

Script
zum Kursus der
mikroskopischen Anatomie

Teil A + Teil B

Faramarz Dehghani

Präparat 1: Peritoneum, Kaninchen, Versilberung

Epithelien sind dichte Zellverbände an inneren und äußeren Körperoberflächen. Sie bilden eine mechanische Barriere und dienen der Resorption, dem Transport und der Sekretion. Der Interzellularraum (Zellzwischenraum) ist bei Epithelien besonders klein, so dass er sich häufig lichtmikroskopisch nicht darstellt. Alle Epithelien sitzen einer Basalmembran auf, die den Epithelzellverband mit dem darunter liegendem Bindegewebe verbindet. Epithelgewebe können einschichtig (einfach oder mehrreihig), oder mehrschichtig (zwei oder mehr Zellschichten) sein. Nach der Form der obersten Zellschicht unterscheidet man zwischen Plattenepithel, isoprismatischem Epithel, hochprismatischem Epithel und Übergangsepithel. Das vorliegende Präparat zeigt einschichtiges Plattenepithel in der Aufsicht. Durch Versilberung werden die Interzellularräume sichtbar und es lassen sich die einzelnen Zellen deutlich gegeneinander abgrenzen. Die Zellkerne sind teilweise als dunkle Schatten erkennbar. Bei hoher Vergrößerung werden die Zellen mit ihren Begrenzungen deutlich sichtbar. Die Zellgrenzen verlaufen nicht glatt und sind miteinander stark verzahnt. Am Präparat lässt sich eine Vorstellung von der hohen Zelldichte und dem sehr engen Interzellularraum in Epithelgeweben gewinnen. Das hier vorliegende Plattenepithel ist Teil des Bauchfelles (Peritoneum), welches als Tunica serosa die Bauchhöhle auskleidet und das Omentum majus überzieht. Es kann resorbieren und sezernieren. Das Epithel wird auch als seröse Haut (Mesothel) bezeichnet. Vergleichbare Mesothelien finden sich als Teil des Herzbeutels (Peri- und Epikard) und des Rippenfells (Pleura). Sehr flaches, einschichtiges Plattenepithel kleidet zudem Lungenalveolen sowie Blut- und Lymphgefäße aus. In den Gefäßen wird das Plattenepithel Endothel genannt.

Präparat 2:
Einschichtiges hochprismatisches Epithel, Jejunum, H.-E.

Die Zellen der obersten Zellschicht sind bei hochprismatischen (früher zylindrischen) Epithelien höher als breit und besitzen einen länglichen Kern. Auf der apikalen Seite dieser Zellen befinden sich oft mit den unbeweglichen Mikrovilli (dienen der Oberflächenvergrößerung) und beweglichen Kinozilien (dienen der Erzeugung eines Flüssigkeitsstroms) Spezialisierungen der Zelloberfläche. Bei einschichtig hochprismatischen Epithelien unterscheidet man das einreihige hochprismatische Epithel (alle Zellen erreichen die Oberfläche) vom mehrreihigen hochprismatischen Epithel (nicht alle Zellen erreichen die Oberfläche, besitzen aber alle Kontakt zur Basalmembran). Die resorbierenden hochprismatischen Epithelzellen des Darmes (Enterozyten) haben an ihrer Oberfläche dicht stehende Mikrovilli. Diese führen zu einer enormen, ca. 25-fachen Oberflächenvergrößerung. Mikrovilli sind fingerförmige Ausstülpungen der Zellmembran an der apikalen Seite von Zellen. Die einzelnen Mikrovilli haben einen Durchmesser von ca. 100 nm und sind 1-2 μm lang. Stehen Mikrovilli sehr dicht (z. B. im Epithel des Darmes) sind sie auch lichtmikroskopisch als Bürstensaum an der Zelloberfläche zu erkennen. Mikrovilli enthalten ca. 40 gebündelte, längsverlaufende Aktinfilamente (nur elektronenmikroskopisch sichtbar), die nach basal an dichten, horizontal verlaufenden Bestandteilen des Zytoskeletts, dem terminalen Netz (terminal web), verankert sind. Zwischen den Enterozyten mit ihren doppelbrechenden Bürstensäumen finden sich Schleim produzierende Becherzellen. Da die Zellen des Epithelverbands eng beieinander liegen (hohe Zelldichte!), ist der Interzellularraum lichtmikroskopisch nicht erkennbar. Die Interzellularräume werden durch Komplexe von Zellhaften abgedichtet (Schlussleistennetz), die einen parazellulären Transport verhindern. Im Elektronenmikroskop gliedert sich das Schlussleistennetz in seine Bestandteile auf: Zonula occludens, Zonula adhaerens und eine Macula adhaerens (synonym: Desmosom). Hochprismatisches Epithel kommt auch in den oberen Atemwegen vor, hier ist es allerdings zwei- bzw. mehrreihig und die apikale Oberfläche der hochprismatischen Zellen weist bewegliche Kinozilien auf.

Zeichnung:
Übersicht

*Einschichtiges hochprismatisches Epithel mit Becherzellen
Mikrovillisaum (Bürstensaum)*

Präparat 2: Jejunum als Organ, H.-E.

Das Jejunum erfüllt vorwiegend resorptive Aufgaben. Schon mit bloßem Auge sind die der Oberflächenvergrößerung der Tunica mucosa dienenden Plicae circulares (Kerckring Falten), die durch Auffaltungen der Tela submucosa entstehen zu erkennen. Die Schleimhaut weist Zotten (Villi intestinales) und Krypten auf. Nach außen (vom Lumen weg gerichtet) schließt sich an die Tela submucosa eine stark ausgeprägte Muskelschicht, die Tunica muscularis, an. Abschließend findet sich eine Tunica serosa, welche das Organ gegen die Bauchhöhle hin abgrenzt. Die Lamina epithelialis mucosae besteht aus einem einschichtigen hochprismatischen Epithel, das aus Enterozyten mit deutlich sichtbarem Bürstensaum besteht. Zwischen den Enterozyten mit den Oberflächen vergrößernden Mikrovilli liegen unregelmäßig verteilt heller erscheinende Zellen. Hierbei handelt es sich um schleimproduzierende Becherzellen, die an ihrer zum Lumen gewandten apikalen Seite keinen Bürstensaum aufweisen. In der Tiefe der Krypten erkennt man bei hoher Vergrößerung Zellen mit einem runden, basal liegenden Zellkern und einem stark rötlichen (eosinophilen) Zytoplasma, das apikal, also zum Lumen gerichtet, eine deutliche Granulierung aufweist. Diese Paneth-Körnerzellen findet man im gesamten Dünndarm, wobei ihre Anzahl vom Duodenum zum Ileum hin deutlich ansteigt. Zu erwähnen sind noch die lichtmikroskopisch nicht identifizierbaren enteroendokrinen Zellen, die vereinzelt in der Tiefe der Krypten vorkommen und elektronenmikroskopisch durch zahlreiche Vesikel an der basalen Seite der Zellen imponieren. Die Lamina muscularis mucosae, die aus wenigen Schichten glatter Muskelzellen besteht, grenzt die Tunica mucosa gegenüber der Tela submucosa ab. Im lockeren Bindegewebe der Tela submucosa sind Ganglienzellen des Plexus submucosus (Meissner-Plexus) zu finden. Plexus submucosus wird zusammen mit dem Plexus myentericus (Auerbach-Plexus) zum enterischen Nervensystem gezählt, welches autonom die Drüsenfunktion und Motorik des Darms reguliert und lediglich vom vegetativen Nervensystem moduliert wird. Die Ganglienzellen beider Plexus sind relativ groß und haben einen aufgelockerten (euchromatischen) Kern mit deutlichem Nukleolus. Die Tunica muscularis liegt abluminal der Tela submucosa auf. Die Grenze zwischen innerer Ringmuskelschicht und äußerer Längsmuskelschicht ist leicht zu erkennen. Hier finden wir die Ganglienzellen und das Nervengeflecht des Plexus myentericus (Auerbach-Plexus). Die Tunica serosa, bestehend aus der lockeren Lamina propria serosae und der Lamina epithelialis serosae, grenzt die Darmwand gegenüber der Bauchhöhle ab. Die Lamina propria serosae enthält lockeres kollagenes Bindegewebe und angeschnittene Gefäße. Die Lamina epithelialis serosae wird durch ein einschichtiges Plattenepithel (Mesothel) gebildet.

Zeichnung:
Übersicht
Zotten mit Enterozyten und Becherzellen
Krypten mit Paneth Körnerzellen
Plexus submucosus
Plexus myentericus
Tunica serosa

Präparat 3:
Mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel, Ösophagus, H.-E.

In der Übersicht zeigt sich ein rund-ovaler Querschnitt durch ein Hohlorgan mit einem sternförmigen Lumen. Das Lumen wird durch ein mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel begrenzt. Bei höherer Vergrößerung ist erkennbar, dass in den Zellschichten des Plattenepithels unterschiedlich geformte Zellen vorkommen. Es lassen sich von unten (basal) nach oben (apikal) 3 Epithelschichten unterscheiden: Stratum basale, Stratum intermedium und Stratum superficiale. Das Stratum basale erscheint dunkler als die anderen Zellschichten, da es aus relativ kleinen und dicht liegenden hochprismatischen Zellen besteht. Die Zellschicht grenzt an das unter ihr liegende lockere Bindegewebe der Schleimhaut, welches im Verdauungstrakt als Lamina propria bezeichnet wird. Elektronenmikroskopisch finden sich Hemidesmosomen an den basalen, zum Bindegewebe hin gelegenen, Plasmamembranabschnitten der Epithelzellen. Auch eine Basallamina zwischen Epithel und lockerem Bindegewebe ist vorhanden. Das Stratum intermedium wird von größeren, weitgehend polygonalen, helleren Zellen (Glykogeneinlagerung) gebildet. Im Elektronenmikroskop zeigen diese Zellen zahlreiche Desmosomen. Das Stratum superficiale wird durch abgeplattete, kernhaltige Zellen gekennzeichnet. Der Interzellularraum dazwischen kann an umschriebenen Stellen, meist in den Abschnitten zum Lumen, durch Zonulae occludentes (tight junctions, nur im Elektronenmikroskop zu erkennen) verschlossen sein.

Im Lumen können Nahrungsreste oder abgeschilferte Epithelzellen zu sehen sein.

Zeichnung:
Übersicht über die Schichtung des Organs
Mehrschichtig unverhorntes Plattenepithel mit Stratum basale, Stratum intermedium und Stratum superficiale

Präparat 3: **Ösophagus als Organ, H.-E.**

In der Übersicht zeigt sich ein rund-ovaler Querschnitt durch ein Hohlorgan mit einem sternförmigen Lumen. Der Aufbau der Wandschichten ist charakteristisch für den gesamten Magen-Darm-Trakt, vom Lumen beginnend sind zu erkennen: Tunica mucosa, Tela submucosa, Tunica muscularis und Tunica adventitia (Cave hier keine Tunica serosa, da kein Mesothel). Die Tunica mucosa setzt sich aus Lamina epithelialis, Lamina propria und Lamina muscularis mucosae zusammen. Im Oesophagus wird das Lumen durch ein mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel der Lamina epithelialis begrenzt. Die Lamina propria besteht aus lockerem Bindegewebe, die Lamina muscularis mucosae aus glatter Muskulatur. Die nach der Tunica mucosa folgende Tela submucosa (oder häufig nur "Submukosa" genannt) stellt eine Verschiebeschicht aus lockerem Bindegewebe dar. In ihr findet man Lymphozyten, Blutgefäße (Kapillaren, Venolen, Arteriolen), ein Nervengeflecht (Plexus submucosus) und die Glandulae oesophageae, die ein muköses Sekret absondern. Die Tunica muscularis des Ösophagus ist kräftig ausgebildet und beinhaltet eine innere Ringmuskelschicht und eine äußere Längsmuskelschicht. Zu beachten ist, dass bei Präparaten, die den oberen und mittleren Ösophagusabschnitten entstammen, die Tunica muscularis aus quergestreifter Skelettmuskulatur besteht oder quergestreifte Muskulatur beinhaltet, in den unteren Abschnitten des Ösophagus wird die Tunica muscularis, wie in allen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes, aus glatter Muskulatur gebildet. Anhand der Art wie die Muskelbündel in der Tunica muscularis angeschnitten sind (quer oder längs) kann festgestellt werden, ob es sich bei einem Präparat um einen Quer- oder Längsschnitt durch das Organ handelt. Im vorliegenden Querschnitt ist die innere Ringmuskelschicht längs und die äußere Längsmuskelschicht quer getroffen; im Längsschnitt verhält es sich umgekehrt. Zwischen den beiden Muskelschichten liegt der Plexus myentericus (Auerbach-Plexus) der mit dem Plexus submucosus (Meissner-Plexus) zum enterischen Nervensystem (ENS) des Magen-Darm-Traktes gehört. Die Tunica adventitia verankert die Speiseröhre in ihrer Umgebung. Sie besteht aus lockerem Bindegewebe, in ihr sind univakuoläre Fettzellen eingelagert.

Zeichnung:
Übersicht
Schichtenaufbau des Oesophagus mit
Tunica mucosa
Tela submucosa
Tunica muskularis und Tunica adventitia
Mehrschichtig unverhorntes Plattenepithel der Lamina epithelialis
Glandulae oesophageae
Plexus submucosus et myentericus

Präparat 4: Mehrschichtiges verhorntes Plattenepithel, Haut der Fingerbeere, H.-E.

Das mehrschichtig verhornte Plattenepithel lässt sich besonders gut am Präparat der Fingerbeere studieren. Von basal nach apikal (vom Bindegewebe zur äußeren Oberfläche hin) lassen sich folgende Schichten unterscheiden: Stratum basale, Stratum spinosum, Stratum granulosum, Stratum lucidum und Stratum corneum. Das mehrschichtig verhornte Plattenepithel ist mit dem darunter liegenden Bindegewebe durch Bindegewebspapillen verzahnt. Mehrschichtig verhornte Plattenepithelien kommen in Regionen vor, die starken mechanischen Belastungen und zusätzlich der Gefahr der Austrocknung ausgesetzt sind. In der untersten Epithelschicht, dem Stratum basale (Basalzellschicht) und in der Zellschicht unmittelbar darüber finden zahlreiche Mitosen für den Zellersatz statt. Zusammen werden diese beiden Schichten auch Stratum germinativum genannt. Von hier steigt eine der bei der Mitose neu entstandene Zelle als Keratinozyt zur Oberfläche des Epithelverbands auf und macht dabei eine Reifung durch, während die andere Zelle als Tochterzelle im Stratum germinativum verbleibt und sich erneut teilen kann. Die Basalzellen sitzen einer Basalmembran auf. Das Stratum spinosum ("Stachelzellschicht") enthält relativ große runde oder polygonale Zellen, die durch Desmosomen miteinander verbunden sind. Durch artifizielle Vergrößerung des Interzellularraumes (z.B. durch Schrumpfung der Zelleiber nach Entwässerung des Präparates bei der Paraffineinbettung) treten die Abschnitte der mit Desmosomen besetzten Zelloberflächen deutlich hervor. Dies erweckt den Eindruck von stachelförmigen Fortsätzen, daher der Name "Stachelzellschicht". Im Stratum granulosum beginnt die Verhornung der Keratinozyten. Die Zellen sind deutlich anhand der eingelagerten basophilen Keratohyalin granula zu erkennen. In dieser Schicht findet man die letzten noch lebenden Zellen des epithelialen Verbands. Die Zellen weisen eine flache Morphologie auf, wodurch das Epithel als mehrschichtig und platt definiert wird. Das Stratum lucidum schließt sich dem Stratum granulosum an. Seine leuchtend rote Anfärbung (Eosinophilie) grenzt es vom Stratum granulosum deutlich ab. Ein Stratum lucidum ist bei starker Verhornung des Epithels gut zu erkennen. (wie in der Leistenhaut der Finger- und Zehenbeere). Bei schwacher Verhornung (z.B. in der Felderhaut der Achselhöhle) kann dieses Schicht schwer oder nicht zu identifizieren sein. Die oberflächlichste Schicht, das Stratum corneum, ist eine Schicht aus verhornten, abgestorbenen Zellen, die keinen Zellkern besitzen.

Zeichnung:
Schichten des mehrschichtig verhornten Plattenepithels
Stratum basale
Stratum spinosum
Stratum granulosum
Stratum lucidum
Stratum corneum