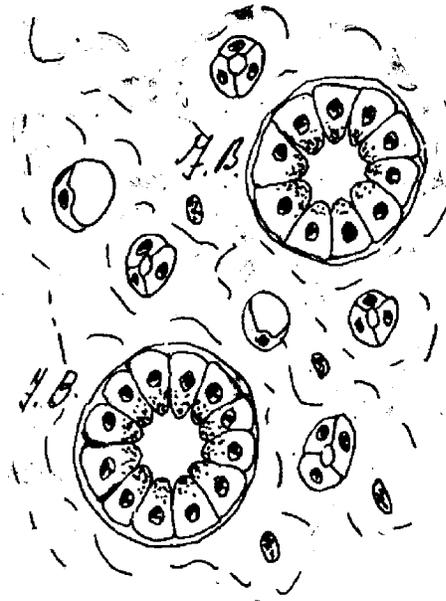


Fig. 2.—Tubos de Bellini (t.b.)

sistente. No se encuentra en ellos detalles citológicos tales como bastoncillos, cutícula o vacuolas; si acaso, un condrioma rudimentario; pero en cambio, en el vértice celular, que es precisamente la parte que vé hacia la luz del tubo, el protoplasma se ha condensado, tal como si opusiera una barrera infranqueable a la reabsorción de la orina que debe pasar por los tubos de Bellini después de haber recorrido, modificándose su constitución, el tubo contorneado, el canal delgado y el segmento de Seidel-Schweiger, en los cuales se realizan actos de secreción y quizá de reabsorción de agua, siendo lo último un motivo que determine la concentración de la orina.

2º—**EPITELIOS SECRETANTES O GLANDULARES.** — Estos epitelios se apoyan sobre una membrana propia o sobre un esqueleto de tejido conjuntivo; y en ocasiones, limitan la luz de pequeñas cavidades o canales que desembocan en el tegumento externo o en las grandes cavidades naturales; otras veces forman masas sistematizadas en forma de esferas huecas o llenas, de cordones o redes que no tienen canal alguno por donde pasen al exterior o hacia las cavidades naturales los productos que elaboran; pero en cambio, el gran eje celular se orienta hacia los capilares que en ocasiones parecen perder su misma capa endotelial o hacia los *senos vasculares* o hacia cavidades cerradas, más o menos grandes, que regularmente contienen una *substancia coloide* (tiroide, hipófisis).

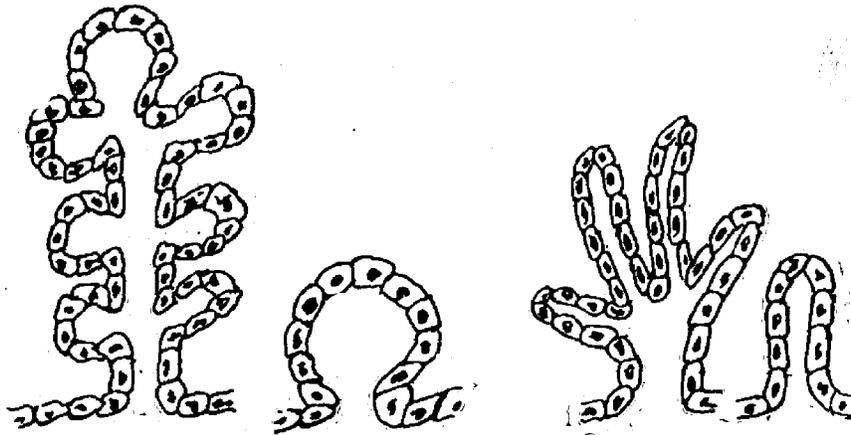


Fig. 3.—Esquema de tipos diversos de glándulas de secreción externa.

La primera modalidad corresponde a las *glándulas de secreción externa* (fig. 3) o *exocrinas* y la segunda a las de *secreción interna* o *endocrinas*;

(fig. 4) comprendiéndose muy bien que en este segundo caso los productos elaborados por los epitelios secretantes tendrán que pasar necesariamente al medio interno (sangre y linfa) el cual los transportará hacia distancias y órganos variables.

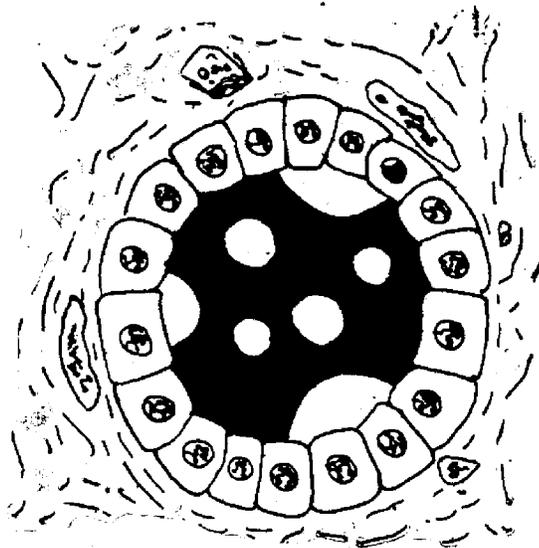


Fig. 4.—Dibujo esquemático de una glándula de secreción interna (tiroide).

Las células principales de las glándulas de secreción externa son prismáticas o cúbicas, mientras las accesorias son más a menudo elípticas o fusiformes y su eje mayor perpendicular al de las principales.

Las células de las glándulas de secreción interna son cúbicas y este es uno de los hechos histológicos que sirve para distinguirlas.

El punto de vista funcional, permite aún, dividir a los epitelios secretantes en dos grupos: el primero es de las células mucosas o que segregan moco y el segundo, el de las que segregan sustancias protéicas o células serosas. Cada especie celular caracteriza a las que se llaman glándulas serosas (fig. 5) y glándulas mucosas (fig. 6).

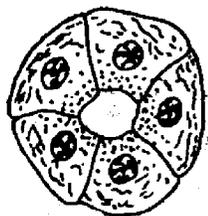


Fig. 5.—Esquema de glándula serosa (corte transversal).

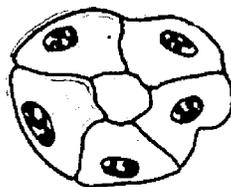


Fig. 6.—Dibujo esquemático de glándulas mucosas (corte transversal).

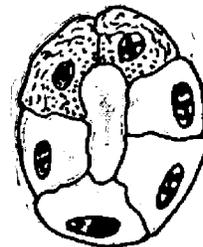


Fig. 7.—Dibujo esquemático de una glándula mixta (corte transversal).

Aparte de las que presentan exclusivamente el carácter de mucosas serosas, hay algunas que participan de los dos y éstas son las glándulas mixtas (fig. 7).

Para resolver el punto relativo a la función íntima de los epitelios glandulares podemos atenernos a dos clases de observaciones, la que corresponde a la morfología celular en los diversos momentos de la secreción y la relativa a los distintos fenómenos químicos y físicos que van sucediéndose, y que el observador puede denotar con relativa facilidad.

Observando atentamente los cambios morfológicos se anotará lo siguiente, tomando como punto de partida el momento que sigue inmediatamente a la excreción celular: el protoplasma ha recobrado su refringencia habitual y el núcleo, completamente redondo, ocupa la parte central de la célula, en cuya base se ven algunos condriocentos diseminados (fig. 8. a.) cuyo número y longitud aumenta momentos después (fig. 8. b.); más tarde, el condrioma avanza hasta más allá del núcleo y los condriocentos se transforman en *condriomitos* (fig. 8. c.); los cuales, al fin y al cabo, parece

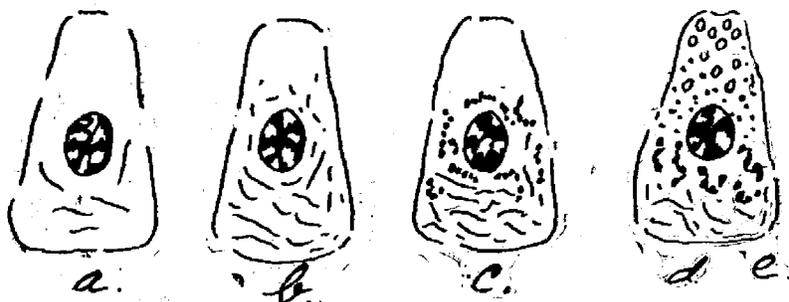


Fig. 8.—Diversos aspectos del epitelio secretante durante la elaboración química

que se resuelven en *mitocondrias* (fig. 8. d.) y en seguida, es cuando aparecen las granulaciones de *zimógeno*, las *vacuolas* o las *enclavas*, cerca del vértice celular (fig. 8. e.), por donde habrán de vaciarse hacia el tubo de excretor. Ateniéndonos a la serie de hechos morfológicos, nos parece indudable el papel que desempeñan las mitocondrias en la formación de las enclavas, las cuales deben contener los productos por excretar, y aun, en la constitución misma de las granulaciones zimógenas. Tal parece como si el condrioma fuera transformándose sucesivamente hasta convertirse en gránulos de zimógeno y enclavas; pero esto es adelantar demasiado, y tan sólo podremos afirmar, que de todos los organitos celulares, corresponde al condrioma la función más visible en el acto de la secreción

Entre las modificaciones físicas y químicas anotemos en primer término el aumento de las oxidaciones, lo cual es indudable, en vista de que durante la elaboración secretoria crece el consumo de oxígeno en las glándulas, así como el desprendimiento del anhídrido carbónico. Hay además,

un llamado de agua más intenso hacia la masa protoplásmica, el cual se explica por un aumento en su tensión osmótica, causado por la sobrecarga de sustancias elaboradas en la propia célula. A la vez, varía la permeabilidad de las membranas celulares. Es indudable que durante el período de elaboración, la porción basal y la porción apical se mantienen impermeables, en una situación, tal como indica la figura 9; pero cuando ha terminado el trabajo formador del protoplasma o su labor de simple separación de sustancias solubles en la sangre, las cuales se concentran en la masa protoplásmica, la membrana se vuelve permeable tanto en la región basal como en la apical, permitiendo por la primera, en ambos casos, el paso de agua y por la segunda el del agua con las sustancias cris-

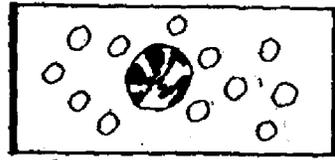


Fig. 9.—Durante la elaboración, son impermeables las paredes basal y apical del epitelio secretante (esquema de Policard).



Fig. 10.—Las partes apical y basal del epitelio secretante aparecen permeables al agua (esquema de Policard).

taloides en el segundo (fig. 10), y del agua con cuerpos coloides disueltos o suspendidos, en el primero (fig. 11). Junto con el aumento de la permeabilidad de la membrana, se observa la disminución de la tensión superficial del protoplasma, lo cual determina su hinchamiento y la tendencia a extenderse hacia la porción apical, lo que puede causar la ruptura de la membrana, como se observa por ejemplo, en la glándula mamaria y hasta la misma evacuación del protoplasma con restos nucleares y sustancias elaboradas como acontece en las glándulas sebáceas.

Mas todos estos actos no pueden realizarse si a la vez no intervienen la circulación, el sistema nervioso y los cambios en la composición química de la sangre, o sea, en otros términos, las influencias humorales.

La circulación se activa por vasodilatación glandular durante todo el período de elaboración, lo cual es motivo para que trasude la serosidad, pase a los espacios linfáticos y de ahí proporcione el agua que ha de atravesar los epitelios secretantes desde su base hasta su vértice arrastrando los productos elaborados.



Fig. 11.—La cara basal es permeable al agua y la apical a los coloides (esquema de Policard).

El sistema nervioso desempeña diversas acciones sobre la glándula, como las de *vaso-dilatación*, *vaso-constricción*, *excitación directa* sobre la célula secretante o modificación en la cantidad y calidad de las substancias que ha de producir (*acción trófica*).

Los cambios de composición química de la sangre se refieren a lo siguiente: substancias como la atropina y la pilocarpina moderan o exaltan la secreción por la influencia que tiene sobre el sistema nervioso órgano-vegetativo; la urea y la secretina pancreática, por ejemplo, obran directamente sobre el epitelio secretante del riñón y de los «accini» pancreáticos respectivamente.

Digamos ahora, cómo desempeñan especialmente su función, las células glandulares mucosas y las serosas.

Entre las primeras, existen dos tipos, las llamadas *caliciformes*, en vista de sus rasgos generales característicos, y cuya parte apical se rompe para dar paso al producto elaborado y las *mucosas* simples en las cuales se observa la ruptura del vértice celular.

La producción del moco en las caliciformes corresponde a una serie de fases morfológicas: al principio el protoplasma está claro y el núcleo ocupa la parte central de la célula. Observando con atención se verá, que el protoplasma está reticulado entre el núcleo y el vértice celular, y entre las mallas de la red aparecen las primeras granulaciones transparentes de *mucinógeno* que aumentan poco a poco, hinchando la célula, arrojan el núcleo hacia la base, deformándose después, hasta que roto el vértice celular, el moco pasa a las cavidades naturales del organismo y la célula se rehace para emprender una nueva elaboración secretoria.

El moco o «*mucus*» contiene una elevada proporción de *mucinas*, clasificadas en el grupo de los glucoproteidos, en vista de que llevan en su molécula un azúcar animado, la *glucosamina*, la cual tiene poder reductor; aparte, el moco contiene *ácido mucoítico-sulfúrico*, de gran parentesco químico con el ácido condroitino-sulfúrico que se encuentra en los cartílagos.

El moco desempeña en el organismo pequeñas funciones muy interesantes basadas en sus propiedades fundamentales: la viscosidad y la coalescencia. Por medio de ellas, protege a los epitelios, ayuda a reunir las partículas alimenticias que han de constituir el bolo alimenticio, contribuye a la formación del bolo fecal y reúne y concentra bacterias que en cantidad prodigiosa pululan en el intestino, eliminándolas así, junto con el bolo fecal. Todos estos actos intestinales se realizan mejor con la ayuda de la *mucínasa*, fermento que determina la coagulación de las mucinas. Por lo demás, el seno es inerte en el sentido químico-biológico, ya que su inyección subcutánea no es causa de intoxicación ni reacción humoral.

En las células serosas, denominación que según Policard debe aceptarse tan sólo como provisional, se ven los diversos aspectos mitocondriales y zimogénicos que hemos descrito a propósito de la célula secretante en general; diremos tan sólo, que por lo regular, el núcleo no abandona el centro celular, cualquiera que sea el momento de trabajo secretorio; pero sí, se deforma y se vuelve más cromático en el período de carga, (fig. 12): En ocasiones se ve, en la base de la célula, alguna formación especial que corresponde al *ergatoplasma de Ranvier* y que en el caso, depende de que los condriocontos se han tornado laminosos (fig. 13).

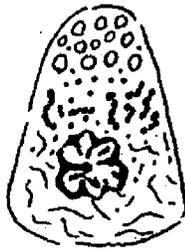


Fig. 12.—El núcleo se deforma durante el período de carga.

Las relaciones que existen entre los granos zimógenos y el poder fermentador de los jugos segregados, puede puntualizarse con el hecho siguiente: a la evacuación de los granos de zimógeno sigue un aumento en la potencia fermentadora de los jugos.

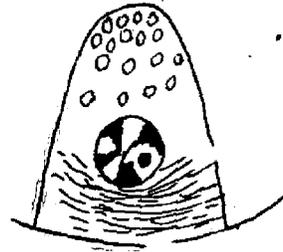


Fig. 13.—Condriocontos que dan la apariencia del «ergatoplasma» de Ranvier.

3º.—EPITELIOS DE ABSORCIÓN.—Precisando más los puntos de vista funcionales será posible establecer algu-

nas sub-divisiones en este grupo epitelial. Nos atrevemos a formar tres: *epitelios de absorción propiamente dichos, epitelios de reabsorción y epitelios de difusión.*

El primer sub-grupo comprende a los que facilitan especialmente la absorción de los líquidos; los últimos, los que permiten, con la mayor eficacia, el paso de los gases; y los segundos, a los que no oponen resistencia alguna, al camino retrógrado de los líquidos que se derraman en las cavidades serosas o que concentran por reabsorción el agua, algún humor que fué segregado en otro sitio y que ha de pasar por canales excretorios tapizados con la clase de células que llamamos de reabsorción.

Como tipo de *epitelios de absorción propiamente dichos*, tomaremos el que tapiza la mucosa del «ileón», porción del intestino delgado cuyas propiedades de absorción se conocen como eminentes. Este epitelio es cilíndrico, monoestratificado, con protoplasma granuloso y núcleo oval situado en el tercio basal de la célula; algunos autores como Sthor, consideran problemático que esté revestido por una membrana; pero todos están de acuerdo en que el vértice celular lleva un ribete finamente estriado y entera-

mente característico de la célula intestinal (fig. 14). Algunos autores han visto o creído ver, salientes alargadas, finas y de dimensiones variables que parten del ribete. Tanto estas prolongaciones celulares, como la estriación, dieron lugar a elucubraciones acerca de la manera como cumple el epitelio intestinal su propiedad absorbente. Se tomaron a las estrias como canalillos al través de los cuales habrían de pasar los líquidos absorbidos hacia el protoplasma celular y a las prolongaciones apicales, como pseudópodos que captarían pequeñas partículas sólidas de la cavidad intestinal.

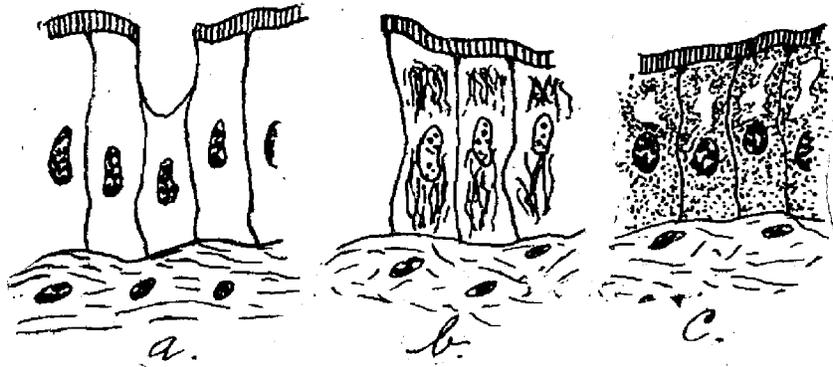


Fig. 14.—Dibujo esquemático del epitelio intestinal:
a.—teñido con medios habituales.
b.—aparato mitocondrial del epitelio intestinal.
c.—aparato vacuolar del propio epitelio.

En realidad, la estriación depende de que esta clase de chapas o ribetes se forman por la soldadura de pestañas vibrátiles muy apretadas, y en tal concepto, no existen tales canalillos; y las llamadas «prolongaciones apicales» o «pseudópodos epiteliales», no deben ser otra cosa sino artificios de la preparación, aunque Thanofer dice haberlos visto en el epitelio vivo del intestino de la rana (fig. 15).

Podríamos tomar como *epitelios de reabsorción* indiscutibles, a las células epiteliales planas (fig. 16) que cubren la superficie de las membranas serosas, si no existieran los espacios linfáticos al través de los cua-

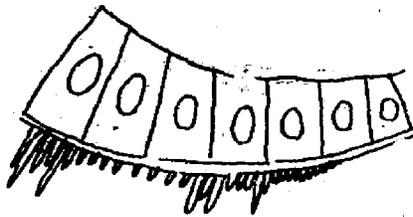


Fig. 15. Prolongaciones pseudopódicas del epitelio intestinal de la rana, según Thanhoffer.

les pueden pasar a la circulación los líquidos derramados en dichas serosas: especialmente cuando son trasudados; es decir, cuando su origen no es inflamatorio; sino mecánico puramente. Sin embargo, nada au-

toriza a pensar que la reabsorción se hace tan sólo por los espacios linfáticos, cuando puede efectuarse también, al través de células tan aplanadas como son las endoteliales. Con este respecto, no debe olvidarse que se considera a las inyecciones intraperitoneales con la misma actividad que las endovenosas. Tal es la rapidez de la absorción.

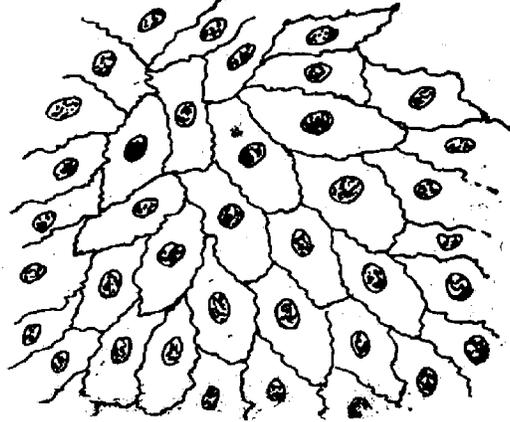


Fig. 16.—Células endoteliales.

Otro epitelio que pudiera ser de reabsorción es el que tapiza la parte del tubo urinífero, llamada «canal delgado». La secreción de la orina comienza en el glomérulo de Malpighi, continúa en el tubo contorneado; pero es muy probable que cuando llega al canal delgado, sea muy acuosa y ahí se concentre por reabsorción de agua. Si esto fuera exacto, tendríamos que volver a la teoría de Ludwig acerca de la secreción urinaria, pero debidamente precisada.

El segmento delgado del tubo urinífero, (fig. 17) corresponde a la U de la asa de Henle y su epitelio, que reposa sobre una membrana basal, tiene el aspecto de lozetas aplanadas con límites precisos, núcleos muy visibles y salientes hacia la luz de tubo; pero las mismas células están desprovistas de vacuolas, granitos, bastoncillos o de cualquier otro detalle histológico como no sean, en ocasiones gotitas grasientas o raros granitos de glucógeno.

El ejemplo más interesante que podríamos ofrecer, con respecto a los *epitelios de difusión*, corresponde al que tapiza los alveolos pulmonares y al través del cual, se realizan eficazmente los cambios gaseosos.

El epitelio del pulmón sencillo, como el de la rana, (fig. 18) está dividido en dos partes; una gruesa, en donde se acumula el protoplasma y se aloja el núcleo y otra muy delgada, reducida casi a la membrana celular, debajo de la cual circulan los capilares, disposición, que como se comprende, es muy favorable para el intercambio gaseoso que se efectúa entre la sangre y los alveolos pulmonares.

El epitelio del pulmón humano presenta dos clases de células; unas nucleadas y situadas en los espacios intercapil-



Fig. 17—Segmento delgado del tubo urinífero.

lares, y otras, anucleadas, colocadas precisamente sobre los vasos capilares (fig. 19). Las primeras son muy pequeñas y quizá muy activas en vista de los diversos papeles que desempeñan. Desde luego debemos decir que contienen algunas mitocondrias, lo cual les dá cierto carácter secretante; su división es muy activa y son capaces de regenerar amplias porciones epiteliales que pueden destruirse en el curso de padecimientos pulmonares diversos; en sus enclavas contienen colessterina, lo cual explicaría la acción antitóxica del tejido pulmonar demostrada por Roger; por último, segregan lipasas, hecho que confirma el carácter secretante que les concedimos antes. Aparte de todo lo anterior, las células endoteliales nucleadas del pulmón, desempeñan muy activamente la función fagocitaria.

Las células epiteliales anucleadas, representan una adaptación respiratoria de las nucleadas. Esta conclusión puede demostrarse teniendo en cuenta que no existen en el pulmón fetal y aparecen tan luego como se inicia la función respiratoria; por lo contrario, se transforman en células cúbicas en los sitios pulmonares en que, por cualquiera circunstancia, se nulifica la función respiratoria.

Aparte de esto, debe recordarse el hecho de que en algunos peces inferiores en los cuales el intestino se adapta a los fenómenos de la hematosis, el epitelio intestinal, tan

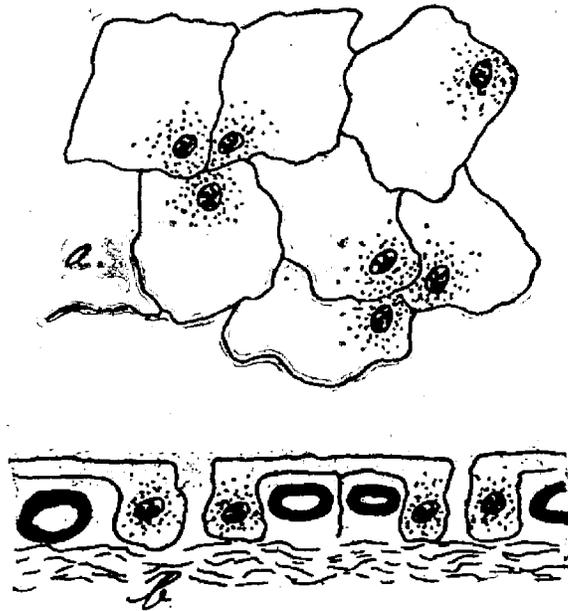


Fig. 18.—Epitelio del pulmón de la rana
a.—de frente.
b.—de perfil.

característico, se aplanan, pierden sus núcleos y se transforman en células semejantes a las placas anucleadas del pulmón. Estas células, en el hombre, aparte de perder el núcleo, pierden también la mayor parte del protoplasma y quedan reducidas a una cutícula tan delgada, que durante mucho tiempo permaneció desconocida, suponiéndose que el aire alveolar se ponía en relación inmediata con el tejido conjuntivo y con los vasos del pulmón;

pero la impregnación argéntica demostró de una manera evidente que entre los vasos y los alveolos pulmonares existe la membrana de difusión formada por el conjunto de las placas epiteliales anucleadas.

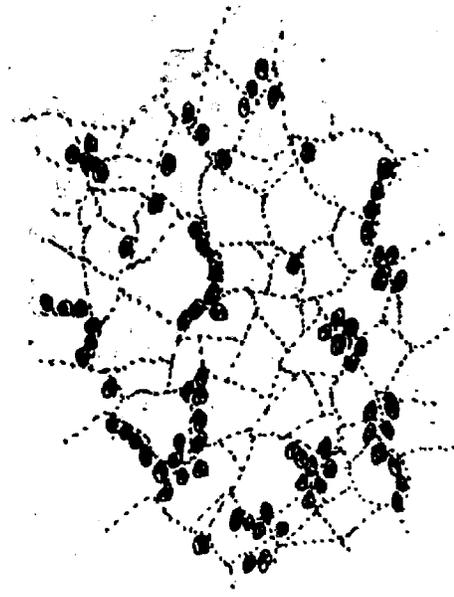


Fig. 19.—Epitelio del pulmón humano según Erben.

Los diversos movimientos de las pestañas vibrátiles pueden reducirse a cuatro:

I. — MOVIMIENTO OSCILATORIO. — Se ha comparado con el movimiento de un péndulo.

II. — MOVIMIENTO INFUNDIBULIFORME. — Corresponde al caso de que la pestaña se mueva teniendo como eje la base de implantación y describiendo con el vértice una circunferencia más o menos amplia.

III. — MOVIMIENTO EN FORMA DE GANCHO. — Este es cuando la pestaña se dobla y se extiende como un dedo que efectuase alternativamente movimientos de flexión y de extensión sobre la articulación que reúne la primera y segunda falanges.

4º—EPITELIOS VIBRATILES. — No nos engolfaremos en los diversos puntos de vista citológicos en que se han colocado los autores, con respecto al epitelio vibrátil y tan sólo tomaremos a los apéndices móviles que llevan estas clases de células como prolongaciones del protoplasma que pasan al través de una cutícula y desempeñan aunque de una manera rudimentaria el mismo papel que los pseudópodos. Debemos advertir que las células con pestañas vibrátiles, se encuentran también en las plantas y no tan sólo en los animales, y que abundan sobre todo en las especies animales inferiores. En los animales superiores existen especialmente en la tráquea, los bronquios gruesos, las fosas nasales, el útero, las trompas, etc., etc. (fig. 20).

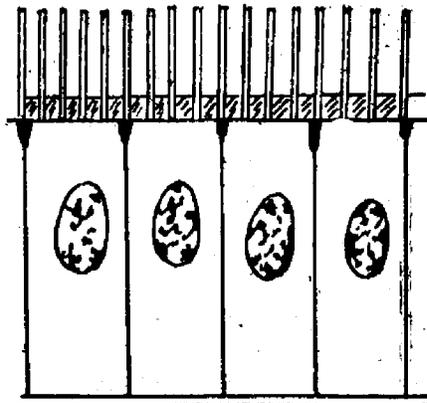


Fig. 20.—Esquema de un epitelio vibrátil.

IV.—MOVIMIENTO IRREGULAR.—Es cuando las pestañas se mueven sin dirección determinada, comparándose esta manera con el movimiento de una bandera azotada por el viento.

Lahousse resume del modo siguiente las diversas particularidades funcionales de los epitelios vibrátiles.

Debe asegurarse que si el movimiento de flexión de las pestañas vibrátiles es activo, su extensión es pasiva, determinada por la elasticidad, en el momento mismo en que cesa la causa de la flexión.

Por lo general, las pestañas de cada célula se inclinan con un ritmo regular y se compara a la ondulación de un campo de trigo rizado por el viento.

Sucede por lo común, que las pestañas de un conjunto celular, ondulan en el mismo sentido, lo cual es motivo para que pongan en movimiento cuerpecillos extraños de muy poco peso en una dirección constante, y siendo el movimiento de extensión más rápido que el de flexión, el transporte de los objetos colocados sobre las pestañas, se realiza tan sólo en el sentido de la extensión.

Las pestañas vibrátiles se mueven por término medio 6 u 8 veces por segundo y su movimiento continúa después de la muerte. En animales homeotermos puede observarse durante muchas horas; se anotan, por ejemplo, varios casos de 30 horas en hombres ejecutados; en animales heterotermos la movilidad ciliar se prolonga por varios días y puede observarse aun, en los casos en que se haya separado de la célula, su tercio apical, lo cual indica que es independiente del sistema nervioso; hecho que por otra parte puede afirmarse teniendo en cuenta que los excitantes habituales así como los inhibidores y los paralisantes del sistema nervioso no ejercitan influencia alguna sobre el movimiento ciliar; pero en cambio, los movimientos se suspenden cuando las pestañas son separadas del resto de la célula; lo mismo sucede bajo la acción del éter o del cloroformo.

La sequedad atenúa el movimiento vibrátil, mientras la humedad lo exalta. Lo mismo sucede en medios que contengan en exceso, oxígeno o anhídrido carbónico respectivamente.

Las excitaciones mecánicas ligeras activan el movimiento, lo mismo que una temperatura de 30°, arriba y abajo de la cual, disminuye grandemente, para suspenderse en definitiva hacia 40 y hacia 10 grados.

Todas las substancias químicas que modifican la composición química de las células suprimen igualmente el movimiento vibrátil; pero es digno de notarse que cuando el movimiento se suspende por motivo de la fatiga, renace en cuanto se deposita una solución alcalina muy diluída sobre la superficie celular. Por esta razón se supone que se forma en las células de pestañas vibrátiles, a semejanza de lo que acaece durante el trabajo celular, algún ácido, que sería precisamente la causa de la fatiga.

Los excitantes eléctricos aceleran el movimiento vibrátil tanto bajo la forma de corrientes inducidas como de corrientes continuas; pero en este último caso, tan sólo en el momento en que se abre o cierra el circuito.

Con el objeto de estudiar en todos los detalles el movimiento vibrátil, Engelmann, ideó un aparato que dió el nombre de «Flimmeruhr» (fig. 21). está formado por una cámara húmeda, abierta en su parte inferior y cerrada hacia arriba, que reposa sobre un soporte. Dicha cámara es de doble pared la cual permite la introducción de un líquido que ha de mantenerse

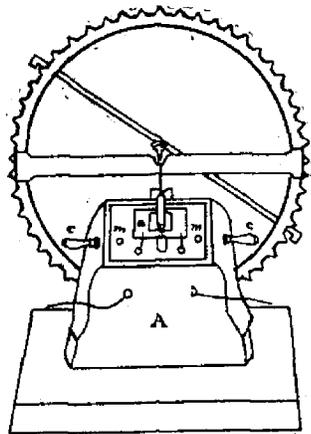


Fig. 21.—Aparato de Engelmann.

a temperatura constante. El líquido puede substituírse por un gas que penetra a la doble pared por un par de cánulas laterales (c, c.) para salir en la parte superior por dos pequeñas perforaciones (m. m.). Esto tiene por objeto estudiar la influencia que ejercitan gases diversos sobre el movimiento vibrátil. El aparato consta, así mismo, de un dispositivo para introducir y colocar en sitio adecuado un par de electrodos que permiten el estudio de la acción desempeñada por los excitantes eléctricos. Si al aparato de Engelmann se agrega un rodillo que puede girar sobre la pared superior de la cámara y cuyo eje sea, así mismo, el de una gran rueda dentada construída con un metal muy

ligero y en relación un polígrafo, se habrá obtenido un aparato de gráfica que es el «Flimmermuhle» del propio autor.

Ya se trate de la observación visual o de la inscripción gráfica, para hacer el estudio del movimiento vibrátil se desprende, por ejemplo, un colgajo de la mucosa faringea de una rama y se extiende cuidadosamente sobre una delgada lámina de corcho (a) la cual habrá de colocarse sobre la pared superior del aparato de Engelmann.

Para terminar, diremos que nuestra clasificación fisiológica de los epitelios, si está de acuerdo con los hechos, no debe tomarse en sentido absoluto, pues podrá suceder que un mismo epitelio desempeñe a la vez varias funciones; pero en este caso, una de ellas es la más importante y este es, sobre todo, el espíritu de nuestra clasificación.

Y. O. Osorio

BIBLIOGRAFIA

- STHOR.—Tratado de histología.—Salvat Eds.—Barcelona.—1924.
- RAMON Y CAJAL.—Manual de Histología normal y de técnica micrográfica.—Madrid.—1921.
- POLICARD.—Precis de Histologie Physiologique.—Paris.—1922.
- FAURE.—Travaux pratiques d'Histologie normale.—Paris.—Guitard.—1923.
- BULLIARD ET CHAMPY.—Abrégé d'Histologie.—Paris.—Masson.—1920.
- JORDAN.—A Text-book of Histology.—New York and London.—Appleton.—1921.
- RETTNER.—Eléments d'Histologie.—Paris.—Payot.—1924.
- LAHOUSSE.—Manuel de Physiologie Humaine.—Gand.—Engelcke.—1890.