

Allgemeines

Grundsätzlicher Aufbau einer Epithelzelle

Es gibt einige grundsätzliche Strukturelemente, die allen Epithelverbänden gemein sind. Diese sollen hier kurz vorgestellt werden. So ist bei allen Epithelien auffällig, dass kaum Interzellularsubstanz und keine Gefäße vorhanden sind. Außerdem besitzen alle Epithelgewebe eine Basalmembran bzw. eine Basallamina. Dies ist eine Bindegewebsschicht, die unmittelbar unter dem Epithelverband liegt und an der die Zellen durch sog. Integrine befestigt sind. Diese sind Ankerproteine, die in der basalen Zellmembran sitzen und die Zellen aus der Epithelzelle heraus in der Basallamina verankern. Die Basallamina besteht aus zwei Schichten, die man Lamina densa und Lamina rara nennt. Beide sind aber nur im Elektronenmikroskop zu sehen, während man die Basalmembran in manchen Geweben, z.B. der Hornhaut des Auges, auch lichtmikroskopisch ausmachen kann. Der Unterschied zwischen Basallamina und -membran besteht darin, dass die Basalmembran noch eine zusätzliche Schicht und zwar die sog. Lamina fibroretikularis besitzt, die aus Kollagen Typ IV besteht. Auf dieser Membran bzw. Lamina sitzen nun die Epithelzellen. Diese sind polarisiert, d.h. sie "wissen" wo oben und unten ist. Dies liegt daran, dass sich Epithelgewebe immer an äußeren und inneren Oberflächen findet, sei es als Haut an der Grenzfläche zwischen Körper und Luft, sei es im Körper als Wände von Blutadern oder in der Darmwand. Immer grenzen sie ein Milieu von einem anderen ab - als Haut die äußere Umwelt vom Körper, im Körperinneren das Bindegewebe vom Lumen, d.h. vom Raum innerhalb eines Hohlorgans. Auf jeden Fall herrschen an der einen Seite der Zelle andere Bedingungen als an der anderen. Den dem Lumen zugewandten Abschnitt der Zellmembran nennt man apikale Zellmembran, den der Basalmembran zugewandten basale Zellmembranen. Die restlichen beiden Seiten werden schlicht als laterale Zellmembranen bezeichnet. Die unterschiedlichen Membranabschnitte besitzen auch unterschiedliche Aufgaben. So muss z.B. im Darm verhindert werden, dass bestimmte Stoffe aus dem Darmraum ins Gewebe gelangen. Dies geschieht durch spezielle Verbindungen der Zellen untereinander, sog. tight junctions. Diese ermöglichen auch, dass auf der apikalen Zellmembran andere Proteine sitzen als auf anderen Teilen der Zellmembran. Aufgabe des Darmepithels ist es ja, z.B. Nährstoffe vom Darm in den Körper zu transportieren. Dafür muss es an der apikalen Oberfläche bestimmte Proteine geben, die diesen Vorgang ermöglichen. Diese Proteine darf es an den anderen Membranen aber nicht geben, da sonst die gerade an den Körper abgebenden Stoffe wieder zurück in die Zelle befördert würden. Ebenso müssen an den basolateralen Seiten Proteine dafür sorgen, dass die Nährstoffe wieder aus der Zelle heraus in den Körper gelangen. Befänden sich diese auch an der dem Darm zugewandten Seite, würden die gerade aufgenommenen Stoffe wieder an den Darm abgegeben werden und wären so für den Körper verloren. Insofern ist die Darmepithelzelle nicht nur aufgrund der unterschiedlichen Milieus an ihren beiden Enden polarisiert, sondern auch funktionell durch den Stofftransport: Der Strom der Nährstoffe läuft vom Darm durch die Zelle in das unter der Epithelschicht liegende Bindegewebe. Bei anderen Epithelzellen als denen im Darm lässt sich eine ähnliche funktionelle Polarisierung beobachten, wenn auch nicht unbedingt auf der Ebene des Stofftransports.

Oberfläche

Häufig weist die apikale Zellmembran andere Strukturmerkmale auf als die basale und laterale. Solche Strukturen sind Mikrovilli, Kinozilien, Stereozilien, Crusta und Cuticula. Unter Mikrovilli versteht man fingerförmige Fortsätze der Zellen. Diese sind unbeweglich und dienen der Oberflächenvergrößerung. Diese ist nötig, da in die Membran häufig sog. Rezeptorproteine eingelagert sind; das sind Moleküle, an die sich spezifische Stoffe anlagern können, was dann eine bestimmte Reaktion der Zelle auslöst. Auch für Kanäle für bestimmte Moleküle ist so mehr Platz, so daß die Zelle mehr dieser Stoffe aufnehmen kann. Entsprechend finden sich Mikrovilli häufig an Zellen, die Resorption betreiben, wie z.B.

Darmepithelzellen. Mikrovilli sind keine statischen Gebilde. Sie können sowohl neu gebildet werden, als auch wieder verschwinden.

Lichtmikroskopisch sind sie nur bei sehr vorsichtiger Präparationsweise darzustellen. Außerdem sind sie so klein und ist der Abstand zwischen ihnen so gering, dass sie nicht einzeln aufgelöst werden können, sondern nur als Saum an der apikalen Zellmembran erscheinen.

Als Bürstensaum bezeichnet man die Anordnung vieler Mikrovilli auf der Zelloberfläche. Die Komponenten dieser Struktur können sich wohl auch kontrahieren.

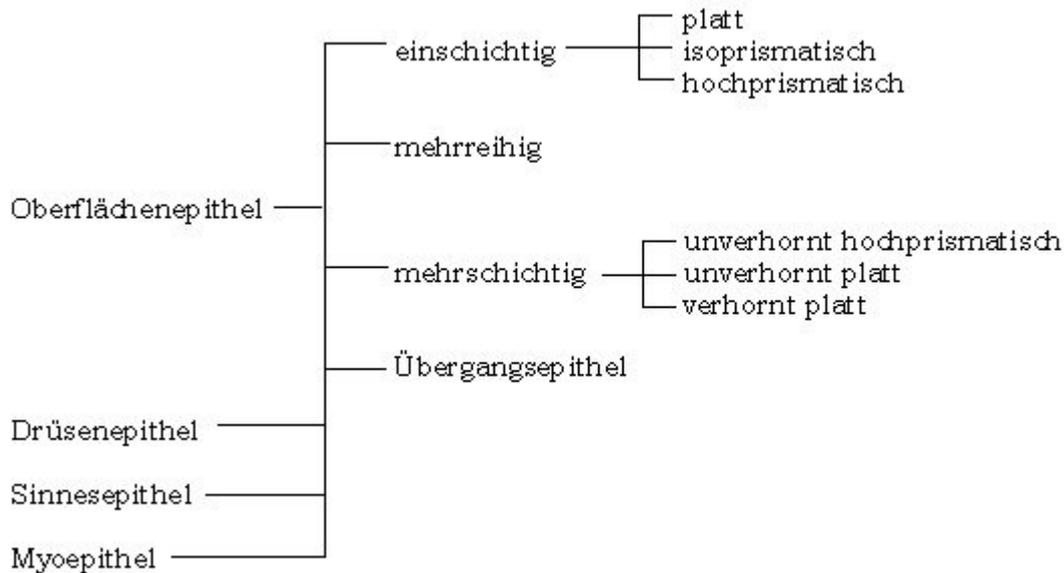
Obwohl Stereozilien ihrem Namen nach mit den Kinozilien verwandt zu sein scheinen, gehören sie funktionell zu den Mikrovilli. Ihre Funktion ist noch nicht eindeutig geklärt, allerdings vermutet man, daß sie sowohl an Sekretion als auch an Resorption beteiligt sein könnten. Wie die Mikrovilli können auch sie sich nicht bewegen. Typisch sind sie für das Nebenhodenepithel sowie für das Epithel der Bogengänge des Innenohres. Kinozilien sind auch Zellfortsätze, allerdings haben sie ganz andere Aufgaben. Sie können sich dank ihres inneren Aufbaus bewegen und zwar führen sie einen gerichteten, synchronisierten Schlag aus. Dabei bewegt sich jede Zilie ein wenig zeitversetzt zu der vorherigen. Es entsteht eine Art Wellenbewegung. Diesen Vorgang nennt man Metachronie. Durch sie wird es möglich, im Eileiter reife Eizellen, im Atmungstrakt Fremdkörper, Staub, Ruß oder Schleim zu befördern. Der Ursprung der Kinozilien liegt in der Zelle, knapp unterhalb der apikalen Membran in sog. Kinetosomen. Diese lassen sich auch lichtmikroskopisch als dunkle Linie direkt unter der Zelloberfläche beobachten. Zellen mit dieser Oberflächenstruktur bezeichnet man als Flimmerepithel. Es kommt vor allem im Atemtrakt und im Eileiter vor. Da Kinozilien viel länger und dicker sind als Mikrovilli, lassen sie sich auch problemlos lichtmikroskopisch erkennen.

Unter Crusta versteht man eine lichtmikroskopisch dunkler anfärbbare Schicht knapp unterhalb der apikalen Membran. Diese Schicht sorgt durch eingebaute kristalline Proteine für chemischen Schutz gegen aggressive Substanzen, die die Zelle schädigen könnten, z.B. die Harnsäure in der Harnblase. Eine Crusta findet man meist am Übergangsepithel, da dieses die Hohlorgane auskleidet, die solche Substanzen produzieren.

Im Gegensatz dazu steht der Begriff Cuticula für eine feste Substanz auf der Zelloberfläche, also nicht in der Zelle wie bei der Crusta. Beim Menschen kommt diese Obeblächendifferenzierung aber nur als Zahnschmelz und als Augenlinsenkapseln vor.

Einteilung

Im allgemeinen kann man die Epithelien grob nach ihrem Vorkommen in Oberflächen-, Drüsen-, Sinnes- und Muskel-(Myo-)epithel einteilen. Innerhalb dieser Unterteilung kann man die einzelnen Epithelien noch weiter aufgliedern und zwar nach der Anzahl der Zellschichten und diese wiederum nach ihrer Oberfläche und der Form ihrer obersten Zellschicht. Näheres zeigt die untenstehende Graphik.



Einschichtige Epithelien

Kennzeichen des einschichtigen Epithels ist, wie der Name nahe legt, die Tatsache, dass der Epithelverband betrachtet aus nur einer Zellschicht besteht.

Einschichtiges Plattenepithel

Einschichtiges Plattenepithel zeichnet sich dadurch aus, dass die laterale Wand wesentlich kürzer ist als die apikale und basale Wand. Sieht man auf einen Zellverband dieses Epithels, fällt auf, dass die Zellen keine regelmäßige Form besitzen, sondern jede einzelne Ausbuchtungen besitzt, die sich mit den Ausläufern anderer Zellen verzahnen (sog. polygonale Zellen). Da die einzelnen Zellen sehr flach sind, findet der Kern meist kaum Platz in ihnen und buckelt die apikale Zellmembran etwas aus.

Seine Funktion besteht vor allem in der Auskleidung des Blutgefäßsystems, wo man es dann als Endothel bezeichnet; dafür ist diese Gewebeart besonders günstig, da sie sehr flach ist und so den Volumenstrom nicht behindert. Außerdem kann sie durch eine starke Verzahnung der Zellen untereinander hohe mechanische Beanspruchung kompensieren. Da dieses Epithel auch noch für leicht diffundierende Stoffe gut durchlässig ist, bietet es sich als Auskleidung von Blutgefäßen geradezu an. Man findet einschichtiges Plattenepithel auch in den Lungenalveolen sowie als Auskleidung von Hohlräumen (seröses Epithel) und Körperhöhlen, wo man es dann als Mesothel bezeichnet.

Isoprismatisches Epithel

Beim isoprismatischen Epithel ist die laterale Wand ungefähr so groß wie die apikale, was den Zellen ein etwas würfeliges Aussehen verleiht, weshalb es auch kubisches Epithel genannt wird. Der Zellkern ist rund und liegt meist in der Mitte der Zelle. Funktionell zu bemerken ist seine Sekretions- sowie Transportleistung. Letztere beinhaltet vor allem die Beförderung von Ionen und Wasser vom Blut ins Lumen sowie im Plexus choroideus die Filtration dem Blut in Liquorräume. Ähnliche Aufgaben erfüllt dieses Epithel auch in der Niere.

Hochprismatisches Epithel

Dieses Epithel wird auch Zylinderepithel genannt, da seine laterale Wand wesentlich größer ist als die apikale Wand. Dadurch werden die Zellkerne in eine länglich-ovale Form gezwungen. Man findet dieses Epithel in der Schleimhaut des Magen-Darm-Kanals, in der Gebärmutter und in den Sammelrohren der Nieren.

Mehrrheihige Epithelien

Kennzeichen der mehrrheihigen Epithelien ist, dass alle Zellen auf der Basalmembran liegen, aber nicht alle das Lumen erreichen. Letztere stellen Ersatzzellen für abgestorbene Zellen dar. Durch die verschiedene Höhe der Zellen liegen auch die Kerne in unterschiedlichen Höhen, so dass das lichtmikroskopische Bild den Eindruck von mehreren "Kernreihen" vermittelt, was zum Namen des Epithels geführt hat. Im Endeffekt handelt es sich um eine Spezialausformung des hochprismatischen Epithels.

Als "Klassiker" für zweireihige Epithelien gilt der Nebenhoden. Generell findet man mehrrheihige Epithelien z.B. in der Nasenschleimhaut.

Mehrschichtige Epithelien

Bei mehrschichtigen Epithelien liegen mehrere Zellagen übereinander, wobei nur die unterste einer Basalmembran/-lamina aufsitzt. Es kommt vor allem an stärker beanspruchten Oberflächen vor.

Übergangsepithel

Beim Übergangsepithel fußt die oberste Schicht nicht mehr auf der Basalmembran. Insgesamt besteht dieser Gewebekomplex aus nur zwei, maximal drei Reihen. Man findet ihn an harnableitenden Wegen. In der obersten Reihe finden sich Riesenzellen, die oft mehrere Kerne enthalten und ballonförmig aussehen. Sie passen sich an den Dehnungszustand ihres Organs an. Bei starker Dehnung legen sich die oberen Zellen wie Schirme über die unteren und flachen dabei ab, während sie sonst ein eher kugeliges Aussehen haben. Dabei ist zu beachten, dass die Dehnung der unteren Zellagen nicht auf Zellverschiebung beruht, sondern darauf, dass sich bei diesem Vorgang die Membranen dieser Zellen erst "entfalten", denn tatsächlich lassen sich im ungedehnten Zustand kleine Fältchen an den Zellgrenzen beobachten, mit denen sich die Zellen verzahnen und die bei Dehnung ausgeglichen werden. Weiterhin ist die Crusta zu beobachten. Diese sorgt dafür, dass die Zellen resistent gegen Harnsäure sind. Die basale Zellschicht besteht aus iso- oder hochprismatischen Zellen und ist dafür verantwortlich, die obere Schicht zu regenerieren (Stammzellschicht). Die Zellschichten zwischen der Stammzell- und der obersten Schicht sind unregelmäßig geformt. Das Übergangsepithel kommt in den Harnwegen (Nierenbecken, Harnleiter, Harnblase) vor.

Verhorntes Plattenepithel

Verhorntes Epithel kommt in trockener Umgebung vor und bildet so die Grenzfläche zwischen Körper und Luft. Verhorntes Plattenepithel entsteht durch fortschreitende Differenzierung der Epithelzellen zur Oberfläche hin. Zuerst lagern die Zellen Keratin ein. Ist dieser Prozeß an einem bestimmten Punkt angekommen, verdichtet sich der Kern, d.h. er wird pyknotisch und löst sich schließlich auf, so daß die Zelle abstirbt. Aus diesem Prozeß resultieren verschiedene Schichten, die man auch lichtmikroskopisch unterscheiden kann: Es existiert eine basale Stammzellschicht, deren Zellen die Aufgabe haben, durch Zellteilung die oberen Zellschichten zu regenerieren; darauf findet sich eine Stratum spinosum oder auch prickly cell layer genannte Zellage, die für mechanische Stabilität sorgt (die Stachelzellform ist ein Artefakt, das durch die Präparatherstellung entsteht); darüber befindet sich das sog. Stratum granulosum oder granular cell layer, in dem das Keratin gebildet und eingelagert wird, so daß chemischer Schutz gewährleistet ist und schließlich das Stratum corneum (Hornhaut/keratinized squames), bei dem die Zellen degeneriert und abgestorben sind, dadurch aber mechanischen Schutz bieten. Stratum basale und Stratum spinosum lassen sich zum sog. Stratum germinativum zusammenfassen. Bei sehr verhornten Schichten findet man zwischen dem Stratum corneum und dem Stratum granulosum ein Stratum lucidum, das einfach auf Lichtreflexen innerhalb der mikroskopischen Abbildung beruht. Von unten nach oben hin gesehen, nimmt die Abflachung der Zellen, sowie, damit einhergehend, des Kerns, zu, bis sich letzterer schließlich auflöst.

Unverhorntes Plattenepithel

Unverhorntes Epithel kommt in feuchter Umgebung vor, so daß die Zellen keine Hornschicht zum Schutz brauchen. In diesem Epithel kann man drei Schichten unterteilen: Das Stratum basale entspricht der basalen Stammzellschicht des verhornten Epithels, ebenso das Stratum spinosum. Die oberste Zellschicht wird allerdings als Stratum superficiale bezeichnet. Im Gegensatz zum verhornten Plattenepithel enthält diese Schicht noch lebende Zellen, die sich von denen der unteren Schichten lediglich dadurch unterscheiden, daß sie sich abgeflacht haben.

Auch bei unverhornten Epithelien kann man das Stratum basale und das Stratum spinosum zusammenfassend als Stratum germinativum bezeichnen. Wichtig wäre noch anzumerken, dass, wenn sich die Bedingungen ändern, unverhorntes Epithel in verhorntes übergehen kann und andersherum. So ist es z.B. häufig bei Rauchern zu beobachten, das die obersten Schichten des Mundepithels Ansätze von Verhornung zeigen, da sich durch den Rauch das Mundmilieu so verändert, daß die Keratineinlagerung angeregt wird. Ändern sich die äußeren Verhältnisse z.B. durch Einstellen des Rauchens wieder, so wandelt sich die Hornhaut wieder in unverhorntes Plattenepithel um (Metaplasie).

Mehrschichtiges hochprismatisches Epithel

Nur die oberste Reihe dieses Gewebes besteht aus hochprismatischen Zellen, die unteren ähneln in ihrer rundlichen Form denen des Stratum basale des unverhornten und verhornten Plattenepithels, zumal ihre Aufgabe auch in einer Regeneration der oberen Schicht besteht. Mehrschichtiges hochprismatisches Epithel ist eher selten. Man findet es in der Hornhaut und am äußersten Ende der Harnröhre

