

Stand: 04. 11. 2019

Kursus der mikroskopischen Anatomie

Teil I: Gewebelehre

für die Studiengänge

Humanmedizin, Zahnmedizin und Molekulare Medizin

an der Universität Göttingen



Zentrum Anatomie

Universitätsmedizin Göttingen

Einführung

Ziel dieses **ersten Teilkurses** der mikroskopischen Anatomie ist es, durch mikroskopische Untersuchung von Schnittpräparaten den dreidimensionalen Aufbau und die Funktionsweise der **Gewebe** des menschlichen Körpers zu verstehen. Das Verständnis von Aufbau und Funktion der Zelle (Zytologie) und Vorkenntnisse der Gewebelehre (allgemeine Histologie) werden vorausgesetzt. Vor Beginn jedes Kurstages muss anhand der empfohlenen Lehrbücher (s. Vorlesung und Aushang) das einschlägige Wissen aufgefrischt werden. Die dem Kurs vorgeschaltete Vorlesung liefert zu beiden Themenfeldern passgenaue Informationen; dagegen ist die Vorstellung der mikroskopischen Präparate im Kurs kein Ersatz für die sorgfältige Vorbereitung: Im Kurs werden vorwiegend praktische Hinweise zum Auffinden von Strukturen gegeben und häufig auftretende Missverständnisse angesprochen.

Wesentliche Hilfsmittel für das Erkennen von Strukturen und für das Training des dreidimensionalen Vorstellungsvermögens sind eine einfache, beschriftete Bleistiftzeichnung. „Einfach“ bedeutet in diesem Zusammenhang:

- (1) Erkannte Strukturen – auch wenn bei starker Vergrößerung nur als winzige Details zu sehen – **groß** und im richtigen **Größenverhältnis** zeichnen.
- (2) Nur **wenige** Beispiele von erkannten Strukturen (z.B. Zellkernen) zeichnen.
- (3) **Konturen** sind wichtig; die Färbung muss nicht nachgeahmt werden.

Ebenmäßige, "schöne" Linien sind nicht erforderlich, künstlerisches Zeichnen ist beim Zeichenprotokoll ausdrücklich nicht gefragt.

Eine gute Übung ist das Zeichnen zweier benachbarter unterschiedlich großer Zellkerne bei starker Vergrößerung (Objektiv 40x); dabei sollte auch auf verschiedene Schärfenebenen innerhalb desselben, meist 10µm dicken Schnittes fokussiert werden. **Schematische** Zeichnungen mit gleichförmigen, sich regelmäßig wiederholenden Linien sind nur in Lehrbüchern hilfreich; sie eignen sich nicht als Protokoll vom Erkennen einer natürlichen Struktur und werden im Zeichenprotokoll **ggf. nicht akzeptiert**.

In Analogie zu den bildgebenden Verfahren in der klinischen Medizin ist das mikroskopische Bild zweidimensional und erfordert die Beachtung von Nachbarschnitten; erst dadurch entsteht ein dreidimensionales Bild, in dem die Funktionen eines Gewebes verständlich werden.

Allgemeine Verhaltensregeln im Histologiesaal

Die histologischen Präparate, Mikroskope, Bildmappen und Computer des Histologiesaales sind empfindlich und in der Wiederbeschaffung teuer und aufwendig; einige der mikroskopischen Präparate sind in der angebotenen Form und Qualität kaum zu ersetzen. Wir bitten deshalb alle Kursteilnehmer, mit den Präparaten und den Geräten im Interesse aller Mitbenutzer pfleglich umzugehen. Bei Verlust oder Beschädigung von Präparaten müssen wir eine Kostenbeteiligung von 5 Euro je Präparat erheben. Damit ein Verlust zugeordnet werden kann, müssen die Kursteilnehmer zu Beginn jedes Kurstages "ihren" Präparatekasten auf Vollständigkeit überprüfen. Die unsachgemäße Behandlung der mikroskopischen Präparate kann zum Ausschluss von der weiteren Teilnahme am Kurs führen.

Ausrüstung

Folgende Ausrüstung ist während des Kurses erforderlich und sollte bei Kursbeginn bereitgehalten werden:

1. Weicher Bleistift.
2. Weißes unliniertes Papier DIN A4. Die Bögen müssen nach dem letzten Kurstag zusammengeheftet und bei der mündlichen Prüfung auf Nachfrage vorgelegt werden.

Lernziele

Als wesentliche Lernziele des Kurses sind definiert:

- die kursiv gedruckten Strukturen der mikroskopischen Anatomie sicher im Präparat auffinden zu können,
- die Funktionsweise der genannten Strukturen mit ihrem mikroskopischen Aufbau in Beziehung setzen zu können.

Schreibweisen und Abkürzungen in diesem Skript

- *Kursiv* gedruckt sind die wesentlichen Lernziele des Kurses (s.u.)
 - EM: Elektronenmikroskopie. Siehe Ausdrücke in DinA4-Format in der Bildmappe
 - HE: Hämatoxylin-Eosin-Färbung
 - VM: Virtuelle Mikroskopie der Universität des Saarlandes (<http://www.mikroskopie-uds.de>), auf den Rechnern im Histologiesaal und im Lehrcluster installiert.
-

Kurstag 1: Epithelgewebe I (Deckepithelien)

[Ausgabe der Schrankschlüssel]

- **Einschichtiges Epithel** Präparat 62 Niere (Ratte, HE)
Zeichenprotokoll 1.1: Isoprismatisches Epithel (in proximalem oder distalem Tubulus der Nierenrinde)
Zeichenprotokoll 1.2: Plattenepithel (in Intermediärtubulus oder Kapillare des Nierenmarks)
Markieren: Zellkern (Hetero-, Euchromatin), Zellgrenzen (wenn sichtbar), Position der Basalmembran

- **Einschichtiges hochprismatisches Epithel** Präparat 56 Gallenblase (Trichrom)
EM-Bild 15
Keine Zeichnung
Beachte: Epithelhöhe, Zellkern, Zellgrenzen?, Höhe der Mikrovilli, Position der Basalmembran

- **Mehrreihiges hochprismatisches Epithel mit Kinozilien** Präparat 25 Trachea (Schwein, HE)
Präparat 66 Tuba uterina (Kaninchen,
Semidünn, Toluidin-Blau)
EM-Bild 9
Zeichenprotokoll 1.3: Epithelschicht der Schleimhaut der Trachea
Markieren: Zellkerne (unterschiedliche Formen!), Kinozilien, Reihe der Basalkörperchen, Basalmembran

- **Zweireihiges hochprismatisches Epithel mit Stereozilien** Präparat 76 Nebenhoden (Mensch, HE)
Keine Zeichnung
Beachte: Epithelschicht der Schleimhaut, Zellkerne, Stereozilien, apikale Interzellularkontakte sind manchmal sichtbar

- **Mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel** Präparat 39 Ösophagus (Schwein, HE)
Keine Zeichnung
Beachte: Stratum basale, intermedium, superficiale; jeweils mit typischer Zellkernform, Position der Basalmembran

- **Mehrschichtiges verhorntes Plattenepithel** Präparat 97 Fingerbeere (Mensch, HE)
Zeichenprotokoll 1.4: Epithelschicht (Epidermis)
Markieren: Stratum basale, Str. spinosum, Str. granulosum (Keratohyalinkörperchen), Str. lucidum (falls vorhanden), Str. corneum, Position der Basalmembran

Notizen:

Kurstag 2: Epithelgewebe II (Deckepithelien, Drüsenepithelien)

- Übergangsepithel (Urothel)

Präparat 64 Harnblase (Meerschweinchen, HE)
EM-Bild 20

Zeichenprotokoll 2.1: Epithelschicht der Schleimhaut

Markieren: Deckzellen, Crusta, Position der Basalmembran

Exokrine Drüsen

- Becherzellen (einzelne intraepitheliale Drüsenzellen)

Präparat 46 Duodenum (Schwein, Trichrom)
EM-Bild 15

Zeichenprotokoll 2.2: Enterozyten, Becherzellen

Markieren: Zellkern und Mikrovilli eines Enterozyten, Zellkern einer Becherzelle

- Tubulöse Drüse

Präparat 50 Colon (Mensch, HE)

Keine Zeichnung

Beachte: reagenzglasförmige Drüse, Sekret, Zellkern, Position der Basalmembran, (Lamina propria)

- Tubuloazinöse Drüse

Präparat 37 Gl. submandibularis (Schwein, HE)

Zeichenprotokoll 2.3: Seröses und muköses Endstück

Markieren: Lage und Form der Zellkerne, Position der Basalmembran

Beachte: Streifenstück (=intralobulärer Ausführungsgang), interlobuläre Ausführungsgänge

- Alveoläres Drüsenendstück, ekkrine und apokrine Sekretion

VM* Gl. mammaria laktierend (HE / Azan)

Keine Zeichnung

Beachte: Alveoläres Endstück mit Inhalt, Epithel mit apokriner (Fette) und ekkriner (Proteine) Sekretion

- Mehrschichtige alveoläre Drüse, holokrine Sekretion

Präparat 96 Talgdrüse, Kopfhaut (Mensch, HE)

Zeichenprotokoll 2.4: Talgdrüse

Markieren: Basale Zellschicht, lumennahe Zellschichten mit pyknotischen Zellkernen, Talg

Endokrine Drüsen

Präparat 57 Pankreas (Schwein, HE)

Keine Zeichnung

Beachte: Drüsenzellen, Kapillaren

Notizen:

Kurstag 3: Gameten und embryonale Gewebe, Bindegewebe

Keimepithel und Meiose

- Stütz- und Keimzellen der Samenkanälchen

Präparat 75 Hoden (Mensch, Trichrom)

Zeichenprotokoll 3.1: schmales Segment aus einem quer angeschnittenen Samenkanälchen

Markieren: Zellkerne von Sertoli-Zellen, Spermatogonien, Prophasestadien der Spermatozyten I, Spermatischen, (Spermien), Position der Tight junctions (Blut-Hoden-Schranke)

Beachte: Spermatogonien (A,B - dunkel, hell), 2n2c, Mitose; Meiose: Spermatozyten I, 2n4c; Spermatozyten II - selten, großer heller Kern, 1n2c; Spermatischen 1n1c; Spermatogenese; Spermiogenese

- Stütz- und Keimzellen der Ovarialfollikel

Präparat 65 Ovar (Affe, HE)

Zeichenprotokoll 3.2: zwei (im Diktyotän arretierte) Oozyten in verschiedenen Follikeln

Markieren: Oozyt mit Zellkern, Nucleolus und ggf. Zona pellucida; Follikel epithel als Plattenepithel oder kubisches Epithel (einschichtig bzw. mehrschichtig), Position der Basalmembran

Embryonale Frühentwicklung

- Blastozyste mit Zona pellucida

EM-Bild 22 Blastozyste, x 1500

Keine Zeichnung

Beachte: Größenverhältnisse von Nucleolus, Zellkern und Zytoplasma; Unterschiede zwischen polarem und muralem Trophoblast; Embryoblast

- Keimblätter (früh)

Präparat 45 Gastrulation (Schwein, semidünn, Richardson)

Zeichenprotokoll 3.3: Primitivrinne mit Epithelio-mesenchymaler Transition (EMT)

Markieren: Epiblast, „Flaschenzellen“, Mesoderm (Mesenchym), Hypoblast,

- Keimblätter (fortgeschritten)

Präparat 44 Neurulastadium (Huhn, HE)

Zeichenprotokoll 3.4 (ggf. in Hausarbeit am Präparat „Embryo (Huhn)“ des Virtuellen Mikroskopes): Embryo, transversal

Markieren: Neuralrohr, Chorda dorsalis (Notochord), Aorta, Dermomyotom, Sklerotom, Somato- und Splanchnopleura, Zölom, Wolff-Gang, Nephrene, Endoderm, Mesenchym

Bindegewebe

- Gallertiges Bindegewebe

Präparat 3 Nabelschnur (Mensch, HE)

Keine Zeichnung

Beachte: Fibrozyten, wenige Kollagenfasern, ungeformte extrazelluläre Matrix

Notizen:

Kurstag 4: Binde- und Stützgewebe

- **Fibrozyten Zellkultur** Präparat 100 Kultur (Mensch, Giemsa)
Beachte: Zellkern, Zytoplasma, Zellfortsätze

- **Lockerer Bindegewebe** Präparat 52 Appendix vermif. (Mensch, HE)
Zeichenprotokoll 4.1: Fibrozyten, freie Zellen und dünne Kollagenfasern

- **Straffes geflechtartiges Bindegewebe** Präparat 98 Haut (Mensch, HE)
Keine Zeichnung
Beachte: Dichte Kollagenfaserbündel, wenige und weit auseinanderliegende Fibrozyten

- **Straffes parallelfaseriges Bindegewebe** Präparat 2 Sehne, längs (Schwein, HE)
Zeichenprotokoll 4.2: Fibrozyten, Faserbündel, Peritendineum internum [ggf. externum=Epitendineum]

- **Retikuläres Bindegewebe** Präparat 11 Milz, gespült (Mensch, HE)
Zeichenprotokoll 4.3: Retikulumzellen mit lockerem Zellkern und Nukleolus, Lymphozyten

- **Fettgewebe, univakuolär** Präparat 91 Gefäß-Nerven-Strang (Ratte, Trichrom)
Keine Zeichnung
Beachte: Fettläppchen, Adipozyt, randständiger Kern (wenn im Schnitt vorhanden), eine große Vakuole

- **Fettgewebe, plurivakuolär** VM* Fettgewebe (Mensch, Masson-Goldner)
Keine Zeichnung
Beachte: Adipozyt, zentraler Kern, mehrere Vakuolen

- Übung: Differentialdiagnose (DD): Welche Art von Fettgewebe finden sie in Präparat 91? Achtung, die Schnitte fallen unterschiedlich aus!**

- **Hyaliner Knorpel** Präparat 25 Trachea (Schwein, HE)
Zeichenprotokoll 4.4: Gruppen von Chondronen am Rand des Knorpels
Markieren: Chondrozyten, Territorium (=Chondron), Interterritorium, Knorpelhof, Perichondrium
Beachte: Knorpelhöhle und Knorpelkapsel sind eigentlich Artefakte der Zellschrumpfung

- **Elastischer Knorpel** VM* Ohrmuschel (Mensch, Masson-Goldner)
Keine Zeichnung
Beachte: einzeln liegende Chondrozyten, elastische Fasern, Knorpelgrundsubstanz, Perichondrium

- **Faserknorpel** VM* Zwischenwirbelscheibe (Mensch, HE)
Keine Zeichnung
Beachte: Wenige Zelle, reichlich EZM

Notizen:

Kurstag 5: Stütz- und Muskelgewebe

- **Lamellenknochen** Präparat 29 Tibia
(Mensch, Knochenschliff)
Zeichenprotokoll 5.1: drei benachbarte Osteone
Markieren: Havers-Kanal, Volkmann-Kanal, Speziallamelle, Schaltlamelle, Kittlinien, Osteozyten, Canaliculi,
- **Desmale Osteogenese** Präparat 5 Desmale Osteogenese
(Mensch, HE)
Präparat 32 Zahnentwicklung
(Mensch, HE)
Keine Zeichnung
Beachte: Knochenbälkchen, Osteoblasten, Osteoid, Osteozyten, Osteoklasten, Howship-Lakune
- **Chondrale Osteogenese** Präparat 4 fetale Phalangen (Mensch,
Trichrom)
Keine Zeichnung
Beachte: Epiphyse, Diaphyse, primäre Markhöhle, perichondrale Knochenmanschette, Periost

Zeichenprotokoll 5.2: Enchondrale Osteogenese
*Markieren: Hyaliner Knorpel, Säulenknorpel (Proliferation), Blasenknorpel (Hypertrophie),
Eröffnungszone, primäre Markhöhle, Osteoidbälkchen mit zentral liegender, verkalkter
Knorpelgrundsubstanz*
- **Glatte Muskulatur** Präparat 49 Ileum (HE)
Zeichenprotokoll 5.3: mehrere längs- und quergetroffene glatte Muskelzellen
Markieren: Zellkerne (zigarren- oder korkenzieherförmig)
- **Skelettmuskulatur** Präparat 31 Zunge (HE)
Zeichenprotokoll 5.4: Mehrere Muskelfasern im Längsschnitt
*Markieren: I-Banden (hell, evtl. mit Z-Streifen), A-Banden (dunkel), periphere Zellkerne; Satellitenzellen
(nur im EM mit Sicherheit identifizierbar); Endo- und Perimysium*
- **Muskelspindel** Präparat 38 M. masseter (Kaninchen),
quer (HE)
Keine Zeichnung
Beachte: Intrafusale Muskelfasern, Bindegewebshülle, extrafusale Muskelfasern
- **Herzmuskulatur** Präparat 22 Myokard (Schwein, HE)
EM-Bild 8
Zeichenprotokoll 5.5: Mehrere Muskelzellen im Längsschnitt
*Markieren: Zentraler Kern, fibrillenfreies Zytoplasma an den Kernpolen, ggf. Verzweigung einer
Muskelzelle, Disci intercalares; Kapillaren*
-

Notizen:

Kurstag 6: Nervengewebe

- **Pseudounipolare Nervenzelle, Glia des PNS** Präparat 89 Ggl. trigeminale (HE)
- Zeichenprotokoll 6.1: Gruppe von Ganglienzellen*
Markieren: Zellkern, Nukleolus, Nissl-Schollen, Ursprungskegel (wenn sichtbar), Mantelzellen, Nervenfasern mit Markscheiden, Zellkerne der Schwann-Zellen
-
- **Bipolare Ganglienzelle** Präparat 95 Ggl. spirale, Cochlea (Maus d14 oder Meerschweinchen, HE)
- Keine Zeichnung*
Beachte: dendritischer Pol, axonaler Pol
-
- **Multipolare Nervenzelle, Glia des ZNS** Präparat 87 Rückenmark (Affe, Markscheidenfärbung)
Präparat 88 Rückenmark (Affe, HE)
- Zeichenprotokoll 6.2: Ausschnitt aus Vorderhorn des Rückenmarks*
Markieren: Zellkern, Nukleolus, Dendriten, Ursprungskegel des Neuriten (wenn sichtbar), Kerne von Astrozyten und Oligodendrozyten, Kapillare mit Bluthirnschranke
-
- **Purkinje-Zelle, Glia des ZNS** Präparat 84 Kleinhirn (Meerschw., Fast Blue)
- Zeichenprotokoll 6.3: Soma einer Purkinjezelle mit Dendritenbaum*
Markieren: Soma, Zellkern, Dendriten (soweit angeschnitten),
Beachte im Mark: Kerne der Astrozyten und Oligodendrozyten
-
- **Pyramidenzelle** Präparat 82 Großhirn (Schwein, Fast Blue)
Präparat 81 Großhirn (Schwein, HE)
- Keine Zeichnung*
Beachte: Perikaryon, apikale und basale Dendriten, Neuropil
-
- Exzitatorische und inhibitorische Synapsen** EM-Bild 24 Axodendritische Synapse
- Keine Zeichnung*
Beachte: Zytoplasma von Axon und Dendrit, synaptische Vesikel, prä- und postsynaptische Membran, synaptischer Spalt
-
- **Markhaltige Nervenfasern des PNS, quer** Präparat 90/91 Nervus femoralis (Ratte, Trichrom)
EM-Bild 27 Markscheide
- Zeichenprotokoll 6.4: Übersicht mit 2-3 Nervenfaserbündeln*
Markieren: Epi-, Peri-, und Endoneurium
- Zeichenprotokoll 6.5: wenige dicke und dünne Axone mit ihren Markscheiden*
Markieren: Axon, Markscheide, Kern der Schwann-Zelle