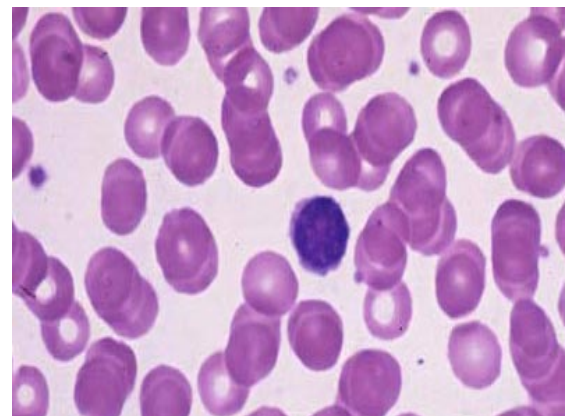
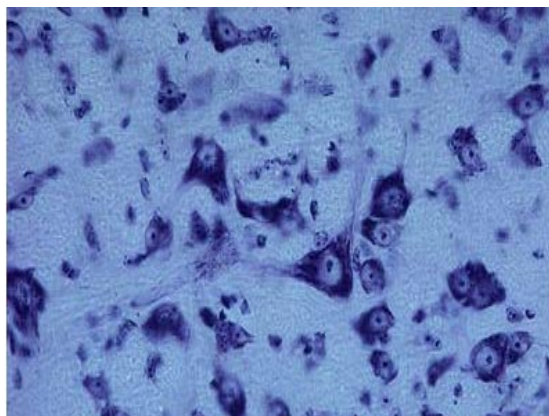
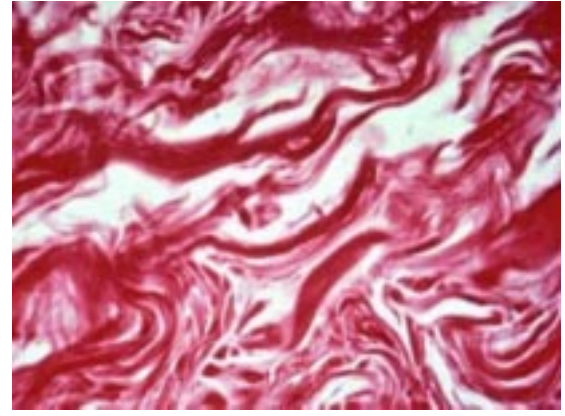
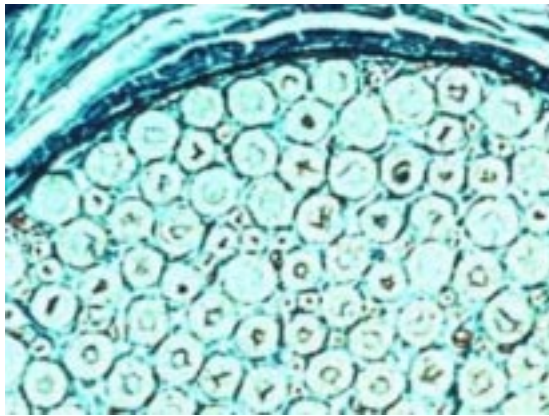
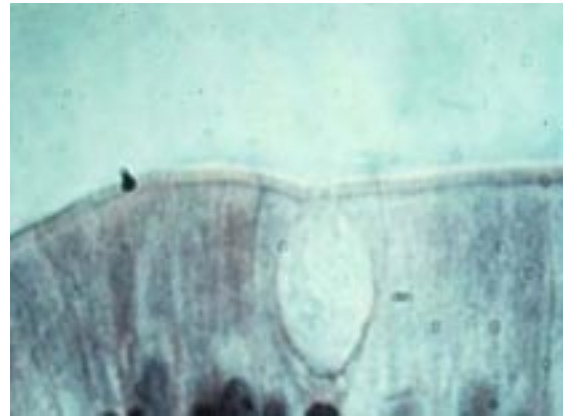
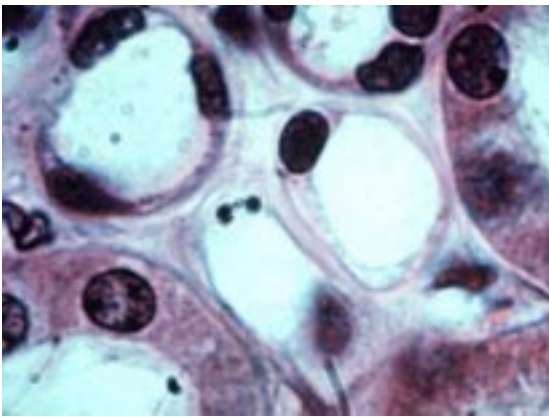


Script zur Gewebeprüfung des Histologiekurses der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf im SS 98



Gewebe

Man unterscheidet vier Grundgewebe:

1. Epithelgewebe
2. Binde- und Stützgewebe
3. Muskelgewebe
4. Nervengewebe

Parenchym: Zellen mit spezifischen Leistungen

Stroma: Zellen mit überwiegend Stützfunktion

Gewebsveränderungen:

Hypertrophie	Zellvergrößerung ohne Zellvermehrung
Atrophie	Abnahme des Zellvolumens und der Interzellularsubstanz ohne Zellvermehrung
einfache numerische	nach Ruhigstellung Inaktivitätsatrophie
Hyperplasie	Abnahme der Zellzahl
Involution	Vermehrung der Zellzahl nach Reiz
Metaplasie	Verringerung der Zellzahl nach Reiz
	Änderung der Gestalt, Struktur und des Verhaltens durch mechanische, chemische oder entzündliche Reize
Direkte	Wechsel der Zellart
Indirekte	metaplastische Umwandlung dadurch, daß höher differenzierte Zellen zugrunde gehen und durch nieder differenzierte Zellen ersetzt werden
	Metaplasie ist reversibel
Hypoplasie	unvollständige Entwicklung eines Organs
Aplasie	Organ wurde nicht ausgebildet
Agenesie	Organ wurde nicht angelegt
Regeneration	Fähigkeit Gewebsverluste durch Gewebsneubildung zu ersetzen
Physiologische	abgestorbene Zellen werden durch neue, von Stammzellen abstammenden Zellen ersetzt
Degeneration	Entartung des Gewebes führt zur Schädigung der spezifischen Zelleistung

Interzellularräume und Zellkontakte

Interzellularräume

In jedem Gewebe bestehen zwischen den Zellen Interzellularräume, die wichtige Transportwege für Auf- und Abbauprodukte der Zellen sind

Zellkontakte

Zellkontakte dienen der Verbindung von Zellen, man unterscheidet zwei Arten von Zellkontakten

direkte Zellkontakte

indirekte Zellkontakte

direkte Zellverbindungen

direkte Zellverbindungen liegen vor, wenn die Membranen gegenüberliegender Zellen beteiligt sind

sie können fleckförmig (Macula), bandförmig (Fascia) oder gürtelförmig (um die ganze Zelle herum, Zonula) sein

An den Kontaktstellen kann der Interzellularraum erhalten bleiben oder verloren gehen

Die wichtigsten Funktionen: mechanische Verknüpfung, funktionelle Kopplung, Austausch von Stoffwechselprodukten, Regulation der transepithalen Permeabilität

Es werden unterschieden:

Macula adhaerens, Desmosom

Funktion: mechanische Verbindung von Zellen, Verankerung intrazellulärer Filamente des Zytoskeletts

scheibenförmige Zellkontakte zwischen gleichen oder unterschiedlichen Zellen mit einem Durchmesser von 0,3 - 0,5 µm

Interzellularspalt 25 -35 nm, gefüllt mit Kittsubstanz (fibrillare Glycoproteine)

Zytoplasma unter Zellmembran durch feinfädiges elektronendichtes Material verdichtet: Haftplatten, in die Tonofibrillen einstrahlen

Hemidesmosomen: Desmosomen nur an einer Seite, oft zwischen Epithelzellen und Basalmembranen

Zonula adhaerens: Zellhaftung verläuft gürtelförmig, Interzellularraum ist enger

Fascia adhaerens: streifenförmig

Zonula occludens, tight junction

verschließt Interzellularraum

schmale, gürtelförmige Verbindungszone zwischen benachbarten Zellen

die äußere Schicht der Zellmembranen sind stellenweise verschmolzen, im Bereich von netzartig angeordneten Leisten, mit 10 - 15 nm Interzellularraum

zu finden im apikalen Teil der Seitenflächen von oberflächenbedeckten Epithelzellen

unterbindet Substanztransport durch Interzellularspalte

können auch streifenförmig (Fascia occludens) oder fleckenförmig (Macula occludens) sein

junctional complex: Beim Oberflächenepithel liegen häufig apikal eine Zonula occludens, Zonula adhaerens und Macula adhaerens untereinander → Haftkomplex (Schlußleisten-netze)

Nexus, gap junction

fleckförmige Gebiete, bei denen der Abstand zwischen den Zellmembranen konstant 2-4 nm beträgt

beim Epithel meist tief an der seitlichen Zelloberfläche gelegen

Im Nexusbereich Kommunikationswegherstellung durch 7-10 nm große Partikel, Tunnelproteine mit 1,5 nm Durchmesserkanälen

Hauptaufgaben:

Weiterleitung Strom ohne Spannungsverluste

interzellulärer Austausch niedermolekularer Substanzen

indirekte Zellverbindungen

indirekte Zellverbindungen treten durch Verzahnungen von Nachbarzellen und durch Verschmelzung der Glykokalyx auf

Epithelgewebe

ohne nennenswerte Interzellulärsubstanzen

sehr differenziertes Gewebe

alle Epithelien weisen eine Basalmembran auf

frei von Blutgefäßen (Ausnahme: Epithel der Stria vascularis des Innenohrs)

Ernährung durch Diffusion

Funktionen

Schutz durch Bildung von inneren und äußeren Oberflächen

Resorption und Transport

Sekretion

Rezeption von Sinnesreizen

Kontraktion

Bildung vom Ektoderm, Mesoderm und Entoderm

Oberflächenepithel

Form der Epithelzellen

polyedrisch (vielflächig)

platte Epithelzellen (niedrig und breit)

isoprismatische Epithelzellen (gleich hoch und breit → kubisch)

hochprismatische Epithelzellen (höher als breit → zylindrisch)

Art und Anordnung der Epithelzellen

Oberflächenepithel kann

einschichtig (1 Zellage)

mehrschichtig (mehrere Schichten)

zwei- oder mehrreihig (alle Zellen berühren die Basalmembran)

verhornt oder unverhornt sein (Verhornt: Hornschicht an Oberfläche eines mehrschichtigen Epithels)

Verschiedene Epithelien

Einschichtiges Plattenepithel

an Oberfläche mit besonders hoher Durchlässigkeit

Verzahnung untereinander durch Ausläufer

Endothel: Auskleidung Blut- und Lymphgefäße sowie im Herzen

Mesothel: Oberfläche seröse Häute

Endothel, Mesothel: abgeleitet aus Mesoderm



Low power view of larger vessels, showing endothelial nuclei lining the lumen. The yellowish cells filling each vessel's lumen are blood cells

Vorkommen: Alveolarepithel der Lunge, Innenseite der Hornhaut, Endothel der Blut- und

Lymphgefäße, Mesothel des Peritoneums, der Pleura, des Pericards, der Synovialhaut

Eigenschaften: gut durchlässig für Gase (wichtig bei Lunge) und leicht diffundierende Stoffe (wichtig bei Blutgefäßen)

Einschichtiges iso- bzw. hochprismatisches Epithel

zu finden an Oberflächen die Austauschvorgängen dienen

Formeigenschaften des zylindrischen Epithels:

große Höhe, bei geringer Breite

Zellkern länglich-oval

Vorkommen: Schleimhaut des Magen-Darm-Kanals, Uterus, Gallenblase, einige Drüsenausführungsgänge

Sonderfall des zylindrischen Epithels: Mehrreihiges Epithel

es handelt sich um einen Sonderfall des Zylinderepithels, wobei zwar alle Zellen auf einer gemeinsamen Basalmembran sitzen, aber nicht alle die Oberfläche erreichen. Dadurch entsteht der Eindruck, daß die Kerne der großen Zellen in einer anderen Höhe stehen als die der kleineren Zellen. Die kleineren Zellen sind teilungsfähig und dienen dem Ersatz anderer

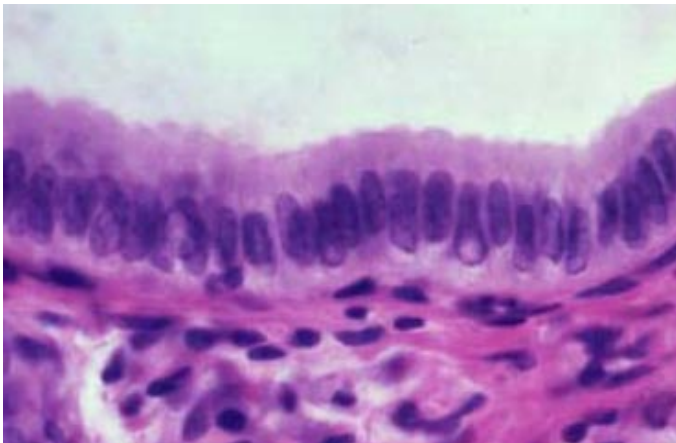
Vorkommen: Als Flimmerepithel in den Atemwegen

Formeigenschaften des kubischen Epithels:

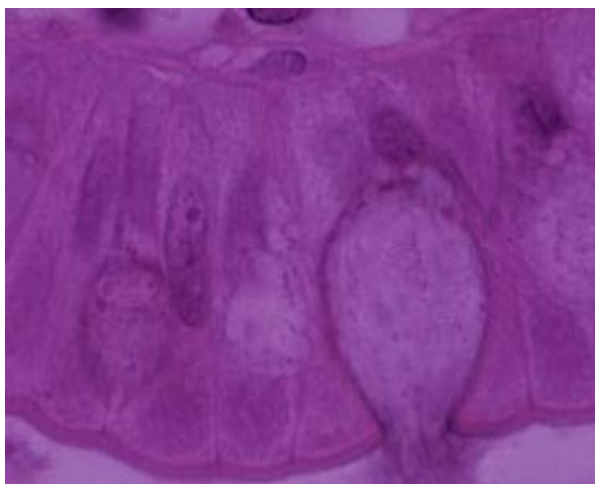
würfelförmige Zellen mit gleichlangen Zellseiten, deshalb auch isoprismatisch genannt

Zellkern rund

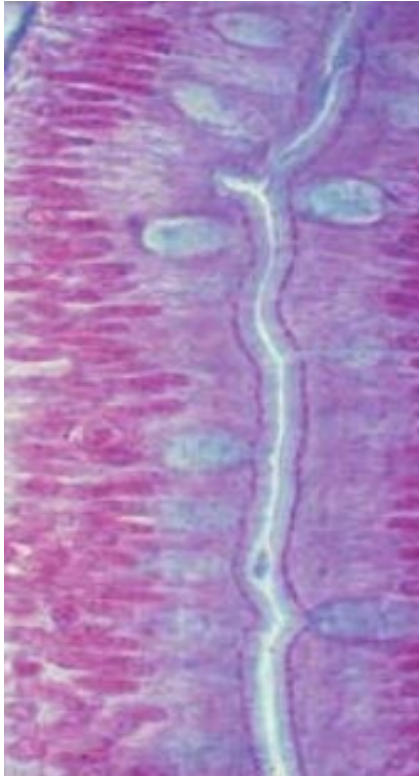
Vorkommen: Augenlinsenepithel, kleine Gallengänge, Plexus choroideus der Hirnventrikel, Keimepithel der Ovarien, Pigmentepithel der Netzhaut



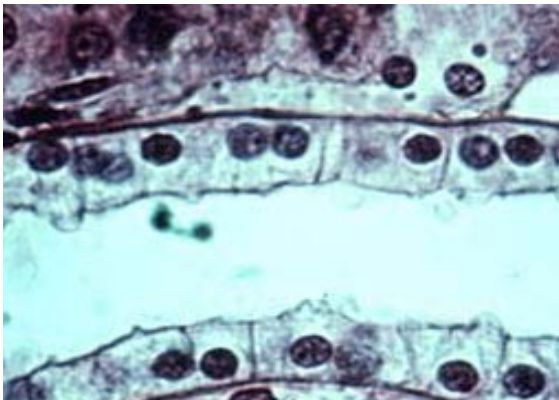
Simple columnar epithelium with very regular line-up of nuclei.



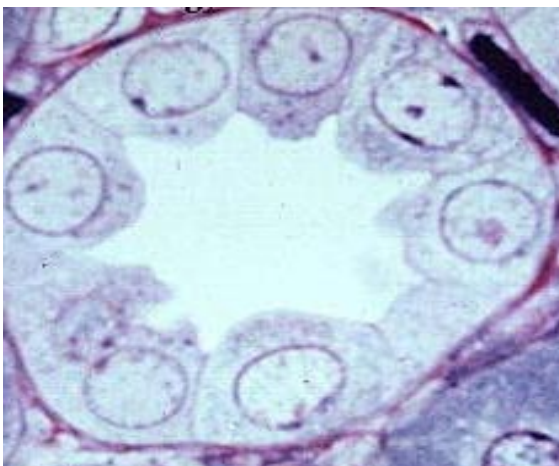
Detail of simple columnar epithelium with a goblet cell secreting mucus. The thin, clearly defined band along the top epithelial surface is the striated border, though the individual striations (or microvilli) are not visible at this magnification. The lower edge of the striated border is the location of the terminal web; the dots along the line of the web, seen in between the individual epithelial cells, are the so-called terminal bars, which are found in EM to consist of various cell junctions.



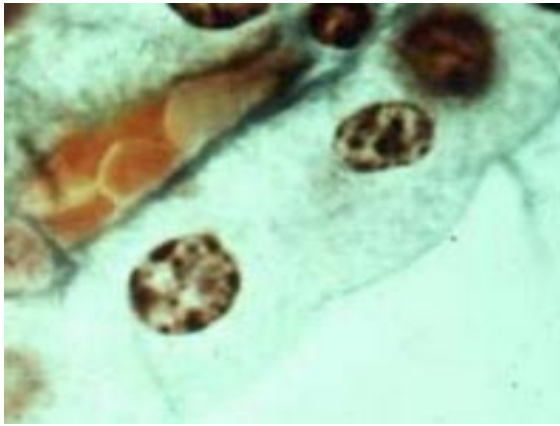
Four rows of simple columnar epithelium facing each other in pairs (left and right) across a narrow lumen or channel that lies in the middle of each pair. (This is a Mallory Trichrome stain.) The goblet cells are filled with blue mucoid secretion which is being poured into the narrow lumens. Notice that in all four rows of epithelium there is a narrow band of striated border next to the lumen; the dark purple line at the base of the border is the terminal web. Look at the right hand rows of epithelial cells and notice the dark dots all along the terminal web lines; these dots represent the junctional complexes between cells. The central cavity in the picture is a blood vessel with endothelium, surrounded by a very cellular connective tissue. Separating this connective tissue from the epithelium is a thin blue layer of connective tissue fibers.



Simple cuboidal epithelium lining a tubule (longitudinal cut). Some of the cell boundaries between „blocks“ or „cubes“ here are quite distinct.



A tubule stained to show the pink basement membrane underlying the base of the simple cuboidal epithelium. Stained with periodic acid Schiff reagent (PAS), which stains mucopolysaccharides.

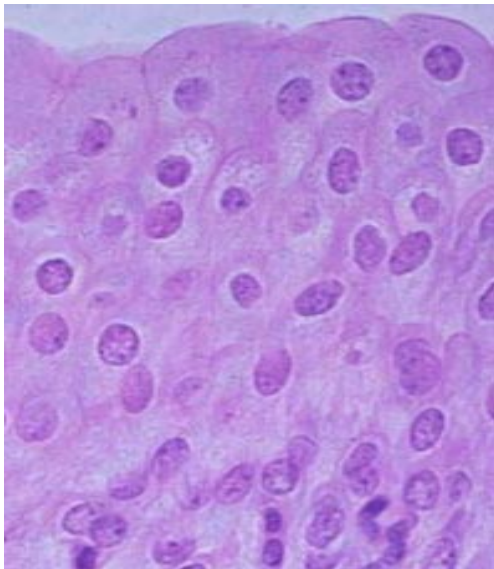


Simple cuboidal epithelium in Mallory stain (longitudinal cut). Note the dark chromatin clumps in the nuclei. Underneath the epithelium lies a small blood vessel filled with orange-colored blood cells.

Übergangsepithel

Kennzeichen: die oberste Zellage besteht aus großen, z.T. mehrkernigen Deckzellen, darunter folgen mehrere Schichten kleinerer Zellen.

Das Übergangsepithel findet sich in Organen mit erheblichen Volumenschwankungen (Harnwege); seine Form ist vom jeweiligen Füllungsgrad des Organs abhängig. Ungedehnt (kontrahierte Harnblase) sind die Zellgrenzen durch winzige Fältchen miteinander verzahnt, bei Dehnung (gefüllte Harnblase) werden die Fältchen ausgeglichen und das Epithel erscheint abgeflacht. Die Abflachung beruht also nicht auf einer Zellverschiebung, sondern auf einem Entfaltungsvorgang. Vorkommen: Harnwege (Nierenbecken, Nierenkelche, Ureter, Harnblase, z.T. männliche Harnröhre (pars prostatica))



Transitional epithelium, high power. Notice many layers of cells — and the typically puffy surface cells. The bladder is contracted so the epithelium is thick. If the bladder were stretched, the epithelium would be thinner.

Mehrschichtiges unverhorntes Epithel

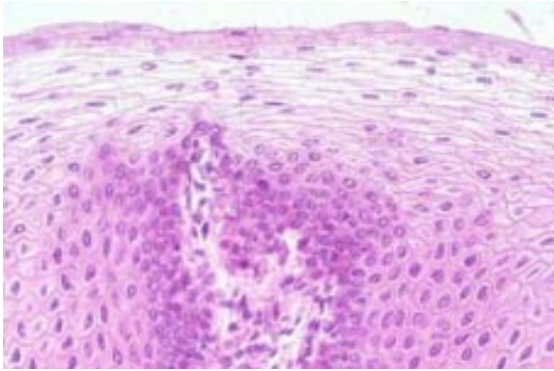
Schutzepithel innerer Oberflächen

zur Definition dient Form der Zellen der oberflächlichsten Lage

seltener: mehrschichtiges unverhorntes hochprismatisches Epithel

bei allen mehrschichtigen Epithelien geht der Zellersatz von den basalen Schichten aus

diese Epithelart zeigt 3 Schichten verschiedenen Aussehens. Stratum superficiale (Oberflächliche Schicht mit flachen Zellen), Stratum spinosum (Stachelzellschicht) und Stratum basale (unterste Schicht). Die letzten beiden Schichten bezeichnet man als Keimschicht (Stratum germinativum) Vorkommen: Lippen, Mundhöhlen, Ösophagus, Anus, Vagina, Glans penis, Hornhautepithel, Conjunctiva bulbi



Stratified squamous non-cornified epithelium - medium power. This is from the esophagus, so the surface is moist and living. Surface cells are squamous and still nucleated. Basal layer is very distinct; compare this with the less distinct basal layer of the preceding slide of transitional epithelium.

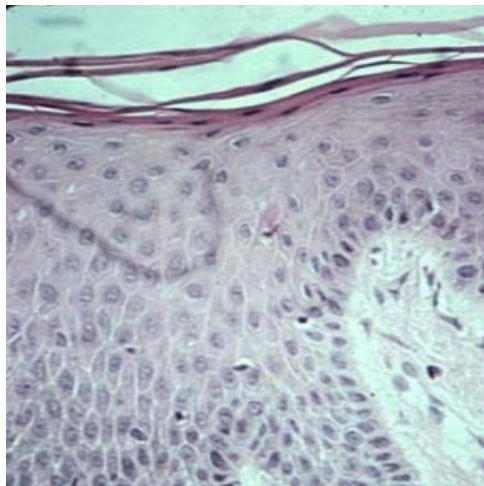
Mehrschichtiges verhorntes Plattenepithel

Ausbildung Epidermis (oberflächlichste Schicht der Haut)

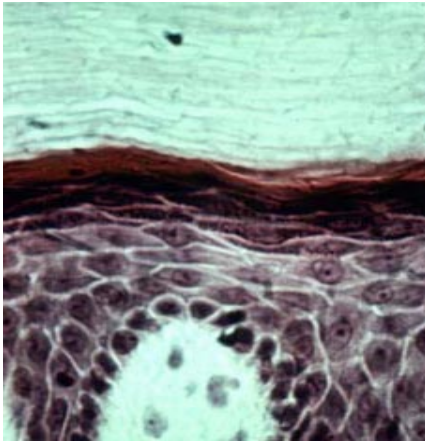
kein Vorkommen von mehrschichtigem verhorntem isoprismatischem Epithel oder mehrschichtigem verhorntem hochprismatischem Epithel

Im Grundaufbau gleich dem unverhornten Plattenepithel, nur werden in den obersten Zellen des Stratum spinosum zunehmend mehr helle, glänzende, eiweißhaltige Körnchen (Keratohyalingranula) gebildet. Die zugehörige Zellschicht heißt Stratum granulosum. Die Zellen werden schließlich durch Umwandlung des Keratohyalins in das Keratin (Horn) zu Hornschüppchen. Sie überziehen als Hornschicht die Epitheloberfläche. Das fertige Epithel zeigt 5 Schichten: Stratum corneum, Stratum lucidum (zusammen bilden diese beiden die Hornschicht), Stratum granulosum, Stratum spinosum und Stratum basale (die wiederum das Stratum germinativum bilden)

Vorkommen: gesamte Epidermis



Stratified squamous epithelium with beginning surface cornification. This section is from thin skin, which has a dry surface covered with dead cells. Notice how flat the surface cells are and how dark and pyknotic their nuclei have become. Again, notice the distinct row of basal cells.



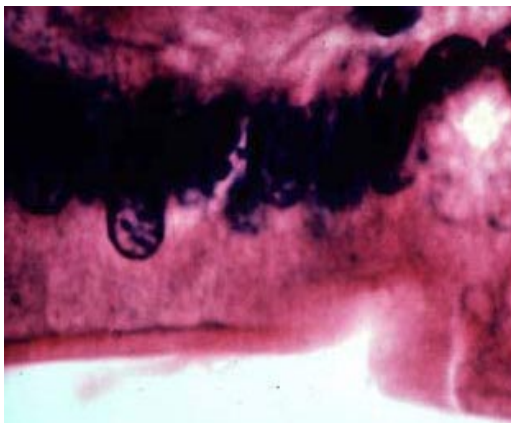
Thickly cornified stratified squamous epithelium. The cells in the bright red layer and in the pale layers above it are completely flattened and dead, and have lost their nuclei.

zwei- und mehrreihiges Epithel

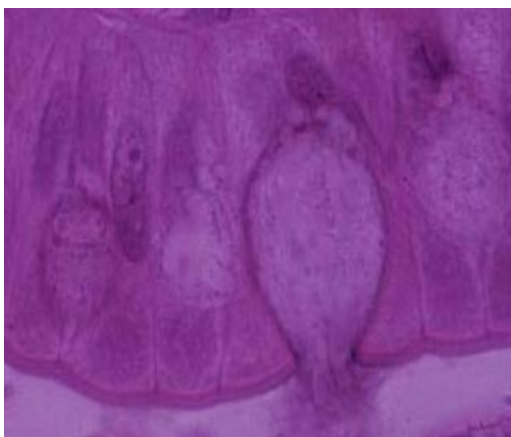
Luftwege, Teile des Urogenitalsystems und einige Drüsenausführungsgänge
 an freier Oberfläche gelegene Zellen apikale Differenzierung
 Stereozilien beim zweireihigen Epithel des Nebenhodens
 Kinozilien beim mehrreihigen hochprismatischen Epithel der Atemwege

Differenzierung der freien Zelloberflächen

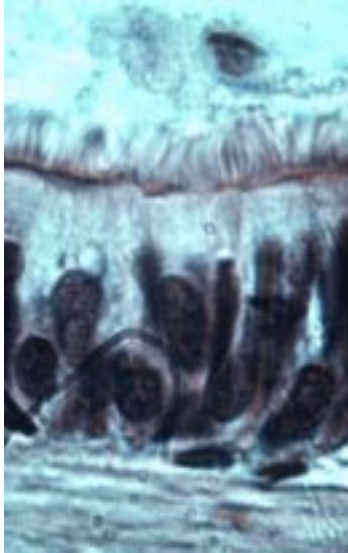
Oberflächenepithel weist häufig Besonderheiten auf
 Mikrovilli (im Inneren Mikrotubuli)
 Bürstensäume bei resorbierenden Epithelien (Gegensatz zu Mikrovilli: stationäre Strukturen; im Darm mit Glycocalix und hydrolytischen Enzymen)
 Stereozilien (gleichem Mikrovilli, allerdings Verbindung durch Cytoplasmabrücken)
 Kinozilien (bewegliche Oberflächendifferenzierungen von Zellen, an denen Schleim oder Flüssigkeiten transportiert werden)
 basale Einfaltungen und laterale Mikrofaltungen



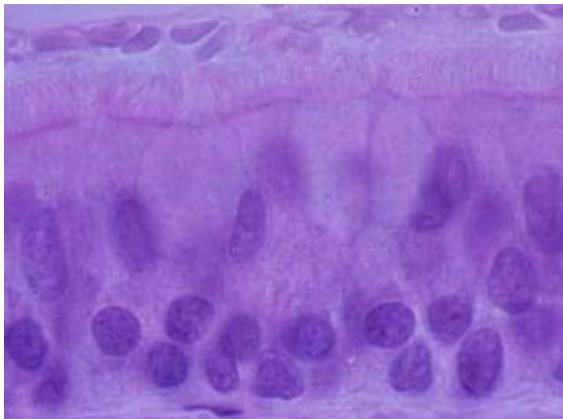
Detail of simple columnar epithelium with striated border (microvilli). Notice that the border is quite thin and the striations close together, looking like very regular, closely set brush bristles.



Detail of simple columnar epithelium with a goblet cell secreting mucus. The thin, clearly defined band along the top epithelial surface is the striated border, though the individual striations (or microvilli) are not visible at this magnification. The lower edge of the striated border is the location of the terminal web; the dots along the line of the web, seen in between the individual epithelial cells, are the so-called terminal bars, which are found in EM to consist of various cell junctions.



Pseudostratified ciliated columnar epithelium from the trachea. Nuclei are at different levels. All cells touch the basement membrane, but only the taller cells reach the lumen. The cilia are longer and less regular than the microvilli of a striated border.



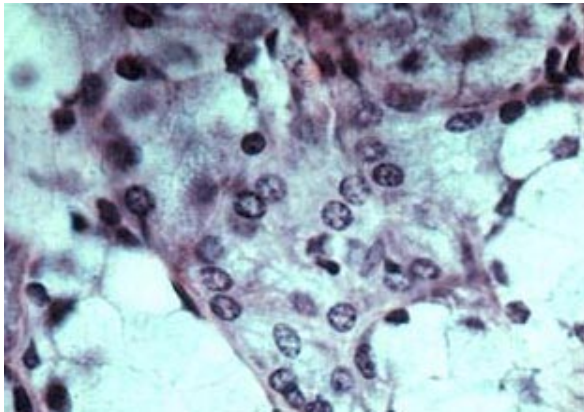
Pseudostratified ciliated columnar epithelium with pale goblet cells. The different levels of nuclei are clearer here. Again, notice the wavy-looking cilia.



Epididymis with pseudostratified columnar epithelium with stereocilia. (Stereocilia are structurally like microvilli rather than like true cilia. They do not move.) Each cross-cut of tubule shows some surrounding smooth muscle cells. Notice how very regular this epithelium is in height, making an unusually smooth apical line near the lumen. This is characteristic of epididymis. Compare this with the „scalloped“ edge of efferent ducts in the previous slides.

Drüsenepithel

Bildung und Abgabe von Stoffen (Sekrete, Inkrete)
bildet Parenchym der Drüse



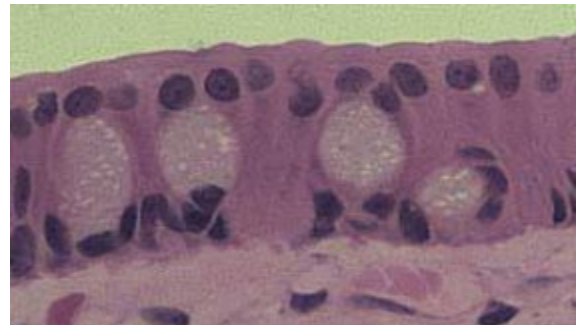
High power of typical mucous (pale) and serous (darker pink) secretory cells. Notice that the nuclei of mucous cells are dark and flattened at the base of the cells, while the nuclei of serous cells are round and more centrally located at their cells. Mucous secretion is relatively thick and viscous; serous secretion is watery.

Becherzelle, Intraepithelialzelle

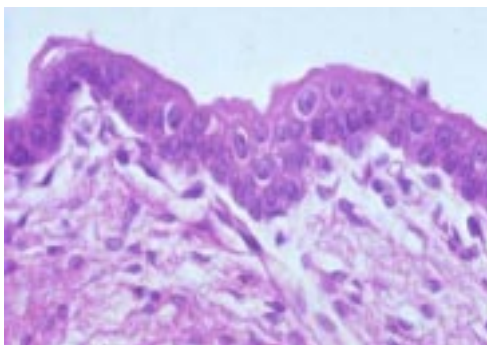
Becherzellen kommen in allen Abschnitten des Darms und in den Luftwegen vor. Ihr Sekret ist ein regional etwas unterschiedlich zusammengesetzter Schleim (ein Eiweiß – Kohlehydrat- Komplex), der apikal unter Zerreißen der Zelloberfläche abgegeben wird. Die Form der Becherzellen ist charakteristisch: sie verjüngen sich nach basal, hier liegen Zellkern und rauhes endoplasmatisches Retikulum. Über dem Kern befindet sich ein stark entwickelter Golgi-Apparat, der bei der Schleimbildung eine Rolle spielt. Nach apikal erweitern sich die Becherzellen kelchförmig. Der Kelch enthält die von einer zarten Membran umgebenen Sekret- (Muzin)granula. Die apikale Oberfläche der Becherzellen hat Mikrovilli.



Unicellular gland - a goblet cell mucus-secreting. (H & E stain.)



Urothel



Basalmembran

die Epithelien sitzen mit der dem Bindegewebe zugewandten Seite der Basalmembran auf, die Befestigung erfolgt durch "Basalfüßchen"

mehrschichtig

Lamina rara externa (Epithel zugewandt)

Lamina densa (Basallamina)

Lamina rara interna

häufig folgt Lamina fibroreticularis (dicker als die anderen, enthält retikuläre Fasern und Kollagen vom Typ IV)

permeabel → Ernährung Epithel

Binde- und Stützgewebe

gemeinsam ist allen Formen das Vorkommen von

Bindegewebszellen

verschiedene Arten, von denen jede eigene morphologische Charakteristika hat, man unterscheidet

fixe Bindegewebszellen, die ortsgebunden sind, z.B. Retikulumzellen, Fettzellen, Fibrozyten

freie Bindegewebszellen, die beweglich sind und wandern können, z.B. Makrophagen, Lymphozyten, Plasmazellen, Granulozyten, sie gehören überwiegend zum Abwehrsystem

größeren Mengen geformter bzw. ungeformter Interzellulärsubstanzen

ungeformte, amorphe Interzellulärsubstanzen werden auch als Grundsubstanzen bezeichnet. Sie besitzen unterschiedliche Konsistenz

Geformte Interzellulärsubstanz besteht aus Fasern

alle Formen des Bindegewebes mit faserigen Interzellulärsubstanzen besitzen auch gleichzeitig amorphe Interzellulärsubstanzen

es gibt nur wenige Bindegewebe ohne interzelluläre Fasern (z.B. Mesenchym)

Das Verhältnis von geformter zu amorpher Interzellulärsubstanz ist bei den Bindegeweben sehr unterschiedlich.

das Bindegewebe ist faserreich und hat wenig amorphe Interzellulärsubstanz, es erfüllt mechanische Aufgaben

ungeformte Bindegewebe sind nicht in der Lage eine Eigenform zu bewahren, geformte Bindegewebe schon, da ihre Interzellulärsubstanz entweder aus dicht zusammengelagerten, parallel gerichteten Fasern (z.B. Sehne) besteht, oder fest ist (Knorpel, Knochen, Zahnbein)

Ungeformte Binde- und Stützgewebe:

Mesenchym

gallertiges Bindegewebe

lockeres Bindegewebe

Fettgewebe

retikuläres Bindegewebe

dichtes Bindegewebe

Geformtes Binde- und Stützgewebe:

Sehne, Bänder

Knorpel

Zahnbein

Knochen

Mesenchym

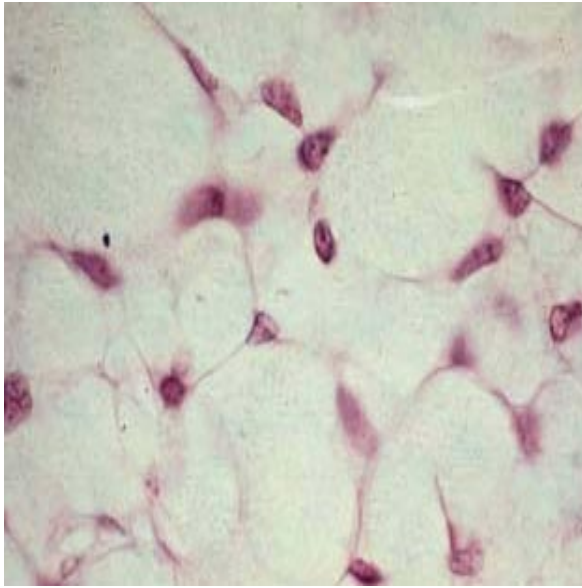
embryonales Bindegewebe, kommt nur während der Entwicklung vor

pluripotentes Grundgewebe, aus dem sich Binde- und Stützgewebe sowie Muskulatur entwickeln können

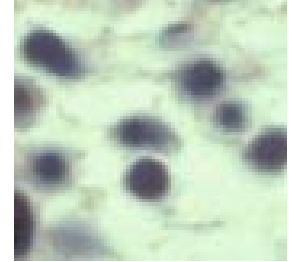
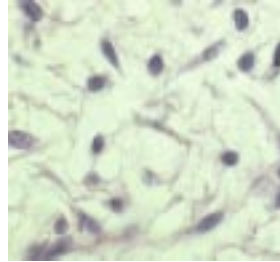
entsteht aus den Somiten sowie z.T. aus der Neuralleiste

Mesenchymzellen sind fortsatzreich und amöboid beweglich, sie bilden ein lockeres dreidimensionales Netzwerk, in dem die Zellfortsätze durch veränderliche Haftungen miteinander in Verbindung stehen

die Interzellulärsubstanz ist amorph und solartig, Fasern fehlen



Mesenchyme — embryonic c.t. with multipotential cells. The stellate cells are beginning to form fibers. Sometimes cells are more spindle shaped. Ground substance material is watery and invisible.



lockeres Bindegewebe

füllt Lücken, ermöglicht die Verschiebung benachbarter Organe und kann als Hüllengewebe Gefäße u.a. umgeben

besteht hauptsächlich aus kollagenen Faserbündeln, enthält aber auch elastische und retikuläre Fasern

weite Interzellularräume, viel amorphe Grundsubstanz, viele freie Gewebszellen, sehr regenerationsfreudig

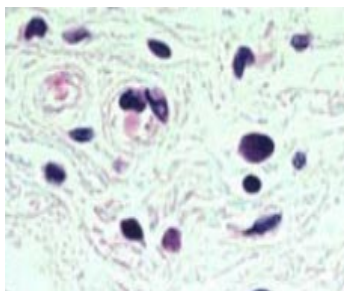
kollagene Faserbündel nach Scherengitterprinzip angeordnet

Sonderformen des lockeren BG sind:

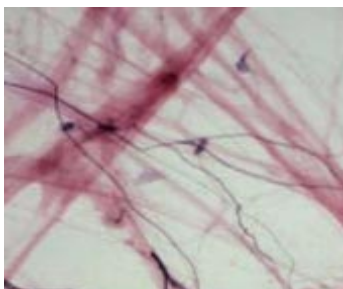
zellreiche BG, z.B. das Stroma in versch. Organen; spinozelluläres BG im Ovar und in der Uterusschleimhaut

lamelläres BG, z.B. in Muskelfasziën, Faserbündel verlaufen schichtweise

netzförmiges BG des Omentum majus, Faserbündel bilden lockeres Netzwerk



Loose irregular connective tissue (also called areolar tissue) as seen underlying and supporting epithelium in an ordinary section. It is rather cellular and supports many small blood vessels which travel through it.



A stretched preparation of areolar connective tissue. The pink fibers of different thicknesses are collagenous (or white) fibers. The dark, thin, more tortuous fibers are elastic (or yellow) fibers. Most of the nuclei belong to fibroblasts.

dichtes, straffes Bindegewebe

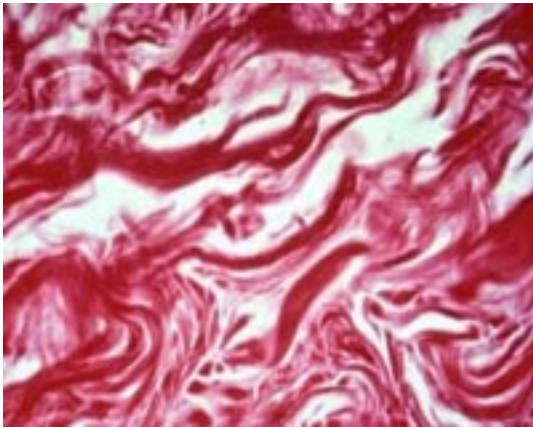
faserreich, aber relativ zellarm

wenig amorphe Interzellulärsubstanz, wenig freie BG-Zellen

geringer Stoffwechsel, sehr widerstandsfähig

Geflecht- oder filzartig z.B. in Kapseln vieler Organe und Sehnen und in den Nerven, im Corium der Haut und in der Submukosa des Darmtraktes

Faserbündel bilden dreidimensionales Netzwerk



Dense irregular c. t., with fibers running in all directions. The fibers are mainly collagenous, but keep in mind that some would be elastic and can be seen only if specifically stained. This kind of c.t. is found where firmer packing and binding is needed. The two arrows at top of picture are pointing to elongate, dark, fibroblast nuclei.

elastische Fasern

sind verzweigt und bilden dreidimensionale Netze

sehen homogen aus

bestehen aus einer amorphen glykoproteinreichen Grundsubstanz, in der vor allem randständig Mikrofibrillen liegen

Vorkommen mit Kollagenfasern, z.B. in Kapsel und Stroma von Organen

viele in der Lunge

elastisch gefensterte Membrane in Aorta

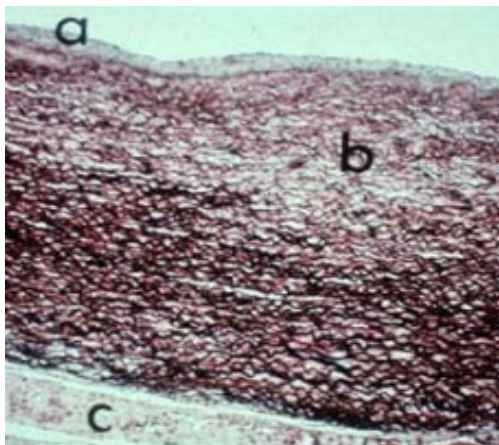
elastische Bänder nur selten, z.B. zwischen den Wirbelbögen, erscheinen gelb

reversible Dehnbarkeit der Gewebe

nur schwach doppelbrechend

Hauptbestandteil ist Elastin

Bildung in Embryonalentwicklung, in der Fibroblasten glatte Muskelzellen und andere vom Mesenchym abgeleitete wie Tropoelastin ab, das extrazellulär in Elastin umgewandelt wird und mit Mikrofibrillen elastische Fasern bildet

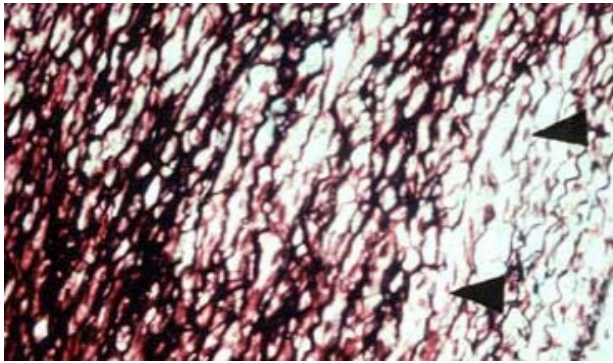


Low power view of wall of aorta, an elastic artery:

a = intima (endothelial lining plus thin layer of underlying c.t.).

b = media (alternating layers of elastic membranes and smooth muscle, bound together by areolar c.t.) This is by far the thickest layer.

c = adventitia (fairly dense c.t. carrying small blood vessels, the vasa vasorum).

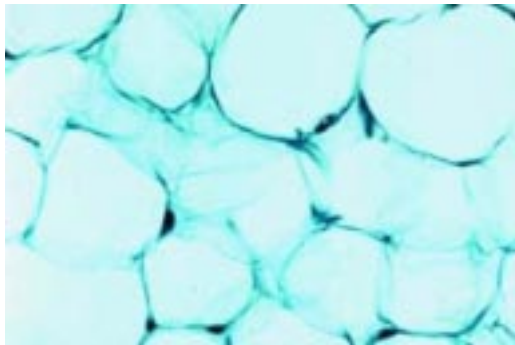


Detail of inner portion of aortic wall: „a“ bar = depth of tunica intima (next to lumen). In the media there are many layers of wavy, dark-stained elastic membranes, alternating with the paler pink smooth muscle and areolar c.t. (Note that these are elastic membranes, not just fibers. Think of many layers of rubber sheets

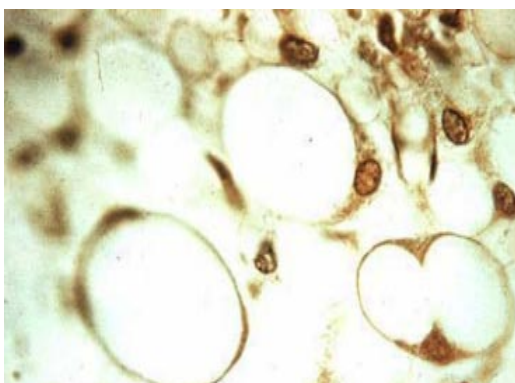
enwrapping the vessel, and you have cut across them and are looking at the cut edges. These sheets are fenestrated; i.e., they have holes in them, thus allowing passage of nutrients diffusing from the blood in the aortic lumen out into the tissues of the wall.) Arrows = nuclei of smooth muscle cells



Fat cells — note nucleus and rim of cytoplasm pushed to one side by the accumulation of fat. The lipid itself has been dissolved out in fixation. In the center of the picture, in the space bounded by the four large fat cells, there is a small, round cross-cut of a capillary with a dark, shrunken red blood cell inside.



Adipose tissue aggregate of fat cells.



Fat cells developing in areolar connective tissue.

Fettgewebe

Sonderform des retikulären Bindegewebes

Fett liegt im Zytoplasma der Fettzelle

der Oberfläche der Fettzelle liegen retikuläre Fasern an

die Zellen bilden meist Gruppen im Bindegewebe oder bilden Fettläppchen, die von einer Bindegewebskapsel umgeben sind

das Fettgewebe nimmt einen Anteil von 10-20 % des Körpergewichts ein

mechanische Aufgaben als Druckpolster, weiterhin Lückenfüller zwischen Organen, Wärmeschützer, da schlechter Leiter, Energiespeicherung

man unterscheidet Baufett und Speicherfett

Fettzellen haben einen hohen Stoffumsatz

weiterhin unterscheidet man zytologisch und funktionell

weißes, univakuoläres Fettgewebe und

braunes, plurivakuoläres Fettgewebe

weißes Fettgewebe

Zellen enthalten einen großen membranlosen Fetttropfen

Durchmesser bis zu 100 µm

enthalten wenige Mitochondrien, organellenarmes Zytoplasma, viele Pinozytosebläschen

Zellen werden an ihrer Oberfläche von einer Basalmembran mit retikulären Fasern umgeben

Fettverteilung ist alters- und geschlechtsabhängig

Fettmobilisierung erfolgt nicht gleichmäßig

Braunes Fettgewebe

vielgestaltig, kleiner als die univakuolären Zellen und enthält stets mehrere kleinere Fetttropfen: plurivakuoläre Fettzellen

zahlreiche Mitochondrien, braune Farbe entsteht durch Lipochrome

Vorkommen beim Säugling an Hals und Brust und im Retroperitonealraum, später wenig, z.B. Fettkapsel der Niere

Vorkommen von vegetativen Nerven

reichlich durchblutet

Bindegewebe im engeren Sinne

Man unterscheidet das lockere Bindegewebe und das dichte (straffe) Bindegewebe, diese bestehen aus Bindegewebszellen und Interzellularsubstanz, zu welcher kollagene Fasern, retikuläre Fasern, elastische Fasern, sowie amorphe Grundsubstanz, die histologisch in der Regel wenig sichtbar ist, gehören

Unterschied zwischen lockerem und dichtem BG: Menge und Anordnung der Kollagenfasern: beim lockeren BG kommen weniger und in der Regel locker angeordnete Kollagenfasern vor als beim dichten BG

Man unterscheidet das lockere Bindegewebe und das dichte (straffe) Bindegewebe, diese bestehen aus Bindegewebszellen und Interzellularsubstanz, zu welcher kollagene Fasern, retikuläre Fasern, elastische Fasern, sowie amorphe Grundsubstanz, die histologisch in der Regel wenig sichtbar ist, gehören

Unterschied zwischen lockerem und dichtem BG: Menge und Anordnung der Kollagenfasern: beim lockeren BG kommen weniger und in der Regel locker angeordnete Kollagenfasern vor als beim dichten BG

Bindegewebszellen

liegen vor als

ortsständige, fixe Bindegewebszellen

Fibrozyt, Fibroblast, die die Grundbestandteile der Bindegewebsfasern und die amorphe Interzellulärsubstanz produzieren

Fibrozyten sind verzweigt, haben kurze, wenig verzweigte Fortsätze, flach, Zytoplasma reich an rauhem endoplasmatischem Retikulum sowie Mitochondrien und Golgi Strukturen, Kern abgeplattet

Fibroblasten, bei ihnen sind alle Zellorganellen, die der Bildung von Interzellulärsubstanz dienen, stärker entwickelt, insbesondere das rauhe endoplasmatische Retikulum und der Golgiapparat, meist schmaler, haben längere, feinere Fortsätze

freie, bewegliche, mobile Bindegewebszellen

beteiligen sich nicht an der Bildung von Interzellulärsubstanz, sind aber fähig ihre Lage zu verändern

freie Bindegewebszellen sind

Leukozyten, weiße Blutzellen

besteht aus Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten, die Granulozyten und Monozyten werden im Knochenmark, die Lymphozyten in lymphatischen Organen gebildet

alle Leukozyten können Gefäßwände durchwandern

Plasmazellen

sind Endstufen aus der Reihe der Lymphozyten

kommen im Gewebe, nicht im Blut vor

Makrophagen

Monozyten, die aus dem Blut ins Bindegewebe gewandert sind

Eigenschaft: Phagozytose, aufgenommen werden zugrundegegangenes Zellmaterial, geschädigte Interzellulärsubstanz, Mikroorganismen oder inerte Partikel

Gewebsmakrophagen können vorliegen als

ortsständige (ruhende) Makrophagen

haben ihre Wanderung zeitweise unterbrochen

Adventitialzellen, wenn sie in der Nähe kleiner Blutgefäße liegen

abgerundet, spindel- oder sternförmig

Kern etwas kleiner und dichter als der von Fibrozyten, Zytoplasma enthält Granula und Vakuolen

Wanderzellen

kurze, pseudopodienartige Fortsätze und eine irreguläre Form

im Zytoplasma Einschlüsse, insbesondere Lysosom und Fetttropfen

Fremdkörperriesenzellen

Mastzellen

im lockeren BG weit verbreitet und liegen in der Nähe kleiner Blutgefäße

dicht liegende, basophile Granula im Zytoplasma

Granula enthalten Heparin und Chondroitinsulfat, Heparin wirkt der Blutgerinnung entgegen

enthalten auch Histamin, das die Gefäße erweitert

Pigmentzellen (Chromatophoren)

kommen im BG vor, gehören aber herkunftsmäßig nicht dazu, stammen aus Neuralleiste

weiße Blutzellen, Plasmazellen und Makrophagen gehören zum Abwehrsystem

Interzellulärsubstanz

besteht aus

Fasern

zu unterscheiden sind

Kollagenfasern

kommen überall im Körper vor, am zahlreichsten

bestehen aus Skleroprotein, Kollagen (meist vorkommende Protein 30%), Polysacchariden

quellen und geben Leim

erscheint mit bloßem Auge weiß, ist aber farblos

weisen Doppelbrechung auf

bilden meist Bündel, haben gewellten Verlauf

Untereinheiten

Kollagenfibrille

größere Fibrillen bestehen aus kleineren Fibrillen, die durch Kittsubstanz zusammengehalten werden

die Durchmesser sind abhängig von Gewebe, Alter, nimmt mit Alter ab

Länge beeinflusst von Spannung

Mikrofibrille

aufgebaut aus gestreckten Tropokollagenmolekülen mit End-zu-End- und Seit-zu-Seit-Verknüpfungen

von Reihe zu Reihe Versetzung um $\frac{1}{4}$

Jedes Tropokollagenmolekül besteht aus drei helixartigen Polypeptidketten
wichtigste physikalische Eigenschaft: Zugfestigkeit

reversibel dehnbar um 5 %

Kollagenfasern sind die wichtigsten Bestandteile des lockeren und dichten BG sowie der Sehnen

Kollagentypen

Typ I, der am häufigsten vorkommt und vor allem im Corium der Haut, in Knochen, Sehnen und Fasziën ist; die Tropokollagenmoleküle bestehen aus zwei gleichen Polypeptidketten (Alpha-1) und einer anderen (Alpha-3)

Typ II, für Kollagenfasern des hyalinen Knorpels, bestehend aus 3 Alpha-1-Ketten

Typ III, in retikulären Fasern, in Gefäßwänden und im Corium der Haut

Typ IV, in Basalmembranen

elastische Fasern

sind verzweigt und bilden dreidimensionale Netze

sehen homogen aus

bestehen aus einer amorphen glykoproteinreichen Grundsubstanz, in der vor allem randständig Mikrofibrillen liegen

Vorkommen mit Kollagenfasern, z.B. in Kapsel und Stroma von Organen

viele in der Lunge

elastisch gefensterter Membrane in Aorta

elastische Bänder nur selten, z.B. zwischen den Wirbelbögen, erscheinen gelb

reversible Dehnbarkeit der Gewebe

nur schwach doppelbrechend

Hauptbestandteil ist Elastin

Bildung in Embryonalentwicklung, in der Fibroblasten glatte Muskelzellen und andere vom Mesenchym abgeleitete wie Tropoelastin ab, das extrazellulär in Elastin umgewandelt wird und mit Mikrofibrillen elastische Fasern bildet

amorpher Grundsubstanz

liegt vor als

Grundsubstanz, Matrix

Bestandteil sind Glykane und Proteine

Verhalten der einzelnen Grundsubstanzen ist orts-gewebsabhängig

für Festigkeit ist der Polymerisationsgrad der Glykane bzw. Glykan-Protein-Komplexe von Wichtigkeit

Fibronektin verbindet sich mit Zelloberflächen und interzellulären Strukturen, es dient dazu zwischen BG Anteilen einen Verbund zu schließen

interstitielle Flüssigkeit

11 Liter im menschlichen Körper, davon kaum frei im Gewebe

meist an Grundsubstanzen gebunden, bilden dort einen Hydrationsmantel

Gewebsflüssigkeit

Histophysiologie

BG

hat mechanische Aufgaben

gibt Halt als Organkapsel oder BG-Gerüst

dient als Verschiebeschicht zwischen Muskeln oder Organen

Leitstruktur für Nerven und Gefäße

dient Stofftransport und Speicherung

Transport von Gefäß zu Zelle durch Interzellularraum, besondere Rolle dabei für interstitielle Flüssigkeiten

Speicherung von Fett durch Fettzellen

dient Schutz und Abwehr

Amorphe Interzellulärschichten bilden durch ihre Viskosität Schutz gegen Ausbreitung fremder Partikel im Gewebe

freie BG-Zellen des Immunsystems dienen der Abwehr

beteiligt an Wundheilung

durch Vermehrung des BG an Wunden kommt es zur Narbenbildung

Stützgewebe

durch Interzellulärschichten große Festigkeit, dadurch Eigenform

Stützgewebe sind

Knorpel

Knochen

Knorpelgewebe

bestehend aus organischem Material

schneidbar

Druck- und Biegeelastizität

in Gelenken begünstigt der Knorpel das Gleiten von Skeletteilen

Knorpel besteht aus

Chondrozyten, Knorpelzellen

zu mehreren in einer Knorpelhöhle, bilden isogene Zellgruppen, weil alle aus einer Knorpelzelle entstanden

oft geschrumpft

junge Zellen oft flach, ältere rund und hypertrophiert

zur Synthese von Grundsubstanz und Fasern befähigt

Interzellulärschichten, Matrix

Folgende Knorpelarten lassen sich beschreiben

Faserknorpel

Interzellulärsubstanz besteht aus einem dichten kollagenen BG ohne nennenswerten amorphen Anteil
Chondrone sind klein, enthalten kaum Chondrozyten
Vorkommen in Zwischenwirbelscheiben, Gelenkzweischenscheiben, Symphysis pubica, in Bändern

Hyaliner Knorpel

Interzellulärsubstanz wird von vielen Kollagenfasern gebildet, die in eine amorphe Grundsubstanz eingebettet sind
bläulich-milchglasartiges Aussehen
Chondrone groß und zellreich
Wassergehalt 60-70%, nimmt im Alter ab
Trockensubstanz besteht aus Kollagen und Grundsubstanz
Kollagenfasern umfassen die Territorien einzeln und in Gruppen und gehen schließlich in dichtere Faserbündel über, die am Knorpelrand dichte, parallel zur Oberfläche verlaufende Bündel bilden
Anordnung der Kollagenfasern funktionsabhängig
keine Regeneration, allerdings Neubildung vom Perichondrium durch Bildung von Faserknorpel und Umwandlung in hyalinen Knorpel
im Alter kann Asbestfaserung, Verkalkung oder Höhlenbildung auftreten
Vorkommen: Gelenke, Knochenwachstum, Luftwege, Nasenknorpel, Kehlkopf, knorpeliger Anteil der Rippen

Elastischer Knorpel

Interzellulärsubstanz besteht aus kollagenen und elastischen Fasern in amorpher Grundsubstanz
die elastischen Fasern bilden Netze, umfassen die Chondrone und strahlen ins Perichondrium ein
Vorkommen: Knorpel der Ohrmuschel, äußerer Gehörgang, Tuba auditiva, Epiglottis, Kehlkopf (wenig)

alle drei Knorpelarten sind Chondrone, Knorpelterritorien. Sie werden von 1 oder mehreren Chondrozyten, mit einer umgebenden Interzellulärsubstanz intensiver Basophile, Knorpelhof, gebildet.

Knorpelhöhle: Lakune

Knorpelkapsel, Knorpelhof

Die Knorpelkapsel ist die verdichtete Wand der Knorpelhöhle

Knorpelhof ist der Teil der Interzellulärsubstanz, der die Knorpelkapsel umgibt

Knorpelhof enthält nur wenige oder keine Kollagenfasern

Ernährung

Knorpel ist gefäß- und nervenfrei

Ernährung erfolgt durch Diffusion von der Knorpeloberfläche her: aus randständigen Kapillaren oder beim Gelenkknorpel aus der Gelenkflüssigkeit

hat einen geringen Stoffwechsel

bradytroph

Entwicklung

Zusammenziehen Mesenchym => prächondrales Gewebe => Vorknorpel => Bildung Tropokollagen und proteoglykanhaltige Matrix => Chondroblasten => Einmauern => interstitieller Wachstum => appositioneller Wachstum

Perichondrium

das den Knorpel umgebende BG

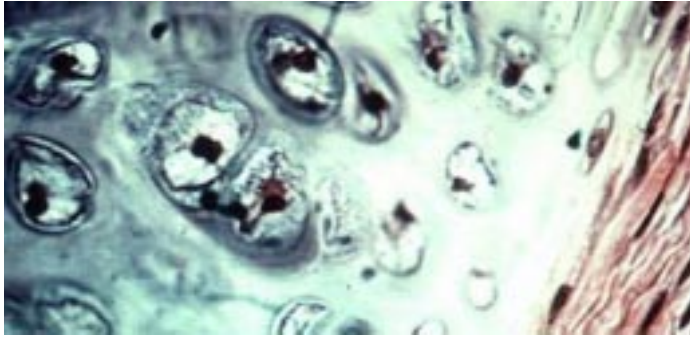
an Knorpeloberfläche sehr zellreich, Stratum cellulare

weiter außen sehr faserreich, Stratum fibrosum

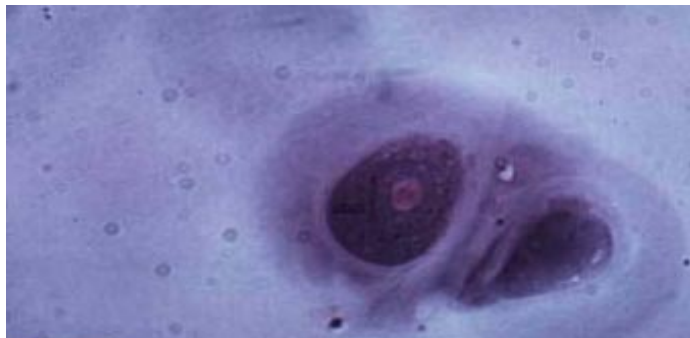
gefäß- und nervenfrei

von hier wird neuer Knorpel gebildet

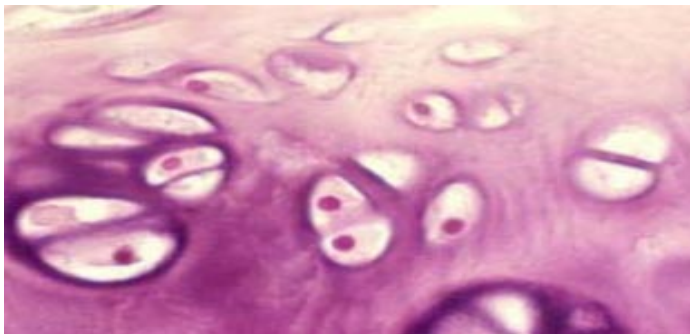
fehlt an Gelenkknorpel => keine Neubildung



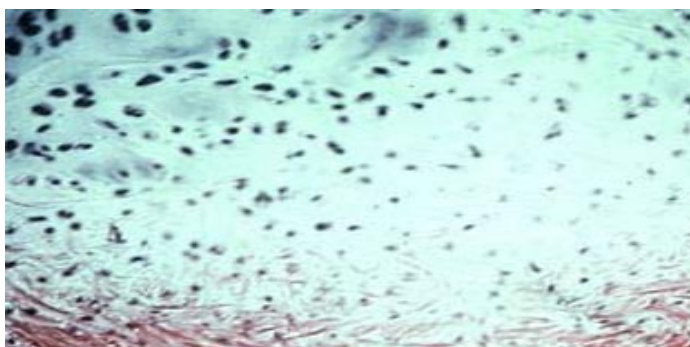
Hyaline cartilage (lavender matrix), with perichondrium (pink) outside it. The latter is a dense regular collagenous c.t.. There are collagenous and elastic fibers lying in the cartilage matrix but they are invisible because their refractive index is the same as that of the matrix. Cartilage cells = chondrocytes, and they are lying in the lacunae.



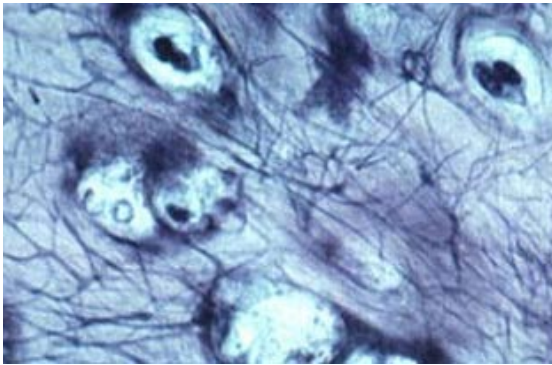
Two chondrocytes completely filling their lacunae. If the cells were to drop out, you would see spaces in the matrix. The matrix appears very smooth, clear, and glassy (or „hya line“).



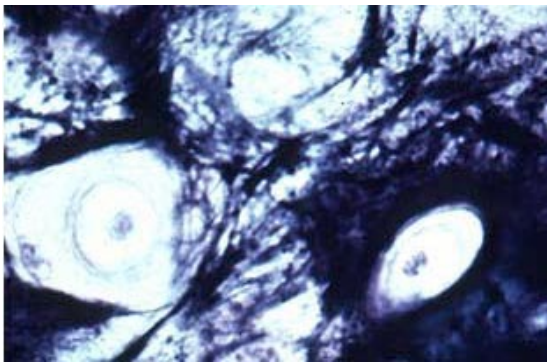
Hyaline cartilage with quite basophilic matrix immediately surrounding the lacunae. Cells are often grouped in „nests“ (or isogenous groups) as a result of earlier mitoses and nowhere for cells to move apart. (This is called interstitial growth). (The „ripple lines“ in the matrix here are due to uneven cutting of the section.)



Fibrocartilage, at the point of junction between hyaline cartilage (lavender) above and dense collagenous tissue (pink) below. The combination of chondrocytes, matrix, and visible wispy collagenic strands or fibers identifies this as fibrocartilage.



Elastic cartilage, with chondrocytes and matrix as before, but elastic fibers predominate and take a specific stain. They always look very distinct and dark and show many branchings.



More elastic cartilage. The matrix immediately surrounding each cell is typically not traversed by fibers.



Fibrocartilage, with wispy, broad collagenic fibers predominating in the matrix. They look „cotton-y“, unlike the sharply defined elastic fibers seen before. Notice that the cells are lying in lacunae.



Appositional growth of cartilage by conversion of long, thin perichondrial cells (at the right) into the round, large chondrocytes. Notice how they change shape as they lay matrix down around themselves. The cells of the outer perichondrium are fibroblasts; the inner perichondrial cells include some primitive connective tissue cells which differentiate into chondroblasts and then into chondrocytes as they lay down matrix and become embedded in it.

Knochengewebe

fest gegen Zug, Druck, Biegung und Torsion

zum Umbau befähigt

Knochen bestehen aus

Knochenzellen, Osteozyten

sie liegen einzeln in kleinen Knochenhöhlen, Lacunae osseae

flach, lange Fortsätze, die sich in feinen Knochenkanälchen befinden, welche untereinander kommunizieren (gap junctions)

Stoffaustausch untereinander

Interzellulärsubstanz

setzt sich zusammen aus

organischen Bestandteilen

zu 95% handelt es sich um Kollagenfasern, Rest amorphe Interzellulärsubstanz

Knochen enthalten außerdem Zellen, Osteozyten und meist Blutgefäße

anorganischen Bestandteilen

etwa 50% des Trockengewichts

in die organische Knochengrundsubstanz eingelagert und verantwortlich für die Druckfestigkeit

es lassen sich unterscheiden

Lamellenknochen

Knochenlamellen, in denen Kollagenfasern parallel zueinander verlaufen

steozyten liegen meist an Lamellengrenze

Knochenlamellen liegen vor als

Speziallamellen, Lamellen in einem Osteon

Osteon, Havers-System

Komplex aus einem zentral gelegenen Canalis centralis, Havers-Kanal, und 4-20 konzentrisch um den Kanal angeordneten Speziallamellen

Der Zentralkanal enthält Blutgefäße, Havers-Gefäße, Nerven, lockeres BG

Vom Zentralkanal erfolgt Ernährung der in den Knochenhöhlen gelegenen Knochenzellen durch Diffusion, ermöglicht wird dies dadurch, daß Knochenkanälchen und damit die Knochenhöhlen miteinander in Verbindung stehen, die Knochenkanälchen der innersten Lamelle öffnen sich zum Zentralkanal hin

abgesetzt wird jedes Osteon von seiner Umgebung durch eine kollagenfaserarme, grundsubstanzreiche Kittlinie

vollständige Osteone kommen nur in den Diaphysen von Röhrenknochen vor

Schaltlamellen

Lamellae interstitiales, Lamellenbruchstücke, die in der Compacta der Diaphysen von Röhrenknochen die Räume zwischen den Osteonen füllen

kommt vor, wo Osteone fehlen, z.B. in der Spongiosa der Epiphysen oder der kurzen Knochen, in der Diploe des Schädels

Generallamellen

mehrere Lamellen, die an der äußeren und inneren Oberfläche den Knochen als Ganzes umfassen

die äußeren Generallamellen liegen unter dem Periost und sind geschlossen

die inneren Generallamellen liegen zur Knochenhöhle hin, sind nicht sehr zahlreich und an vielen Stellen unterbrochen, insbesondere im Bereich der Spongiosa

Periost

besteht aus Bindegewebe und gliedert sich in

Stratum osteogenicum, das der äußeren Knochenoberfläche anliegt und sehr zellreich ist

Stratum fibrosum, einer äußerst faserreichen Schicht

in der zellreichen Schicht kommen osteogene Zellen vor, die sich nach Reizung in Osteoblasten umwandeln können

Kollagenfasern dringen als sog. Sharpey-Fasern in den Knochen ein und befestigen das Periost

gefäß- und nervenfrei, endet am Gelenkknorpel, sowie an den Befestigungen von Sehnen und Bändern

fehlt Periost, so kann es zur Knochenbildung kommen

Endost

es bekleidet den Knochen auf der Seite der Knochenhöhle und wird von den Retikulumzellen des Knochenmarks gebildet

BG-Fasern fehlen

Blutgefäße

vom Periost dringen größere Gefäße durch die Foramina nutritia, kleinere an vielen Stellen in den Knochen ein

Die kleineren Gefäße verlaufen in den Canales perforantes, Volkmann-Kanälchen, die nicht von Speziallamellen umgeben sind; die Gefäße setzen sich in die Havers-Gefäße fort, die in den Zentralkanälchen der Osteone liegen, von hier aus ziehen Gefäße ins Knochenmark

Geflechtknochen

Kollagenfasern verlaufen als grobe oder feine Bündel zu den ernährenden Gefäßen => keine Lamellenbildung

Bestand an Mineralien geringer, an Osteozyten höher als bei Lamellenknochen

nur an wenigen Stellen, z.B. Pars petrosa des Felsenbeins, Schädelnähte, Insertion einzelner Sehnen

jeder neugebildete Knochen ist Geflechtknochen

Belastung, Ernährung wichtig für Aufrechterhaltung der inneren Struktur eines jeden Knochen
Knochen als wichtigstes Calcium-Reservoir (99%)

Zwischen Blut- und Knochen calcium besteht ein lebhafter Austausch (Ablagerung, Mobilisierung)

Heilung: Bluterguß an Bruchstelle, Abräumen des zugrundegegangenen Gewebes durch Makrophagen, Knorpelbildung, enchondrale und desmale Ossifikation

Überschuß an Knochen = Kallus

Osteoblasten, Osteoklasten

Osteoblasten

gehen aus osteogenen Zellen hervor

osteogenen Zellen haben eine Generationszeit von 36 h, einige wandeln sich in Osteoblasten um

produzieren Tropokollagen, Proteoglykane

mauern sich durch Abgabe ihrer Substanzen ein

sobald sie von Interzellulärschubstanz umgeben sind, heißen Osteozyten

besonders an Oberflächen von Knochenbälkchen

Osteoklasten

gehören zu den Makrophagen

vielkernige Riesenzellen

stammen von Monozyten ab und gehören zum MPS-System

dienen Knochenabbau

enthalten viele Lysosomen sowie heterophagische Vakuolen, in denen häufig Bruchstücke von aufgenommenen Kollagenfibrillen und Knienkristallen vorkommen

liegen in Buchten des abzubauenen Knochens, den Howship-Lakunen

Knochenentwicklung

zu unterscheiden sind

desmale Ossifikation, direkte Knochenbildung

An Knochenbildungsstellen verdichtet sich das Mesenchym und wird stärker kapillarisiert, Mesenchymzellen werden größer, "bessere Ausstattung" fortsatzreichere Zellen => Osteoblasten

Osteoblast => Tropokollagen und Proteoglykane, die an den Interzellularraum abgegeben werden, extrazellulär entstehen Kollagenfasern, die in eine homogene Grundsubstanz, Osteoid, eingebettet sind

Interzellulärsbstanz werden Calcium- und Phosphationen zugeführt => Entstehung von Hydroxylapatitkristallen => verkalktes faserreiches BG/Geflechtknochen

Entstehen von Knochenbälkchen => Bildung Spongiosa => Bildung der äußeren und inneren Knochenschale

aus dem Mesenchym zwischen den Knochenbälkchen entwickeln sich weitere Osteoblasten sowie das Knochenmark und das Endost

Desmal gebildet werden Teile des Schädels sowie die Knochenmanschetten der Röhrenknochen

Gleichzeitig mit dem Knochenwachstum sind Umbauten

Wachstum desmal angelegter Knochen erfolgt appositionell

chondrale Ossifikation, indirekte Knochenbildung

Vorläufer des Knochens ist ein Modell aus hyalinem Knorpel

Bei den Anlagen von Röhrenknochen sind von vornherein die beiden Epiphysen und die Diaphyse zu erkennen

Bei der Verknöcherung von Röhrenknochen kommt es zunächst zur Ausbildung einer

perichondralen Knochenmanschette

wird von osteogenen Zellen des Perichondriums an der Oberfläche der Diaphyse gebildet

und dann zur

enchondralen Ossifikation

Knorpel des Knorpelmodells wird abgebaut und durch Geflechtknochen ersetzt, dieser wird später zum Lamellenknochen

Abbau des Knorpels beginnt im Bereich der perichondralen Knochenmanschette:

Knorpelzellen hypertrophieren => Blasenknorpel => Kalksalze in Knorpelgrundsubstanz und aus dichtem BG an Oberfläche dringen Gefäße und Mesenchymzellen durch die Knochenmanschette in den veränderten Knorpel der Diaphyse ein => Mesenchymzellen bauen Knorpel ab und wandeln sich zu Osteoblasten => Geflechtknochen => Räume zwischen Bälkchen werden durch Blutgefäße und Mesenchym ausgefüllt und bilden primäres Knochenmark

sekundäres KM wenn Mesenchymzellen in Retikulumzellen umgewandelt werden Knochenbälkchen im Bereich der Knochenmanschette werden durch Osteoklasten abgebaut => Erweiterung der Knochenmarkshöhle bis zu einer Umbauzone zwischen Diaphyse und Epiphyse

In Umbauphase enchondrale Verknöcherung

Wenn Epiphyse und Diaphyse größtenteils verknöchert, dann nennt sich die Umbauzone Wachstumsfuge (Metaphyse, Epiphysenplatte)

Von der Epiphyse her folgen aufeinander

Reservezone

bestehend aus hyalinem Knorpel

früh handelt es sich um die ganze Epiphyse, später breiter Streifen

Proliferationszone

lebhaft Teilung der Knorpelzellen

Bildung des Säulenknorpels

Abnahme der Interzellulärsbstanz

Resorptionszone

Diaphysenwärts werden Knorpelzellen, Knorpelhöhlen immer größer, sie enthalten viel Glykogen => Blasenknorpel
wenig Interzellulärsubstanz

Verknöcherungszone

Zugrundegehen des Knorpels oder Freisetzung durch Abbau => Eröffnungszone

In Knorpelgrundsubstanz Kalkablagerungen

Knorpelspannen lagern sich Osteoblasten auf => Bildung Geflechtknochens
=> Netzwerk aus Knochenbälkchen, das mit der perichondralen Knochenmanschette in Verbindung steht

Verknöcherung der Epiphyse

später als bei Diaphyse bilden sich im Inneren Blasenknorpel

aus Umgebung wachsen in diesem Gebiet Gefäße und Mesenchymzellen ein
Verknöcherung wie bei Diaphyse

Bildung der Knochenbälkchen schreitet vom Epiphysenzentrum zur Peripherie fort

An Oberfläche bildet sich Knochenschale

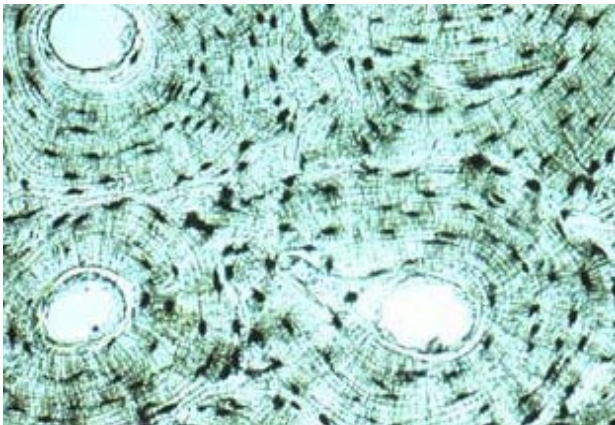
Verschont bleibt Gelenkbereich und Wachstumsfuge

Bei Geburt besitzen nur distale Femurepiphysen und proximale Tibiaepiphysen

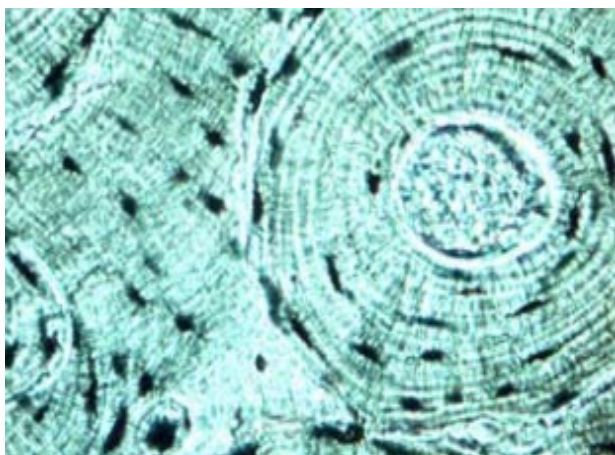
Knochenkerne => Schließung auf Alter

Umbau/Wachstum

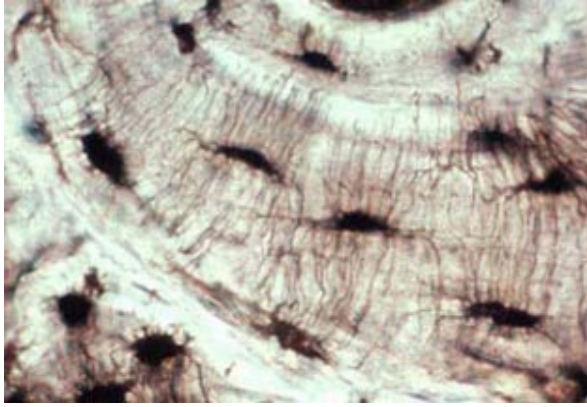
Abbau von Geflechtknochen durch Osteoklasten, Aufbau von Lamellenknochen durch Osteoblasten (aus dem Mesenchym)



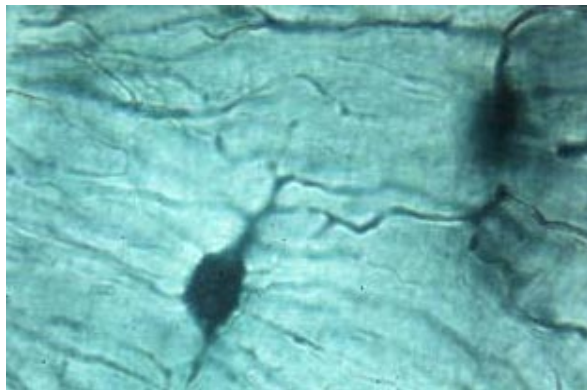
Section of compact ground bone - dry and unstained - showing cross-cuts of Haversian systems. In the center of each system is an Haversian canal which carries blood vessels. With so many such systems per unit volume of bone, we can say that bone is a well vascularized tissue. (By contrast, cartilage is avascular.)



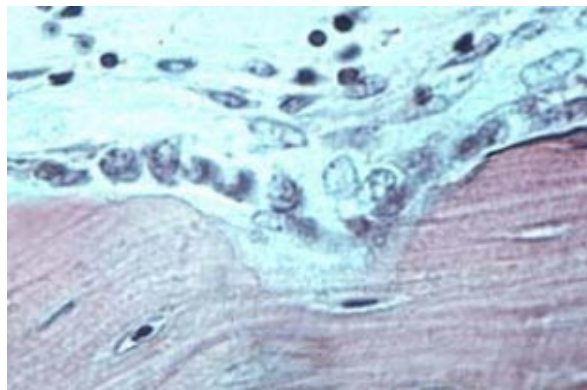
Higher power of ground compact bone. You can see on the left that a central vascular channel (Haversian canal) is surrounded by concentric lamellae (layers) of bone. These lamellae are made up of collagenous fibers and inorganic salt matrix. The lamellae in the center of the picture are interstitial lamellae, left over from earlier Haversian systems that have been partially resorbed as new systems were laid down during the constant remodelling of the bone as it formed. Black spaces air-filled lacunae in which osteocytes once lived.



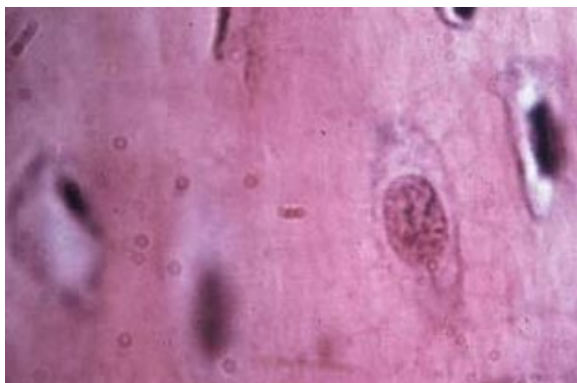
Detail of Haversian system, showing the tiny, spidery canaliculi extending from one lacuna to the next. In life these canaliculi held the processes of osteocytes thus permitting diffusion of nutrients from the central blood vessels to the outer lamellae of the Haversian system.



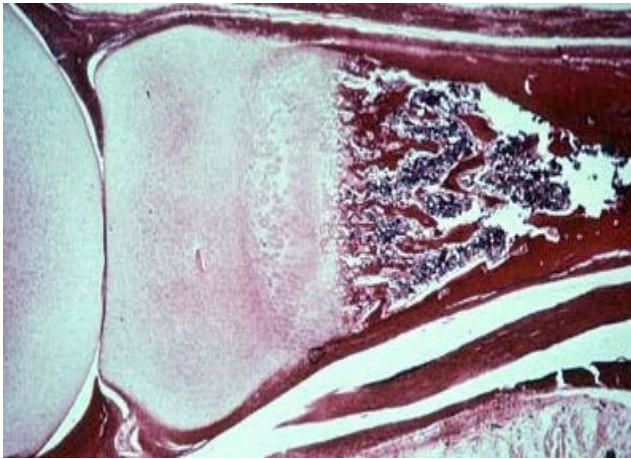
Detail of lacuna, showing radiating canaliculi. Tissue fluid from the capillaries and connective tissue of the Haversian canal can seep through these spaces and channels, bringing nutrients to the stellate osteocytes residing there.



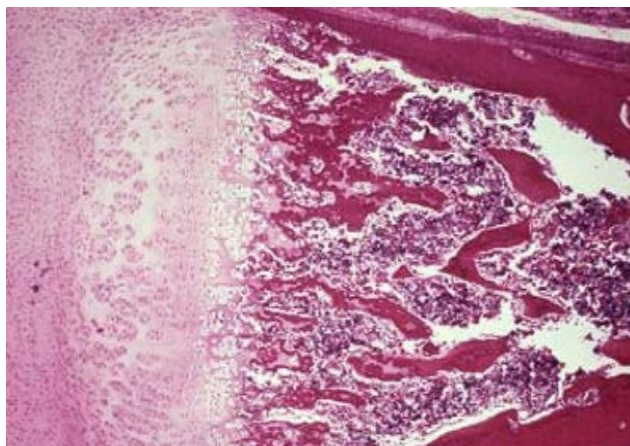
Detail of bone-forming osteoblasts lined up along the inner (endosteal) edge of bone next to the marrow cavity. In young bones growth continues in width, constantly laying down bone and resorbing it and laying down more. Real width, of course, increases by the laying down of periosteal bone on the outside of the bone, but activity continues on the endosteal surface also. Notice osteocytes inside the bony substance, lying in lacunae.



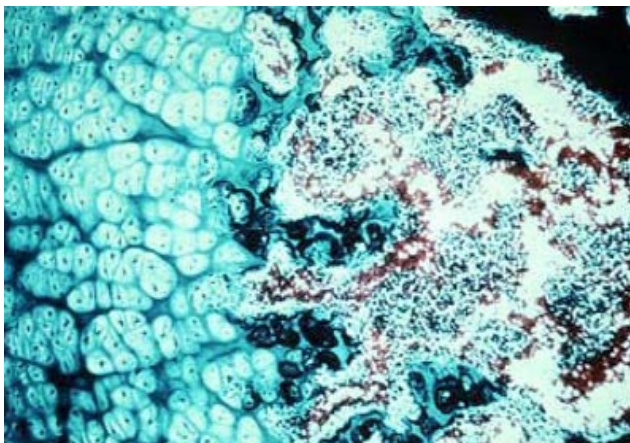
Detail of osteocytes in lacunae. The collagenous fibers of the decalcified matrix are quite acidophilic, as always. Osteocytes like these are present in both compact and spongy bone; their arrangement, however, is in concentric lamellae in compact bone and in randomly arranged lamellae in spongy bone. Remember, too, that osteocytes have processes which extend out into canaliculi in both kinds of bone.



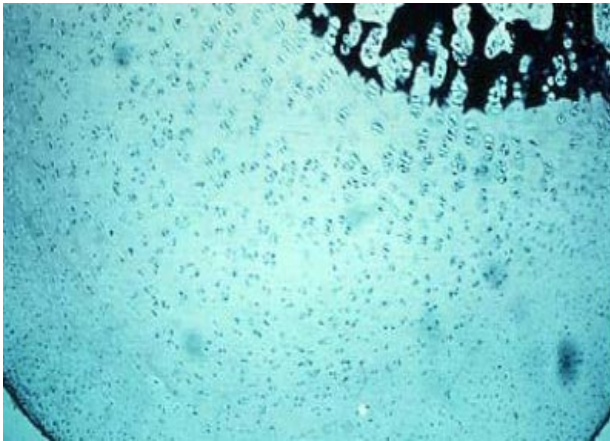
All of the long bones and many others of the body, are preformed embryologically in hyaline cartilage and then replaced by bone by endochondral ossification. Such a change has begun in the middle of the shaft of this bone, thanks to the invasion of blood vessels and their accompanying primitive connective tissue. Pale pink cartilage is seen in the head of the bone. A dark pink periosteal bone collar has already formed around the middle of the shaft, and ossification is proceeding toward both ends of the cartilage model. The dark pink strands lying outside the whole bone are dense collagenous tissue of periosteum (around the bony part) and perichondrium (around the cartilaginous part). H & E stain.



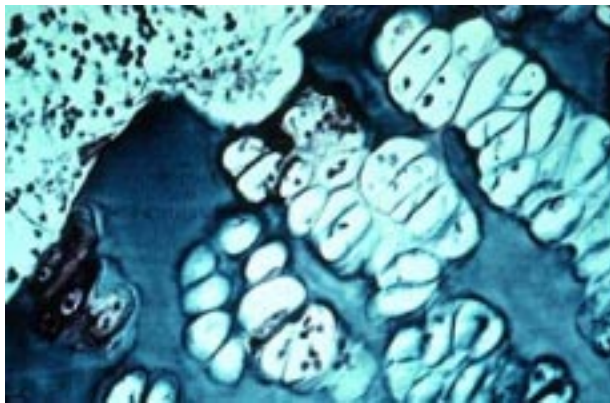
Endochondral ossification in greater detail. The cartilage cells (chondrocytes) near the region of active ossification have enlarged (hypertrophied) and lined up more or less in columns. The purplish material in the center of the shaft is primitive bone marrow, with reticular cells and developing blood cells. The vascular elements of the marrow tissue actively invade the cartilage above, leaving spicules of calcified cartilage, upon which bony matrix will be deposited. The dark pink spicules here are made of bone; the paler pink, small spicules at the leading edge of the cartilage are made of calcified cartilage.



Endochondral ossification in Mallory stain. Cartilage is light blue and bone is dark blue. A thin layer of bone has already been laid down on the surface of the cartilage spicules along the leading edge of cartilage. Blood cells in the marrow cavity are red. The very dark blue at the lower left and right is spongy bone of the periosteal bone collar of the shaft. This will later be remodeled into Haversian systems of compact bone.



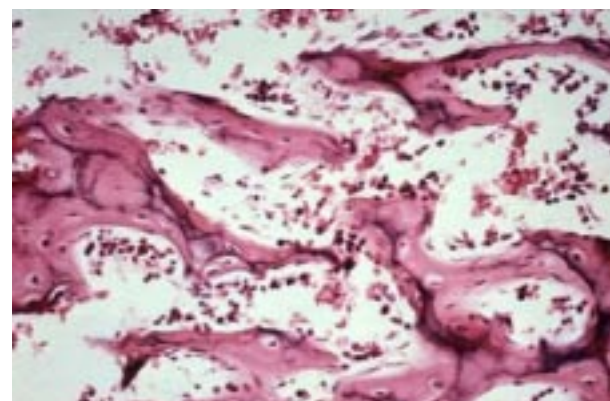
Head of fetal bone still made of hyaline cartilage. Near the point where ossification is going on (lower left corner) the cartilage cells become larger and the cartilage matrix becomes calcified (purple instead of pale pink here, as stained in H & E). A small amount of dark pink bone has been laid down on the surface of the calcified cartilage. Later on, a secondary center of ossification will form in the head of the bone, and the cartilage that remains between the two centers of ossification will be the epiphyseal plate for growth of the bone in length.



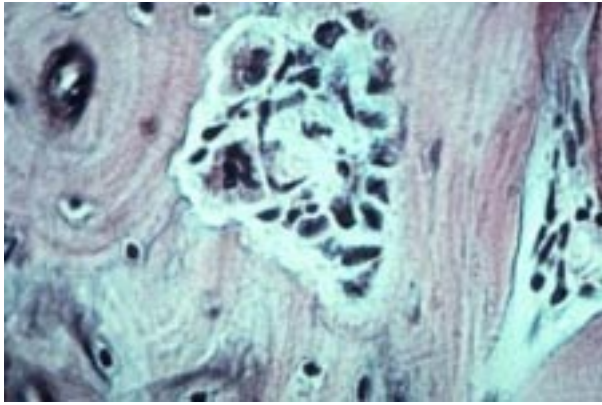
Region of ossification at higher magnification — same stain as previous slide. Chondrocytes are hypertrophied, degenerating, and lined up in columns at the left. As the marrow tissue invades the cell columns, spicules of cartilage will be left. The cartilage matrix is calcified (purple), and one small area of bone deposition, has begun on it (the red color at the upper right). The small cells caught in the red matrix are osteocytes.



Another detail of ossification. Calcified cartilage spicules are purple-blue; bone deposits are purple-red. Gradually the cartilaginous portions will be resorbed as the bone is constantly reshaped, until finally there will be no trace of cartilage left. The main purpose of the cartilage in the first place was to provide a framework upon which bone deposition could begin.



Spicules showing early endochondral ossification. In H & E stain, the centers of the spicules show the purple of calcified cartilage; the edges are pink because of the bony matrix laid down upon the cartilage.



The large central space is a resorption area where young compact bone is being actively remodeled. This is an area where osteoclasts are resorbing the bony substance; notice to large multinucleated osteoclasts toward the left of the cavity next to the intact Haversian system that lies in the upper left corner of the field. Later, osteoblasts will differentiate from the primitive reticular tissue in the resorption cavity and will begin to lay down new bony lamellae around the edge of the cavity. As successive lamellae are laid down, the cavity will gradually grow smaller, until eventually a new Haversian system with a narrow central canal will be formed.

Muskelgewebe

bestehend aus hochdifferenzierten, langgestreckten Muskelzellen, die in ihrem Zytoplasma als charakteristische Struktur kontraktile Eiweißfibrillen, Myofibrillen, enthalten

Zellen verfügen über Myoglobin => rote Muskelfarbe

chemische Energie => mechanische Energie

Immer i. V. m. Bindegewebe, welches am Aufbau beteiligt ist, die Muskeln gliedert, befestigt

Man unterscheidet

Glatte Muskulatur

Quergestreifte Muskulatur

Skelettmuskulatur (Muskelfaser)

Herzmuskulatur

Unterschiede

die kontraktile Myofibrillen weisen in der quergestreiften Muskulatur Querstreifung auf
glatte Muskulatur wird nur vom vegetativen Nervensystem, die Skelettmuskulatur überwiegend vom somatischen Nervensystem innerviert => Kontraktion glatter M. unwillkürlich
Kontraktion der glatten M. ist langsam

Ausnahme: Herzmuskulatur: sie ist zwar quergestreift, wird aber vom vegetativen Nervensystem innerviert und ist autonom tätig

Entwicklung

entstammt dem Mesoderm, Ausnahme: Myoepithelzellen, innere Augenmuskeln, die aus dem Ektoderm hervorgehen

Ausgangsmaterial der Skelettmuskulatur sind Myoblasten der aus dem Somiten entstandenen Myotome

glatte Muskulatur und Herzmuskulatur entwickeln sich aus dem unsegmentierten viszeralem Mesoderm und der Cutisplatte

Sonderstellung: Kopfmuskulatur und die aus den Branchialbögen hervorgegangenen Muskeln, da sie aus dem Mesoderm entstehen obwohl sie glatte Muskulatur sind, ebenso Ausnahme ist die quergestreifte M. des Ösophagus

Muskeldifferenzierung: dünne, unregelmäßige Filamente, bei Skelett- und Herzmuskel später dickere Filamente (Myosin) => Ordnen der dünnen und/oder dicken Filamente zu Myofibrillen => Vermehrung der Myofibrillen durch Längsteilung, Skelettmuskelfasern entstehen durch Verschmelzung von Myoblasten und sie sind vielkernige Synzytien

Glatte Muskulatur

u.a. in Gefäßwand und in Eingeweiden

bildet häufig Bündel, die durch BG zusammengehalten werden und in denen sich die Muskelzellen überlappen

meist spindelförmig und selten verzweigt

besonders lang: glatte Muskelzellen des Uterus

Zellkern ist zigarrenförmig, hat abgerundete Enden, liegt in Mitte

Zytoplasma (Sarkoplasma)

bei Kern wenig Mitochondrien, wenig glattes ER, Glykogen, kleinen Golgi

größte Zellteil eingenommen von Aktinfilamenten

eingelagert sind Myosinfilamente, in Kontakt mit Aktinfilamenten

weiterhin intermediäre Filamente, zusammen mit Aktinfilamenten an randständigen Verdichtungen des Plasmalemm befestigt

an und unter Zellmembran pinozytotische Bläschen, kein tubuläres System

Plasmalemm

von Basalmembran bedeckt, die mit Gitterfasern verbunden ist

können auch mit elastischen Fasern/Membranen in Verbindung stehen, sie bilden dann muskulo-elastische Systeme

Verbindung untereinander

durch BG-Fasern oder desmosomenähnliche Strukturen

gap junctions (Erregungsübertragung)

glatte Muskelzellen sind zur Hypertrophie befähigt

Innervation

durch vegetatives Nervensystem

an manchen Zellen Membrankontakte zwischen Nervenendigungen und Plasmalemm der Zelle

sonst Synapsen anpassend

befähigt zu spontaner Eigenkontraktion

Quergestreifte Muskulatur

Skelettmuskulatur

Muskulatur des Bewegungsapparates aus quergestreifter M.

Name daher, weil meisten Muskeln am Skelett entspringen oder ansetzen

quergestreifte Muskulatur in den Eingeweiden von Kopf und Hals, sowie im Ösophagus (stehen nicht mit Skelett in Verbindung)

Das kontraktile Element der Skelettmuskulatur ist die Muskelfaser, ein Hüllsystem aus kollagenen und elastischen Fasern faßt die Muskelfasern zu Muskelbündeln und Muskeln zusammen

Muskelfaser

können bis zu 15 cm lang sein

charakteristisch für die reife Skelettmuskulatur sind

die vielen unter dem Sarkolemm in der Peripherie der Zellen gelegenen Zellkerne und die quergestreiften Myofibrillen

zwischen den Myofibrillen befinden sich wenig mitochondrienreiches Sarkoplasma mit Glykogen, glattes ER, Myoglobin

granuläres ER und Ribosomen kommen nur gering vor

zylindrische Form

aufgebaut aus Myofilamenten, die aufgrund ihrer Anordnung charakteristische Querstreifung hervorrufen

Z-Streifen

dünne Filamente sind in den Z-Streifen mit denen der folgenden Sarkomeren durch sog. Z-Filamente verknüpft
Grundsubstanz
dunkle Querlinie in der Mitte des I-Streifens

I-Streifen

bestehend aus dünnen Filamenten
isotrop, bei Färbung hell

A-Streifen

anisotrop, d.h. bei polarisiertem Licht stark doppelbrechend, bei Färbung dunkel
gebildet von dicken (Myosin-)Filamenten, bei denen sich im entspannten Zustand die dünnen Filamente bis an die Grenze des H-Streifens legen
hexagonale Struktur, um jedes dicke Filament liegen 6 dünne

H-Zone (Hensen-Zone)

Abschnitt des A-Streifens, der nur aus dicken Filamenten besteht
helle Zone in der Mitte des A-Streifens

M-Streifen

in der Mitte der H-Zone gelegen
befindlich zwischen den dicken Filamenten molekularer Querverbindungen
feiner dunkler Streifen in der Mitte der H-Zone

regelmäßige Anordnung ruft in den Myofibrillen eine Periodizität hervor, eine Periode reicht von einem Z-Streifen zum nächsten und wird als Sarkomer bezeichnet
ein Sarkomer ist 2 µm lang

Streifenfolge Z-I-A-H-M-H-A-I-Z

Myofilamente

kurze Elementarfibrillen, die aus Strukturproteinen bestehen
zu unterscheiden sind

dünne Filamente, Aktinfilamente
dünner als Myosinfilamente

bestehend aus Aktin (Protein), Tropomyosin, Troponin
dicke Filamente, Myosinfilamente

Faserprotein, bestehend aus stäbchenförmigem Schaftteil (L-Merosin), dem am Ende ein seitlich gelegener, an einem spiraligen und beweglichen Hals befestigter, kugelförmiger Kopf (M-Merosin) aufsitzt
Zusammenfügung zu Myofilamenten

Aktin- und Myosinfilamente sind miteinander verzahnt

Kontraktion

zu unterscheiden sind

isotonische Kontraktion

Verkürzung des Muskels

erfolgt nach der Theorie von Huxley dadurch, daß sich das Ausmaß der Überlappung zwischen dünnen und dicken Filamenten ändert: Je nach Kontraktionsstärke werden die Aktinfilamente dementsprechend zwischen die Myosinfilamente gezogen

I und H werden schmaler, Sarkomere werden kürzer

Verschiebung der dünnen Filamente entsteht, da durch Einströmen von Calciumionen ins Sarkoplast eine Verbindung zwischen den Köpfchen des Myosins und den Aktinfilamenten zustandekommt und ATP gespalten wird; Myosin wirkt dabei als ATPase

durch Umlegung der Myosinköpfchen, Spannungsentwicklung und Bewegung des Halses zwischen Schaft und Kopf des Myosins werden die dünnen Filamente zwischen die dicken gezogen

Sarkoplasmatisches Retikulum

hierbei handelt es sich um die Tubuli des sarkoplasmatischen Retikulums, die jede Myofibrille netzförmig umgeben. Sie bilden das longitudinale System, das L-System.

im sarkoplasmatischen Retikulum sind die Calciumionen für die Kontraktionsauslösung gespeichert

die Calciumionen gelangen ins Sarkoplasma, wenn die Durchlässigkeit der Membranen des sarkoplasmatischen Retikulums geändert wird, dies erfolgt, wenn eine nervöse Erregung über die transversalen Tubuli ins Innere der Muskelfaser gelangt

hört die nervöse Erregung auf, so wird die Calcium-freisetzung unterbrochen und ein Rücktransport tritt ein

T System

von Oberfläche der Muskelfaser dringen schmale Tubuli in Form schlauchförmiger Invaginationen des Plasmalemm in das Innere der Muskelfaser ein

die Tubuli legen sich den Myofibrillen der Skelettmuskelfasern an der Grenze zwischen I- und A-Streifen an

Triade

entstehen dadurch, daß 2 gegenüberliegende Erweiterungen des sarkoplasmatischen Retikulums, sog. Zisterne, an die transversalen Tubuli herantreten

gelegentlich auch Diaden: nur 1

in jedem Sarkomer sind 2 Triaden

isometrische Kontraktion

zur Kraftentfaltung kommt es dadurch, daß die beweglichen Myosinköpfchen zyklisch am immer dieselbe Stelle der Aktinfilamente herantreten und die durch die Drehbewegung des Myosinköpfchens entstandene Spannung nach außen abgegeben wird

Dehnung

maximale Kraftentfaltung wenn Aktin-Myosinfilamente sich so überlappen, daß die Sarkomerenlänge 2,0-2,2 mm beträgt

Unterschiede zwischen Skelettmuskelfasern

nicht alle gleich, Unterschiede in Mengenverhältnis von Myofibrillen zu Sarkoplasma und Mitochondrien

folgende drei Fasertypen kommen vor

Fasertyp 1

schmal, relativ sarkoplasmareich

enthalten viele Mitochondrien, die in Reihenstellung zwischen Myofibrillen liegen

enthalten viel Myoglobin

kontrahieren langsam, aber kräftig, lange

Fasertyp 2

größer, mitochondrienärmer, myofibrillenreicher

Sarkoplasma enthält weniger Myoglobin

schnelle Kontraktion, aber nicht lange

Intermediärtyp

Eigenschaften liegen zwischen denen der anderen zwei

Skelettmuskelfasern sind aus allen drei Typen aufgebaut

Innervation

jede Muskelfaser hat wenigstens eine Synapse, feine Muskelfasern, äußere Augenmuskeln mehrere

motorischen Endplatten liegen in der Mitte

eine Nervenfasern kann eine Muskelfaser innervieren, kann sich aber auch aufteilen und mehrere innervieren

Einheit der Nervenfasern und der innervierten Fasern ist eine motorische Einheit

Sehnenbefestigung

erfolgt an Basalmembran der Muskelfasern, wo diese fingerförmige Einstülpungen aufweisen, in die sich Sehnenfasern hineinschieben, dort gibt es Vorkommen von Hemidesmosomen
retikulären Fasern des Sarkolemmes setzen sich auf die Sehnenfasern fort

Herzmuskulatur

quergestreift, jedoch Unterschiede bzgl. Skelettmuskulatur

Besonderheiten

unregelmäßige Verzweigung der Zellen

etwa 100 µm Länge

End-zu-End-Verbindungen (Zellgrenzen) => Netzbildung

End-zu-End-Verbindungen bilden die Disci intercalares, Glanzstreifen

gerade oder stufenförmig zwischen Herzmuskeln

Verzahnungsstelle der einzelnen Muskeln

Zellmembranen speziell strukturiert zur Zellhaftung und Befestigung der Myofibrillen

An Zellmembran zu erkennen sind Desmosomen, Fasciae adhaerentes und Nexus

gap junctions zur Weiterleitung von Erregung

Myofibrillen im Bereich von Zytoplasmaverdichtungen

Zellkern liegt zentral, gelegentlich mehrere

Myofibrillen in Zellen oft als Verbände, Feinbau

zwischen Fibrillen und unter der Oberfläche viele Mitochondrien

Sarkoplasma mit braunem Pigment (Lipofuszin) an Polen

gering entwickeltes sarkoplasmatisches Retikulum, dessen Zisterne an die Membranen des T-Systems herantreten, liegen an Myofibrillen

kräftig entwickeltes transversales System in Höhe der Z-Streifen

im Herzmuskel T-System als Calciumspeicher

Funktion, Blutversorgung, Innervation

engmaschiges Kapillarenetz

Erregungsleitsystem, das autonom tätig ist

Zellen sind größer als restliche

sarkoplasmareich, myofibrillenarm, glykogenreich, geringen oxidativen Stoffwechsel

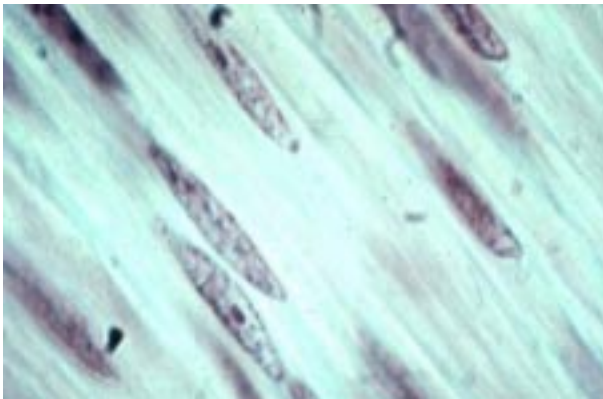
Myofibrillen liegen randständig

mehrere Zellkerne in Fasermitteln

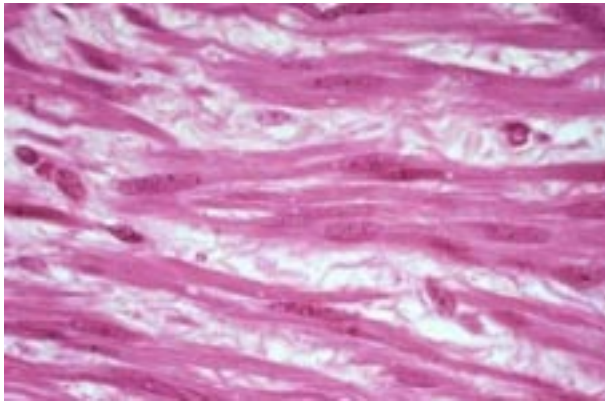
Innerviert durch vegetatives Nervensystem

keine Regeneration möglich, aber Hypertrophie

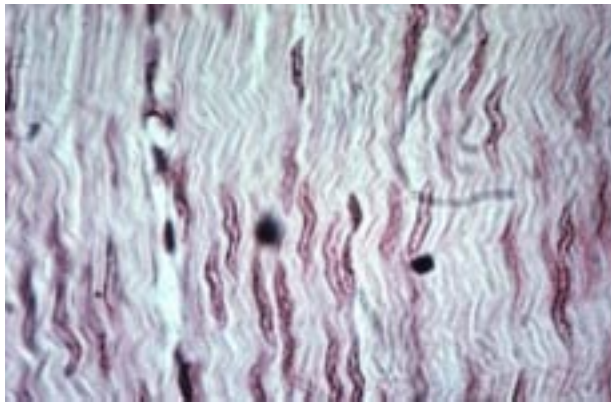
Längsschnitte:



Smooth muscle - long, slender central nuclei, lying within narrow, fusiform cells that lie parallel to each other in a smooth arrangement. (Muscle cells are often referred to as muscle fibers because of their narrowness and length.)



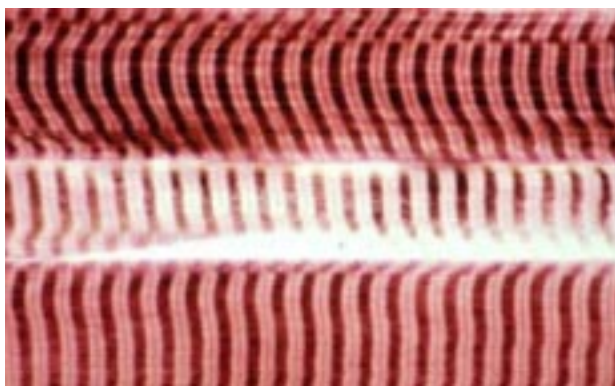
Smooth muscle - with cells more separated so as to see their extent and shape better, and the central position of their nuclei. A loose, irregular connective tissue (endomysium) lies between the cells. Nuclei seen in this c.t. belong to fibroblasts mainly.



Smooth muscle with wrinkled nuclei due to contraction of cells.



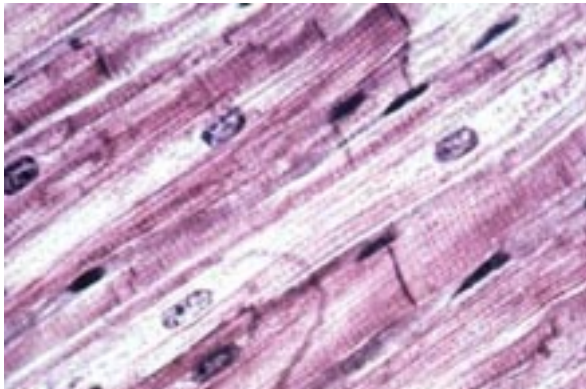
Skeletal muscle cells (fibers), with cross-striations and peripheral nuclei.



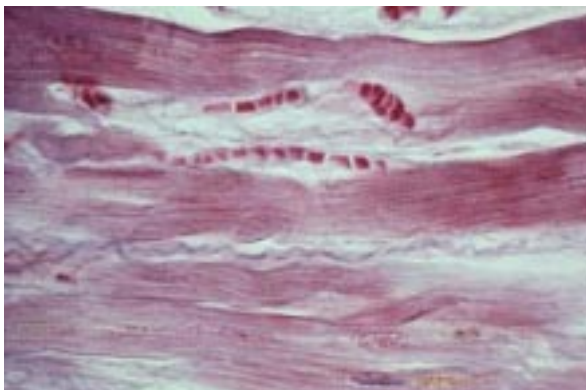
Higher power of skeletal muscle for details of cross-striations. Notice thin Z discs and heavy A bands. From one Z disc to the next is a sarcomere, the unit of muscle contraction. In the upper muscle cell notice shadowy myofibrils running longitudinally.



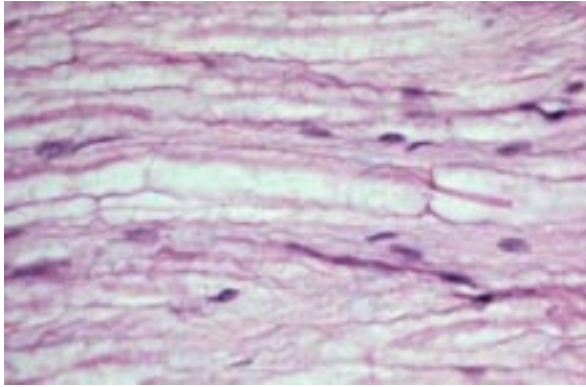
EM of several myofibrils running longitudinally through skeletal muscle cell. Between individual myofibrils lie the mitochondria (M) and glycogen (G) of the cytoplasm. Within each myofibril are the typical striations: A= A band; I= I band; Z= Z line; and H= H band. The banding is formed by the arrangement of myosin and actin filaments.



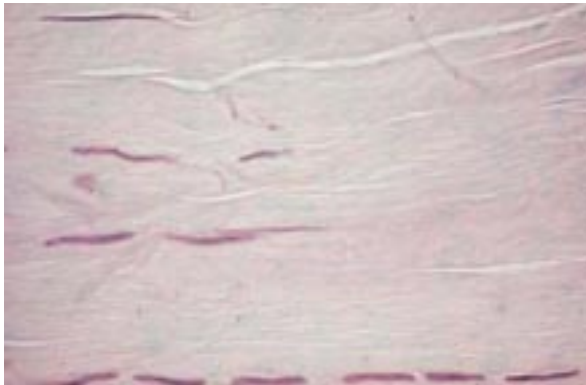
Cardiac muscle with cross-striations, dark intercalated discs, and centrally located nuclei. Notice too that the nuclei are stubby in appearance, and that they lie in a rather granular cytoplasm. Some of the intercalated discs form a straight line across muscle fibers; others make a step-like arrangement.



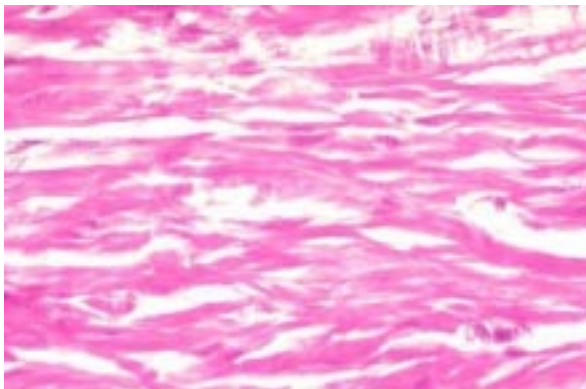
Another view of cardiac muscle showing wavy connective tissue (endomysium) between muscle cells. Also, notice capillaries with r.b.c.'s; muscle is a highly vascularized tissue. Some yellow granular cytoplasm can be seen inside the lower muscle cells, where myofibrils are parted. This picture also gives some indication of the branching of cardiac fibers.



This is a longitudinal section of peripheral nerve, for comparison with the three types of muscle. The foamy, pale look is due to the dissolving out of lipids from the myelin sheath. Note also the rounded constrictions of nodes of Ranvier.

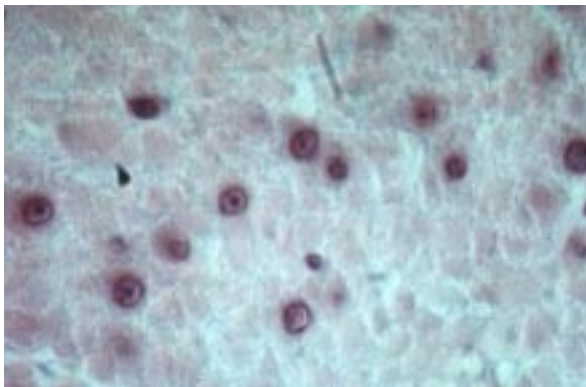


Another comparison, this time with tendon (dense, regular, collagenous c.t.). Here you see very thin fibroblast nuclei compressed between collagen fibers and lined up in rows („box-car“).

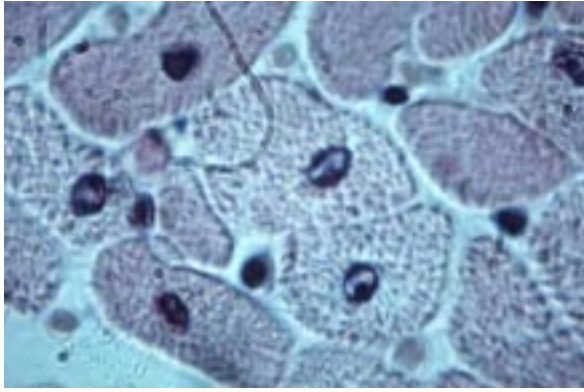


Dense, fairly regular, collagenous tissue with mostly fibers and very few cells. Not as neatly arranged as the previous tissues.

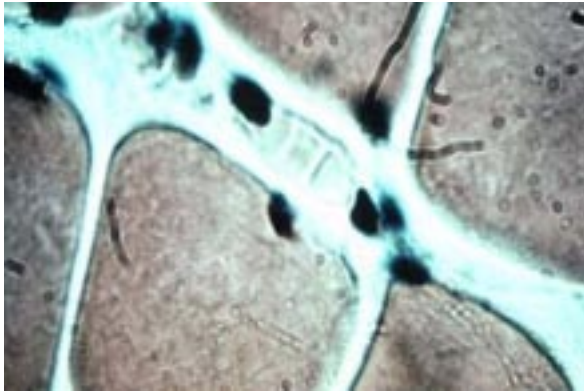
Querschnitte:



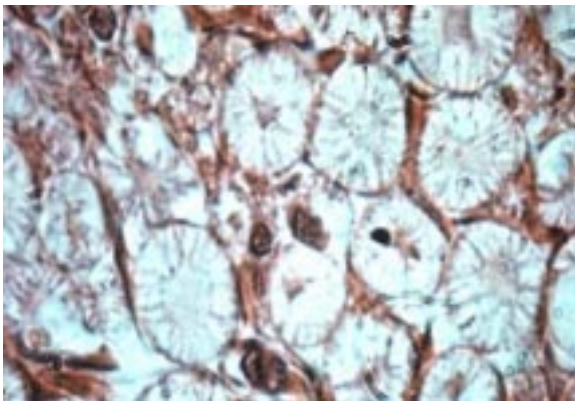
Smooth muscle. Since the muscle cells are spindle-shaped, with tapered ends, the diameters of cross-cuts of individual cells vary considerably. Nuclei are central but appear only when the section goes through the widest part of the cell. Compare diameters of these cells with those in the next two slides, which are at the same magnification.



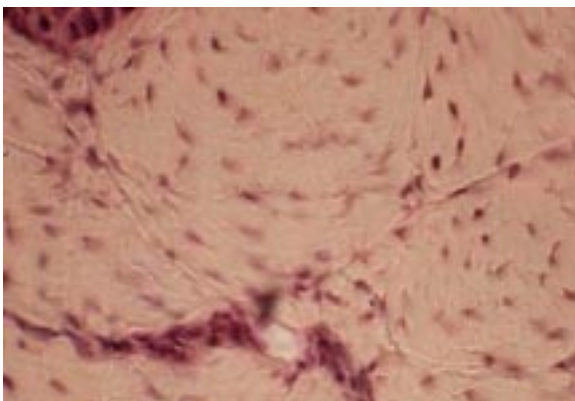
Cardiac muscle, with central nuclei surrounded by proportionally greater amounts of cytoplasm than previous smooth muscle. The „graininess“ of the cytoplasm is due to cut ends of myofibrils. Remember that a very fine connective tissue endomysium lies between the individual muscle cells in all three types of muscle; often it is not well preserved because it collapses during fixation.



Skeletal muscle — large, rounded cross-sections of muscle cells, packed so full of myofibrils that nuclei are displaced to the periphery. (There is a capillary filled with pink rbc's in the upper middle field.)

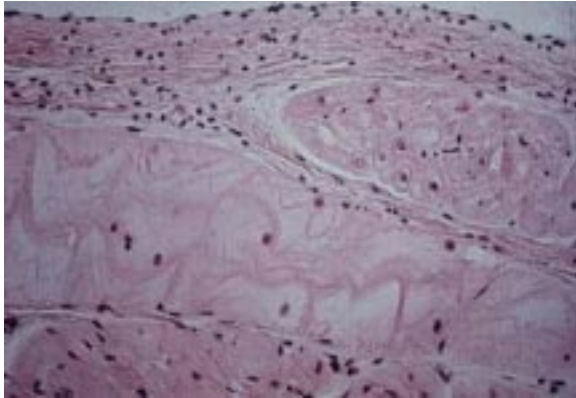


A cross-cut of nerve for comparison. The pale central axons are surrounded by myelin sheaths that seem to have radiating lines in them due to the way the protein component of the sheath is preserved. All nuclei lie between nerve processes rather than in them.

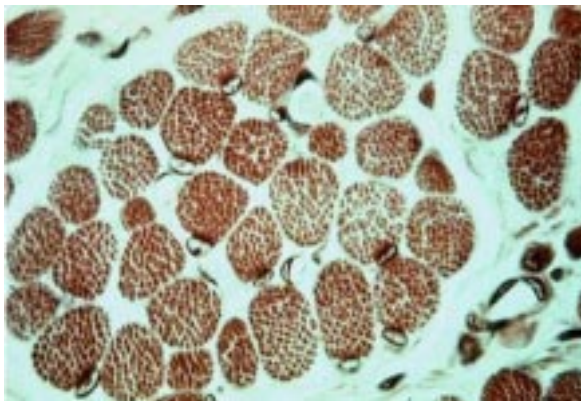


A cross-cut of tendon to show fibroblasts compressed between thick pale collagenous fibers that they look stellate in shape. The cells look as if they are lying in „cracks“ between the fibers; notice this on the right side of field particularly.

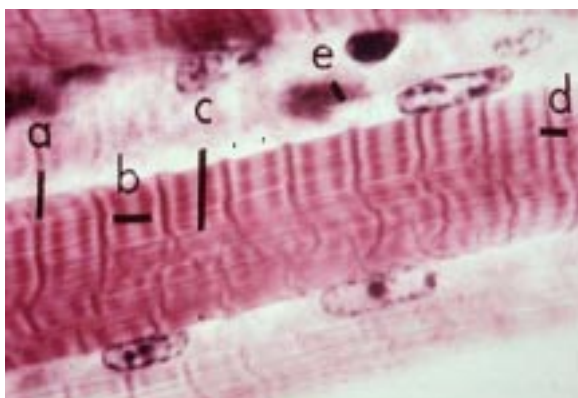
Weitere Schnitte zum Muskelgewebe:



The inner surface of the heart showing large, pale-staining Purkinje fibers lying across the mid-portion of the picture. They are modified cardiac muscle fibers and seem mostly free of myofibrils except at the cell periphery, so that each cross-cut seems to have a darker pink rim and a pale center. The normal cardiac muscle fibers lie below in this picture and appear much smaller and more darkly stained than the Purkinje fibers.



Cross-cut of skeletal muscle to show connective tissue partitioning of muscle into groups or bundles of fibers. Endomysium is very delicate and lies between individual fibers, while perimysium is more visible and lies around a group of fibers. Epimysium is not seen here but ensheaths a whole muscle. In this picture notice the presence of small blood vessels in both perimysium and endomysium. Notice also the cross-cuts of myofibrils within the muscle cells, making them look grainy.



Longitudinal view of skeletal muscle cell with unusually clear cross-striations. This muscle is stretched, so that the A band is widely split.

- a) Z disc
- b) A band, split — with pale H band in the middle
- c) the line lies right in an H band
- d) width of I band, with Z disc in the middle
- e) pointing to a practically invisible thin line, the sarcolemma (or cell membrane), which lies outside the pale peripheral nucleus seen to the right.

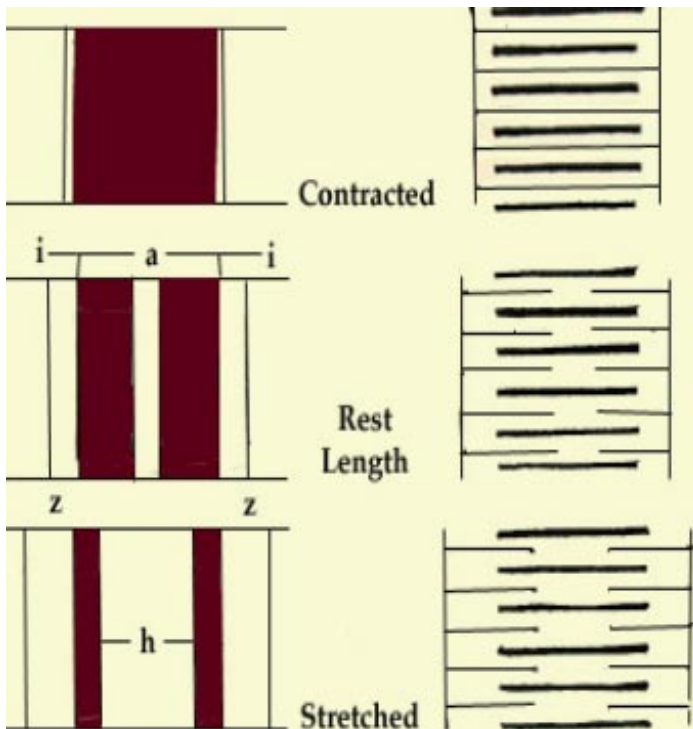


Diagram of contraction of skeletal muscle. On the left is the view with light microscopy. On the right are the thin actin filaments and thick myosin filaments seen in EM. Notice that the total width of the A band stays the same throughout and that the sliding in or out of the actin filaments determines the width of the H band. Consider which filaments you would see if you cut the muscle cross-wise through the I band, A band, or H band.

Nervengewebe

bestehend aus
alle Nervenzellen stammen aus dem Ektoderm

1. Nervenzellen mit ihren Fortsätzen/Neuron dienen Signalleitung und -verarbeitung werden erregt durch Veränderungen in Umgebung (Reiz) leiten Erregung über sehr weite Strecken können Erregung übertragen, was an Synapsen erfolgt jede Nervenzelle ist eine genetisch, morphologisch, funktionell und trophische Einheit bestehend aus

Perikaryon

trophisches Zentrum

Oberfläche kann erregend (exzitatorisch) bzw. hemmend (inhibitorisch) wirkende Reize aufnehmen

auffälliger Zellkern: groß, bläschenförmig, zentral, deutlicher Nucleus

Verlust von Nervenzellen unersetzbar, da keine Mitose

Im Zytoplasma

basophile Schollen, Nissl-Substanz

lokale Anhäufung von Zisternen des rauhen ER

zwischen Membranen viele freie Ribosomen

Ort der Proteinsynthese => Bildung Struktur- und Transportproteine

auffälliger Golgi-Apparat

enge Zusammenarbeit mit Nissl-Substanz bei Proteinsynthese

gelegentliches netzförmiges Auftreten in Nähe des Kerns

Neurofibrillen/Neurotubuli

beide Strukturen gehören zum Zytoskelett

Neurofibrillen sind intermediäre Filamente

Neurotubuli im Dienst des Vesikeltransports

weitere Bestandteile Neuroplasma

Melanin (dunkelbraunes oder schwarzes Pigment in Substantia nigra), Pigmente,

Mitochondrien

Fortsätze

in der Regel mehrere Dendriten

baumartig verzweigte Fortsätze der Nervenzellen

sehr zahlreich

Ausnahme: Spinalganglienzellen, nur ein Dendrit, aber dieser kann so lang sein wie Neurit
enthalten Zytoplasma, dessen Feinbau dem des Perikaryons entspricht

Nissl-Schollen werden jedoch nur perikaryonah gefunden

in dünnen Dendriten fehlen Mitochondrien

Signalaufnahme => an Oberfläche kleine Dorn- oder knospenförmigen Fortsätze, die mit anderen Neuriten Synapsen bilden

Weiterleitung von Signalen in Dendriten in Richtung auf das Perikaryon und von dort ins Axon => Übertragung von Signalen nur in eine Richtung

ein Axon

Fortsatz der Nervenzelle, der für die efferente Erregungsleitung verantwortlich ist

jede Nervenzelle besitzt nur 1 Axon

umgeben von Hülle => Nervenfaser

Abgang des Axons vom Perikaryon ist durch den Nissl-Schollen-freien Ursprungskegel gekennzeichnet, es folgt ein dünnes kurzes Initialsegment

In Perikaryonnähe können sie Fortsätze, Kollaterale abgeben

teilen sich gelegentlich T-förmig in aufsteigende und absteigende Kollaterale

häufige Verzweigung des Axonendes, Telodendron

in vegetativen NZ besitzen Axone aufeinanderfolgende örtliche Auftreibungen, Varikositäten

Plasma: Axoplasma: organellenarm, Neurofibrillen, Neurotubuli, Bläschen, vereinzelt Mitochondrien und glattes ER

dauernd einer nach distal gerichteten Strömung begriffen, axoplasmatischer Fluß zum Substanztransport

schneller Transport, 100 mm/Tag im Zentrum

langsamer Transport, wenige mm/Tag am Rand des Axons

Richtung der Transporte ist anterograd, es kann auch retrograden Transport geben

Oberflächenmembran = Axolemm

Nervenzellunterschiede

Unterschiede bzgl. Größe, Form, Feinbau der Perikarya, Zahl und Art der Fortsätze, Funktion

Im Hirn zytoarchitektonische Gliederung

multipolare Nervenzellen

meistvorkommend

viele Fortsätze

z.B. motorischen Vorderhornzellen des RM

zahlreiche Dendriten, langes Axon

verschiedene Typen

Golgi-Typ I-Nervenzelle

langes Axon, nur 1-2 dicke Dendriten, die sich stark verzweigen

z.B. Purkinje-Zellen des Kleinhirns

Golgi-Typ II-Nervenzelle

Axon verbleibt in Nachbarschaft des Perikaryons

integrative Funktionen (Relaiszellen)

bipolare Nervenzellen

wenn außer dem Axon noch 1 Dendrit vorhanden ist

unipolare Nervenzellen

nur ein Axon, keine Dendriten

pseudounipolare Nervenzellen

z.B. im Spinalganglion

ursprünglich zwei Fortsätze, die sich dann aber perikaryonah zu einem Fortsatz vereinigt haben

Fortsatz teilt sich T-förmig, wobei ein Ast in Peripherie, der andere ins ZNS zieht, beide von Myelinscheide umgeben
der in die Peripherie gerichtete Fortsatz ist ein Dendrit und heißt dendritisches Axon, der andere das Axon sui generis

Neurosekretorische Nervenzellen

spezielle multipolare im Hypothalamus, die spezifisches Sekret, Neurosekret aus Neurohormonen und Trägersubstanz bilden
elektronenmikroskopisch besteht Sekret aus Elementargranula, die im Golgi-Apparat der Perikarya neurosekretorischer Zellen gebildet, im Axon zur Peripherie transportiert, am Axonende gestapelt und schließlich ins Blut abgegeben wird

Funktionelle Unterteilung in

efferente Neurone

leiten vom ZNS weg in die Peripherie oder z.B. zur Muskulatur

afferente Neurone

leiten aus der inneren und äußeren Körperperipherie zum ZNS

Interneurone

Zwischenglieder neuronaler Ketten oder Kreise

Neuroglia

teilweise neuroektodermaler, teilweise mesenchymaler Herkunft

1. Nervenfasern

Alle Axone umgeben von Zellscheide, Einheit = Nervenfaser

Zellen der Axonscheide sind neuroektodermaler Herkunft

Hinsichtlich der Scheidenzellen gestehen zwischen ZNS und peripherem Nervensystem Unterschiede

ZNS

Scheide wird von Zytoplasmafortsätzen der Oligodendrozyten gebildet. Dabei kann eine Oligodendrogliazelle mehrere Axone umhüllen

peripheres NS

Scheide besteht aus Schwann-Zellen, Neurolemnozyten, dem folgt eine Basalmembran und eine zarte mesenchymale Hülle aus feinretikulären Fasern, die zum BG-System des Nerven gehören

je nach Differentierung der Hülle um das Axon werden sowohl im zentralen als auch im peripheren NS unterschieden

markscheidenhaltige Nervenfasern

Markscheide besteht aus Membranwickel um das Axon => elektrische Isolierung

Membran ist Aufeinanderfolge von Protein- und Lipidschichten, dem Myelin

Proteinanteil: Neurokeratingerüst

Markhaltige Nervenfasern im peripheren NS

während Entwicklung legt sich Axon in Einbuchtung der Schwann-Zelle, die zu Einfaltung wird und ein Mesaxon bildet

Schmidt-Lantermann-Einkerbungen: Abschnitte Schwanzellen, in denen zwischen den Membranwickeln Zytoplasma übrigbleibt

Interzellularspalte zwischen Schwann-Zellen: Ranvier-Schnürring

saltatorische Erregungsleitung: Springen der Erregung von einem Ring zum nächsten

Markhaltige Nervenfasern des ZNS

Bildung der Markscheiden durch Oligodendrozyten

keine Schmidt-Lantermann-Einkerbungen

Abstand eines Rings zum nächsten: Internodium

markscheidenfreie (marklose) Nervenfasern

Axone einzeln oder zu mehreren in Hüllzellen

jedes Axon kann eigenes Mesaxon haben, aber mehrere dünne Axone können sich auch ein Mesaxon teilen

es fehlen Markscheiden und Myelin

Ranvier-Schnürringe fehlen in markscheidenfreien Axonen

in peripherem NS gehören die markscheidenfreien Axone meist zum vegetativen NS

Im ZNS vor allem graue Substanz reich an markscheidenfreien Nervenfasern

2. Nerven

meisten Nervenfasern verlaufen in Bündeln, im ZNS als Fasciculi, im peripheren NS als Nerven
Verbindung von Peripherie und ZNS

die meisten Nerven sind sowohl afferent als auch efferent, enthalten myelinhaltige und myelinfreie Fasern

Nervenfasern in peripheren Nerven nicht gestreckt, sondern gewellt

Bindegewebsstruktur, zu unterscheiden sind

Endoneurium

zartes, Kollagenfasern und retikuläre Fasern führendes BG, die Nervenfasern umgebend
führt Blut- und Lymphkapillaren

Im Endoneuralraum, der vom Perineurium umschlossen wird, soll Flüssigkeit von proximal nach distal strömen

Perineurium

straffer BG-Strumpf, umschließt Bündel von Nervenfasern und ihren Endoneuralräumen
seine Kollagenfasern verlaufen spiralig, sie sind mit elastischen Netzen durchsetzt

besteht innen aus Perineuralepithel

Diffusionsbarriere zwischen Endoneuralraum und epineuralem BG

Epineurium

aus lockerem BG

faßt die von Perineurium umgebenen Nervenfaserbündel zum Nerven zusammen und vermittelt als Paraneurium einen beweglichen Einbau des Nerven in das umgebende Gewebe

Nervenzellen sind nicht mehr teilungsfähig

Nervenfasern des spinalen peripheren NS (nicht des Gehirnnerven) kann regenerieren, wenn das zugehörige Perikaryon nicht zerstört ist

Degeneration

nach einer Nervenfaserdurchtrennung ist zwischen einem proximalen (zentralen) und dem distalen (peripheren) Segment zu unterscheiden, da das proximale Segment weiter mit dem trophischen Zentrum, dem Perikaryon in Verbindung steht

Die Veränderungen des proximalen Segments werden als aufsteigende (retrograde) Degeneration bezeichnet

Die Veränderungen im distalen Segment nennt man absteigende (sekundäre, Waller-)Degeneration

das distale Axonfragment geht einschließlich seiner Synapsenkolben zugrunde, Axonscheide zerfällt, sofern sie markhaltig ist, in Markballen, diese können in den ersten zwei Wochen durch Osmiumsäure geschwärzt (Marchi-Stadium), später nach Abbau der Lipide zu Neutralfetten durch Scharlachrot angefärbt werden (Scharlachrot-Stadium)

Regeneration

nur im peripheren NS nennenswert

der proximale Axonstumpf wächst distalwärts => Auswachsen des Stumpfes setzt vermehrte Proteinbildung im Perikaryon voraus und geht mit Zunahme der Nissl-Substanz einher => Bahnung des Weges zum Erfolgsorgan => in Leitschiene kann der Neurit des proximalen Segments einwachsen

tägliches Wachstum von 0,5 - 3 m, ist das Erfolgsorgan erreicht, entstehen dort wieder Synapsenkolben, schließlich bilden die Schwann-Zellen um den regenerierten Neuriten erneut eine, wenn auch dünne Axonscheide

1. Synapsen

Ort der Erregungsübertragung von einem Neuron auf das nächste oder das Erfolgsorgan

Man unterscheidet (bzgl. der Erregungsübertragung)

chemische Synapsen

Transmitter, Überträgerstoffe, spielen eine Rolle

Übertragung nur in eine Richtung

bei Menschen nur dieser Synapsentyp

elektrische Synapsen

durch Membranverbund

kann rückläufig sein

bzgl. der Funktion

erregende, excitatorische Synapsen

hemmende, inhibitorische Synapsen

bestehend aus

praesynaptischer Membran

liegt der subsynaptischen Membran gegenüber

ist ein Teil des Plasmalemm des innervierenden Axons

am aufgetriebenen Axonende

synaptischem Spalt

trennt die Membranen

enthält filamentöses Material und kommuniziert mit dem extrazellulären Raum

subsynaptischer Membran

Plasmalemm der Erfolgszelle im Bereich der Synapse

das an die subsynaptische Membran anschließende Plasmalemm wird postsynaptische

Membran genannt

synaptischen Bläschen, Transmitterorganellen

speichern Überträgerstoffe

können rund oder abgeflacht, hell oder mit dichtem Zentrum, stachelsaumförmig sein

helle sollen Katecholamine führen

in Umgebung zahlreiche Mitochondrien

es fehlen Neurofilamente und Neurotubuli

Synapsentypen

Typ I

der synaptische Spalt ist etwas größer und die Membranverdichtungen an den ganzen

Synapsenflächen vorhanden, jedoch subsynaptisch dicker

soll erregende Funktionen haben

Typ II

Synapsenspalt schmaler, Membranverdichtungen nur stellenweise

soll hemmend wirken

Dornsynapse

sitzt an einer dornartigen Vorwölbung eines Dendriten

komplexe Synapse

der Dorn ist mehrfach aufgeteilt, in einen Synapsenkolben invaginiert, trägt mehrere Synapsen

glomerulusartige Synapse

Axone und Dendriten schließen sich zu Komplex zusammen

Lokalisation

interneuronale Synapsen

nach der Lage der subsynaptischen Membran am innervierten Neuron gibt es

axo-dendritische Synapsen

axo-somatische Synapsen, sie befinden sich am Plasmalemm des Perikaryons

axo-axonale Synapsen, häufig am Initialsegment des Axons oder am Axonende

an jeder Nervenzelle sind praktisch alle Synapsentypen vorhanden

Synapsen, die ein Neuron empfängt, stammen meist von verschiedenen Neuronen, dadurch kommt es zur Konvergenz der Erregungsleitung

Umgekehrt kann der Neurit eines Neurons durch Kollateralen und durch Endaufzweigungen an zahlreichen verschiedenen Neuronen Synapsenkolben bilden, Divergenz der Erregungsleitung

myoneurale Synapsen

befinden sich zwischen Axonende und dem Plasmalemm quergestreifter Muskelfasern

es gibt ein subneurales Faltenfeld

im Synapsenspalt dünnere Schicht

plattenförmiges Aussehen: motorische Endplatte

ein Motoneuron und die abhängigen Muskelfasern bilden gemeinsam die motorische Einheit

Synapsen en passant

vor allem zwischen vegetativen Nerven und glatten Muskelzellen bzw. Herzmuskelzellen

Axone der vegetativen Nerven, die an den Zellen entlang laufen bilden perlschnurartig angeordnete spindelförmige Verdickungen, Varikositäten, in denen gehäuft Transmitterorganellen vorkommen

neuroglanduläre Synapsen

werden zwischen Axonende und dem Plasmalemm von exokrinen und endokrinen Drüsenzellen ausgebildet

Histophysiologie

Transmitter

zu den Überträgerstoffen gehören

Azetylcholin

verschiedene Aminosäuren

biogene Amine

Neuropeptide und Neuropeptidhormone

klassische Transmitter kommen in etwa 50 % der Synapsen des ZNS, sowie in den meisten des peripheren NS vor

die anderen Neurone und Synapsen sind mit anderen neuroaktiven Substanzen ausgestattet

die Neurone und Synapsen werden je nach Transmitter bezeichnet als

cholinerg

adrenerg

dopaminerg

peptiderg

bzgl. der Zuordnung der Transmitter oder Substanzen zu den Synapsen bestehen mehrere Möglichkeiten

Synapsen könnten nur einen Transmitter enthalten

Synapsen könnten über mehr als einen Neurotransmitter verfügen und diese auch freisetzen

Nervenzellen könnten während der Entwicklung als auch beim Erwachsenen ihre Transmitter ändern

klassische Vorstellung: Vorkommen eines Transmitters pro Synapse

beim gleichzeitigen Vorkommen mehrerer Neurotransmitter kann davon ausgegangen werden, daß einige modulierend wirken, z.B. Neuropeptide die Wirkung des klassischen Transmitters modifizieren

Änderung des Transmittergehaltes

Transmitterstatus ist ein dynamischer, sich ändernder Prozeß

Neuron kann als Antwort auf einen Reiz seinen Transmitterphenotypen und entsprechend seine Signale ändern: Plastizität der Neurotransmitter

Erregungsübertragung

Einleitung: Synapsenbläschen werden veranlaßt den Transmitter nach Art der Exozytose in den Synapsenspalt abzugeben => Transmitter gelangen an die subsynaptische Membranen, die Rezeptoren für den jeweiligen Transmitter besitzen => weiterhin sind Rezeptoren mit Zellsystemen hemmender oder erregender Wirkung verbunden

es gibt subsynaptische, aber auch präsynaptische Rezeptoren, die sich in Autorezeptoren (Bindung des eigenen Transmitters) Heterorezeptoren (Bindung anderer Wirkstoffe oder Pharmaka) unterteilen

Abbau der Neurotransmitter kann schnell oder langsam erfolgen

5. Neuroglia

Gliazellen haben mechanische Aufgaben, nehmen Einfluß auf Transportvorgänge im ZNS und auf die Ernährung der Nervenzellen, dienen der Abwehr und Isolierung

hängen stoffwechselfähig eng mit Nervenzellen zusammen

Gliazellen können Nervenzellen als Satellitenzellen anlagern => verändert sich eine, dann andere behalten Teilungsfähigkeit

proliferieren nach Reizung und nach Verletzung

einige wandern, sind zur Kontraktion befähigt

Neuroglia des peripheren NS

zur Glia des peripheren NS gehören

Schwann-Zellen

Mantelzellen der Ganglien

Mantelzellen der Nervenendkörperchen

Neuroglia des ZNS

geht zum größten Teil aus den Matrixzellen der Neuralanlagen hervor ® ektodermaler Herkunft etwa im 3. Fetalmonat Umwandlung in Neuroblasten und Glioblasten

Glioblasten differenzieren sich zu Vorläufern der Astrozyten und Oligodendrozyten

Glia füllt im ZNS Räume zwischen den Nervenzellen und ihren Fortsätzen aus

10 Gliazellen kommen auf eine Nervenzelle

zu unterscheiden sind

Astrozyten

bezeichnet als Makroglia

größten Gliazellen

fortsatzreich

Fortsätze treten an Hirngefäße heran, an dessen Oberfläche sie mit Füßchen enden

bilden um die Gefäße dichte Membrana limitans gliae vascularis

bilden unter der äußeren Oberfläche von Gehirn und RM Membrana limitans gliae superficialis

können in einigen Gebieten des Gehirns "Kanäle" für Nervenzellen und deren Fortsätze bilden

man unterscheidet

Faserastrozyten

dünne, schmale Fortsätze

Zytoplasma enthält intermediäre Filamente

Vorkommen in der weißen Substanz von Gehirn und RM

protoplasmatische Astrozyten

stärker verzweigt

dicke, kürzere Fortsätze

in grauer Substanz des NS

können sich Oberfläche der Nervenzellkörper anlegen

sind in der Lage Zusammensetzung des extrazellulären Milieus zu kontrollieren und indirekt Transportvorgänge im ZNS zu beeinflussen

Wirkung als Diffusionsbarriere

verantwortlich für Elektrolytgleichgewicht

vermögen Nervenzellen, Nervenzellgruppen oder -fortsätze gegeneinander zu isolieren

reagieren auf Reizung durch Anschwellung

zu Proliferation befähigt

Oligodendrozyten

bezeichnet als Makroglia
dunkles, schmales Zytoplasma mit vielen Ribosomen und Mitochondrien und kleinen, runden, dichten Zellkernen
weniger Fortsätze, kürzer als bei Astrozyten
in grauer und weißer Substanz von Gehirn und RM
dienen Bildung/Erhaltung der Markscheide der Axone des ZNS
bei Reizung umschließen die Oligodendrogliazellen der Nervenzellen (Satellitenzellen)
können sich teilen

Mikroglia

auch als Mesoglia bezeichnet
mesenchymaler Herkunft
in grauer und weißer Substanz von Gehirn und RM
kleine Zellen, schmaler und dichter Zellkörper, Kern langgestreckt und dunkel gefärbt
zahlreiche verzweigt, wie mit Dornen besetzte Fortsätze
gehören zum mononukleären Phagozytose System

Ependymzellen

kleiden die Oberfläche der inneren Hohlräume von Gehirn und Rückenmark aus
epitheliale Anordnung
haben an ihrer Oberfläche Mikrovilli und teilweise Kinozilien
stehen durch gap junctions und Desmosomen miteinander in Verbindung

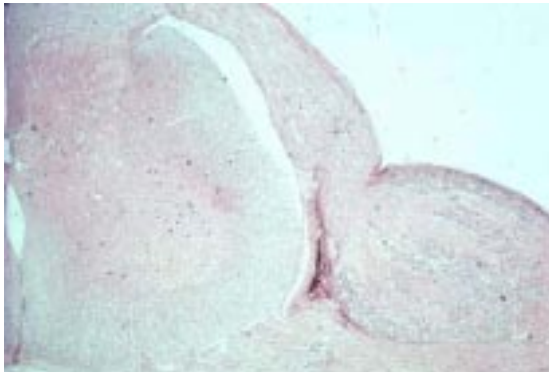
spezielle Formen der Glia

Zellen des Plexus choroideus

Oberflächenbekleidung der Plexus choroidei der Hirnventrikel wird von isoprismatischen Zellen mit sektorischen Fähigkeiten gebildet

Pituizyten

es handelt sich um die Spezialglia der Neurohypophyse



Although details of the structural organization of the brain and spinal cord will come in the Neuroscience course, it is important from the beginning to place primary sensory and motor neurons in their proper relation to the spinal cord. This slide is an overview of one half of a transverse section of the spinal cord, along with its ventral and dorsal roots and a spinal ganglion. At the extreme left (which is close to the midline of the cord) notice a small central

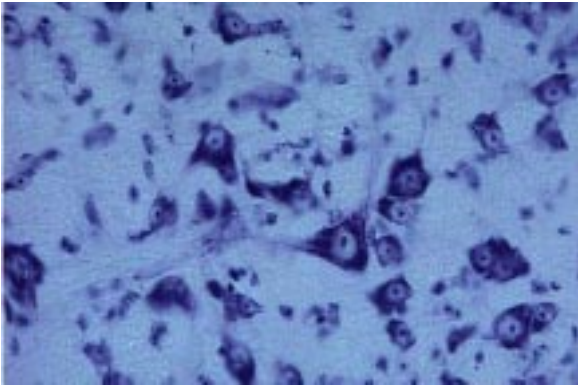
canal lined by a dark layer of ependymal this contains cerebrospinal fluid in life. Above the canal lies the narrow slit of the posterior median sulcus, and below the canal is a wider, bulging separation called the anterior median fissure. Lateral to all these spaces lies the gray matter of the cord (quite pink here), where neuronal cell bodies lie.

Surrounding the gray matter is a layer of white matter, consisting of nerve cell processes, all of them axons, running up or down the length of the cord and therefore cut in cross-section here. Outside the cord, to the right, lies a mass of nerve cell bodies, the spinal ganglion, interrupting the course of the dorsal root. Below the ganglion lies the ventral root. Surrounding the entire complex is a well-defined, pink band of dura mater which consists of dense collagenous connective tissue. The wedge of delicate areolar c.t. at the bottom of the anterior median fissure is the arachnoid; note the round cross-cut of a blood vessel lying in it. The Pia mater, invisible here, is an extremely thin connective tissue layer immediately investing the spinal cord.

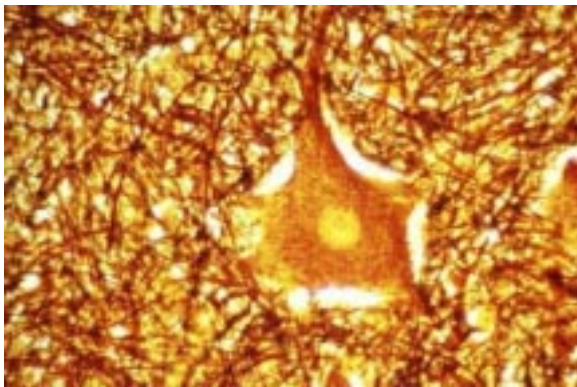
In terms of a simple reflex arc (sensory information comes to the cord and motor

information is sent from the cord) picture some basic nerve cell bodies and processes as follows:

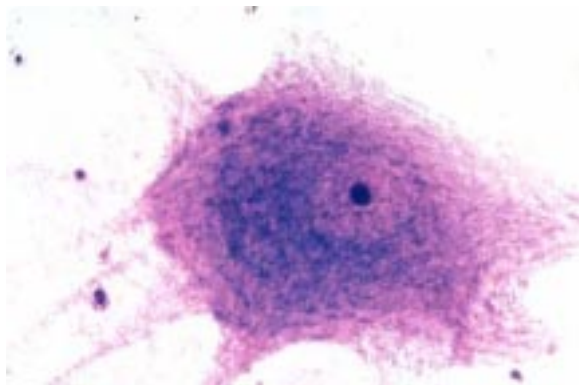
- A pseudounipolar, sensory cell body lies within the spinal ganglion. It has one long dendrite coming in from the extreme right in this picture, from the body periphery (either from muscle or skin). This dendrite is continuous with the cell body (no synapses are involved here). The cell's axon leaves along the same „stalk“ with the dendrite and then turns to course through the dorsal root, into the spinal cord. There its axonal endings synapse upon the dendrites of a small, intermediate multipolar neuron lying in the dorsal horn of the gray matter. This intermediary cell sends its axon to the ventral horn of the, gray matter and synapses upon the dendrites of a large, multipolar, motor neuron lying there. The axon of the motor neuron courses out of the cord via the ventral root and proceeds out of this picture, to the right, until it ends Upon voluntary muscle.



A group of large multipolar neurons, as found in the gray matter of the anterior horn. Cell nuclei are pale (or vesicular) and round and contain a large amount of Nissl substance (RER). The smallest nuclei in the field belong to glial cells. In an area like this, glia play a supportive and nutritive role. They take the place of connective tissue within the central nervous system (i.e., the brain and spinal cord).

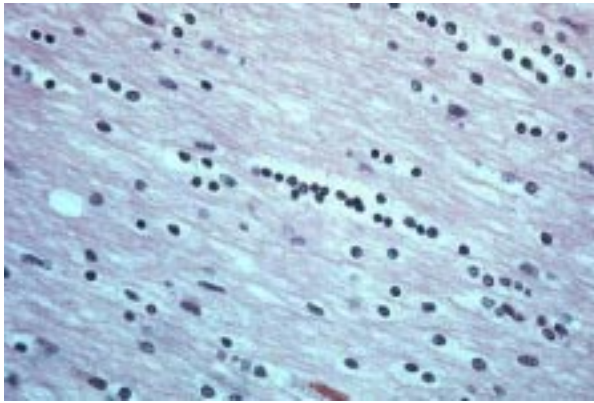


Higher power of multipolar neuron in gray matter stained with silver. Notice the meshwork of processes comprising the neuropil around the cell. Processes may be dendrites of local neurons, or axons of distant neurons either passing through the field or ending upon local neurons.

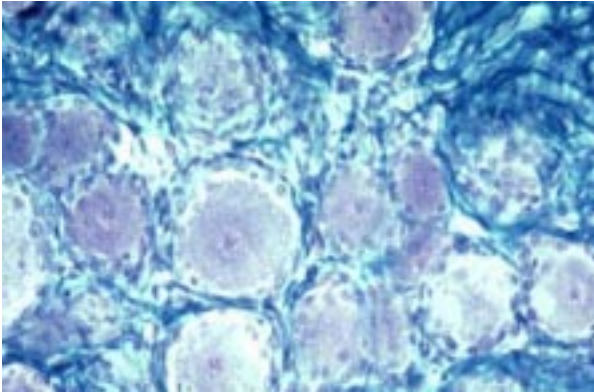


A large, multipolar, motor neuron of the anterior horn, seen whole, with all its processes stretched out in a spinal cord smear. Notice the dark clumps of Nissl substance in the cytoplasm. The axon cannot be identified with certainty in this particular view. Neuroglial nuclei surround the neuron. Of these small nuclei, the lightest ones, showing small clumps of chromatin, belong to astrocytes; any dark, round ones (such

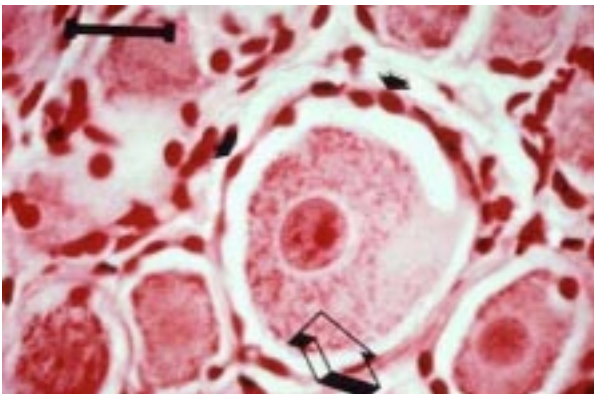
as the one in the upper right corner) belong to oligodendroglia; and any dark, thin, cigar-shaped ones to microglia (see possible one just to right of the neuron).



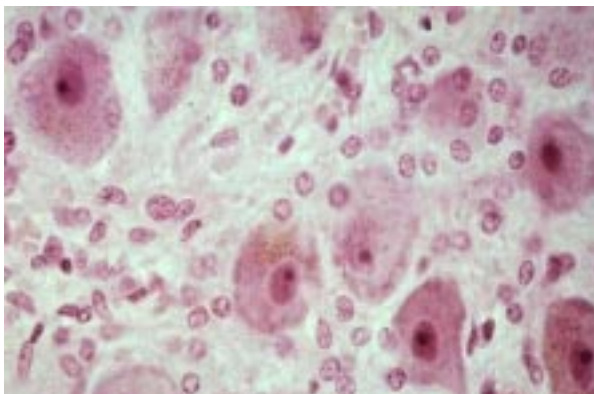
Glial nuclei seen in white matter of the cord, cut so that nerve processes are seen running longitudinally. Most of these are round, dark oligodendroglial nuclei; these are the cells responsible for the myelin wrapping of axons of the central nervous system.



Detail of pseudounipolar spinal ganglion each one encapsulated by a layer of small satellite cells. Bright blue material is the supportive connective tissue, which is directly continuous with the endoneurium surrounding the individual nerve processes entering and leaving the ganglion. Remember that connective tissue is the supportive tissue of the peripheral nervous system.

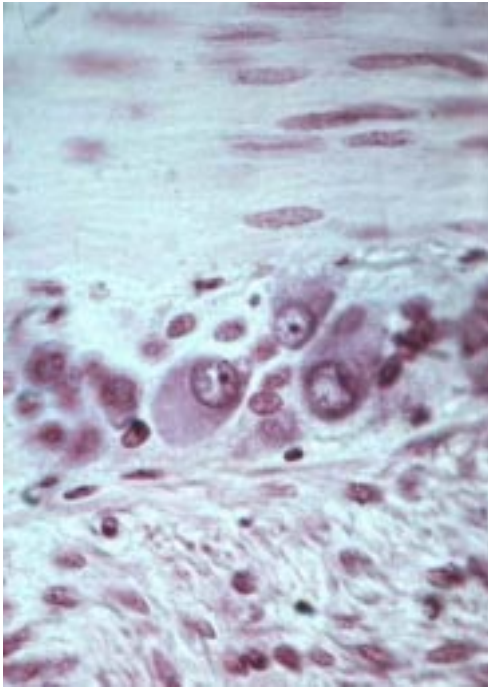


Higher power of spinal ganglion stained with H&E. Satellite cell capsules are clear. The large neuron in the center of the field has a pale axon hillock where the seemingly single process enters and leaves. In such a pseudounipolar cell, the incoming dendrite and outgoing axon seem to be related to the cell body by means of a single „stalk“. The paleness of the hillock is due to the absence of RER (Nissl substance) in this area.

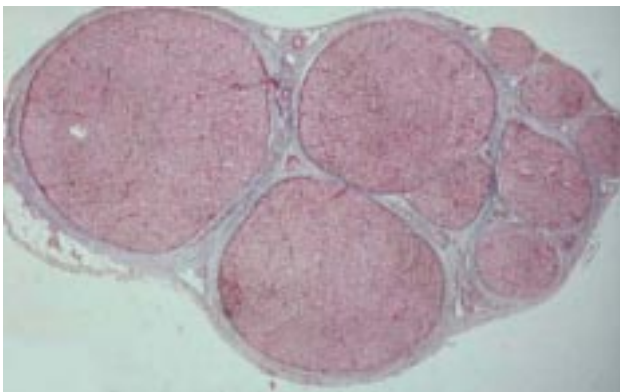


Cells of autonomic (sympathetic) ganglion, at same magnification as previous slide. These motor neurons are actually multipolar in shape and are generally smaller than spinal ganglion neurons; they are also scattered more randomly and individually in their ganglion, and have less well defined capsules of satellite cells. Some of the cells in this picture contain yellow lipofuscin granules, a sign of age.

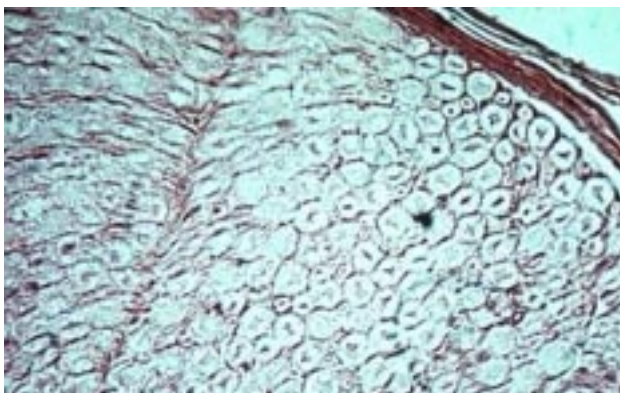
(Lipofuscin is sometimes spelled lipofuchsin; these granules represent the undigested residual material of lysosomal activity.) Autonomic ganglion neurons are the second order neurons in the two cell autonomic chain; the first order neurons lie in the central nervous system and send out axons to synapse upon the dendrites of the ganglion neurons.



Autonomic parasympathetic neurons lying between muscle layers in the intestinal wall. Note their large size in comparison with surrounding satellite cells. The neuronal nuclei here are often eccentric. Remember that although autonomic neurons look generally rounded in outline, they are actually multipolar neurons with very fine dendritic processes, and they are visceral motor neurons, responsible for involuntary control of smooth and cardiac muscle.



Cross-cut of a peripheral nerve showing characteristically round bundles of nerve processes surrounded by pale gray-blue connective tissue sheaths. The outer connective tissue sheath surrounding the entire nerve is the epineurium. The connective tissue sheath surrounding each round bundle is the perineurium. Surrounding each individual nerve process within a bundle is the delicate connective tissue endoneurium (not visible at this magnification).

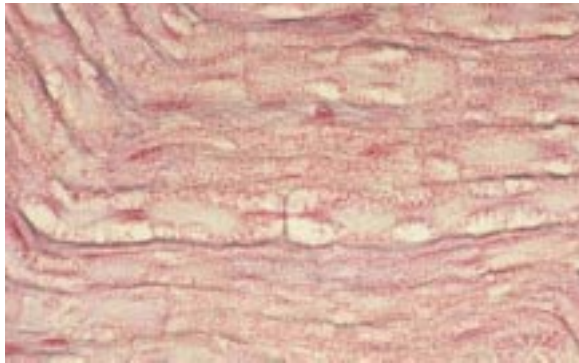


A higher magnification of one bundle of peripheral nerve, showing cross-cuts of individual processes. The ones in the center are the truest cut; those on either side are tangentially cut. The best ones show a darker axon in the center of the fiber, surrounded by a paler myelin sheath. Remember that some of these fibers are axons of motor neurons, whose cell bodies are in the anterior horn of the spinal cord, while other fibers are

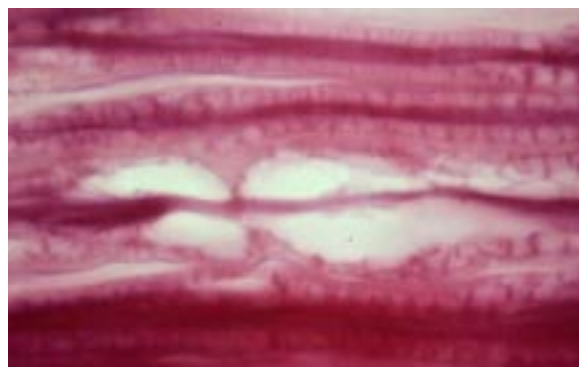
dendrites of the pseudounipolar sensory cells of the spinal ganglion. This is the one instance where functional dendrites (i. e. , processes coming into the cell body) are structurally like axons with myelin sheaths. The dense sheath at the outer edge of the bundle here is perineurium. The lines of pink surrounding each process represent endoneurium.



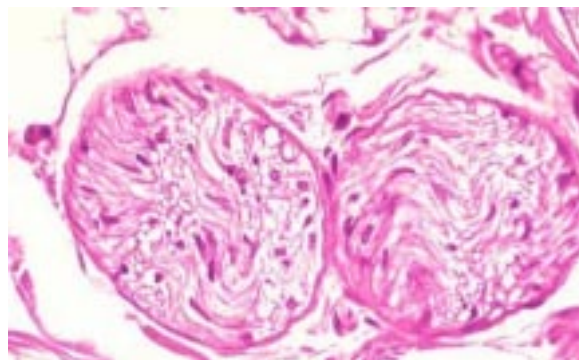
Low power view of longitudinal section of peripheral nerve, again showing distinct division into bundles of processes. The „waviness“ of the processes themselves is often typical of nerve.



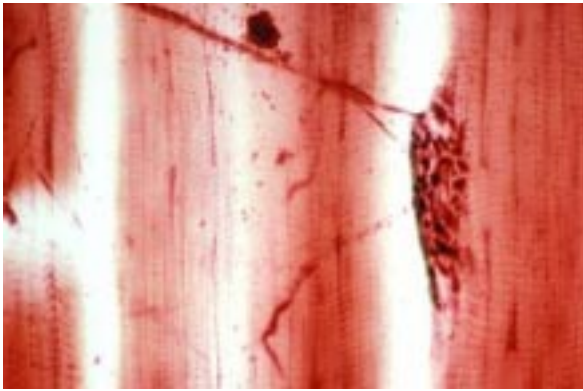
Higher magnification of longitudinally cut nerve, showing a clear node of Ranvier in the center of the field. Note that the axon is continuous through the node. Notice also the „foamy“, grainy appearance of the myelin sheaths; this represents the proteinaceous material of the cell membrane wrappings of the sheath, often called „neurokeratin“ although this is a misnomer. The lipid portion of the membranes has been dissolved out during tissue fixation.



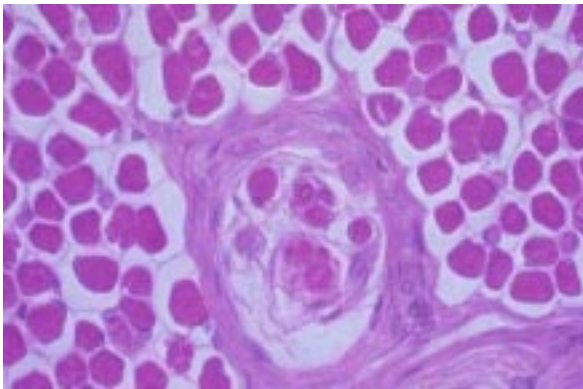
Detail of node of Ranvier, with axon continuing through it. Axons stain deep pink. Myelin is pale because the lipid material dissolves out. The dark strands of protein neurokeratin give the „foamy“ look to the myelin in light microscopy. Nuclei, seen here near the bottom of the picture, lie between nerve processes and belong to either Schwann cells or endoneurial connective tissue cells (such as fibroblasts).



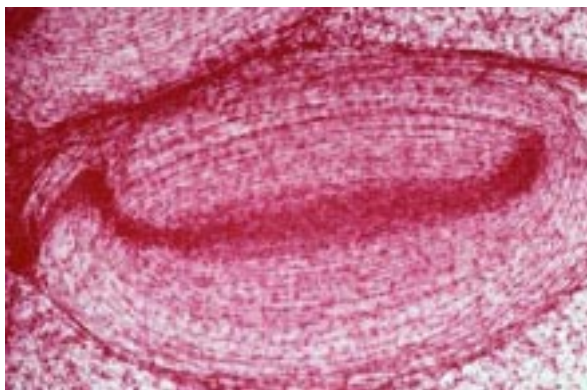
Cross-cuts of small peripheral nerve bundles as seen in ordinary tissue sections. The processes have a typically wavy appearance.



Detail of a motor nerve ending upon a skeletal muscle cell (voluntary muscle). The axon terminal is highly branched to form an oval motor end plate. The cell body which sends out this axon is a multipolar motor neuron, such as those in the anterior horn of the spinal cord.



Muscle spindle — a specialized sensory receptor for muscle stretch and position sense, as related particularly to unconscious maintenance of skeletal muscle tone and proper balance of postural muscle activity. The spindle is the encapsulated group of muscle fibers lying in the center of the field of regular skeletal muscle fibers, all cut in cross-section. The sensory nerve endings themselves (not visible here) wrap around the muscle fibers within the spindle. Such endings relay sensory information along dendrites within peripheral nerves, back to pseudo unipolar cell bodies in a spinal ganglion, and thence to the spinal cord.



Pacinian corpuscle — another specialized sensory ending, this time for deep pressure. This particular view is from a whole mount of mesentery, so you are seeing the corpuscle three-dimensionally. They are also found in subcutaneous tissue, deep to skin. Notice the onion-like layers of specialized connective tissue surrounding a dark pink dendritic terminal. Again, the cell body for this dendrite lies in a spinal ganglion, and the axon of that same cell then proceeds into the spinal cord.

Bau der Gefäßwand

Arterien und Venen sind Blutleiter, Kapillaren dienen Austauschprozessen
bei Arterien und Venen werden drei Schichten im Wandbau unterschieden

Tunica intima (Intima)

besteht aus dem Endothel und aus dem subendothelialen BG, das zarte kollagene Fasern und feine elastische Netze enthält
die Faserzüge und die länglichen Endothelzellen sind vornehmlich in Richtung des Blutstroms angeordnet
besorgt den Stoff- und Gasaustausch zwischen Blut und Gefäßwand

Tunica media (Media)

nimmt Ring- und Längsspannung auf, die durch den Blutdruck und die Pulswelle in der Gefäßwand verursacht werden
enthält glatte Muskelzellen, kollagene und elastische Fasern

Tunica externa (Adventitia)

Geflecht aus kollagenen Fasern mit elastischen Netzen
verankert Gefäße in ihrer Umgebung
kann äußere Längsdehnungskräfte aufnehmen

die Ernährung der Gefäßwand erfolgt in den inneren Schichten durch das strömende Blut, bei größeren Arterien und Venen dringen eigene Versorgungsgefäße (Vasa vasorum) aus der Adventitia in das äußere Drittel der Media vor, bei kleineren Gefäßen wird die dünne Wandung ausschließlich vom Lumen aus versorgt, hier fehlen Vasa vasorum

Gefäßmuskulatur wird von Fasern des vegetativen Nervensystems (Vasomotoren) innerviert, die die Weitenstellung und die Wandspannung regulieren, Spannungsrezeptoren liegen in der Adventitia

1. Arterien

Aufgrund des Wandbaus werden unterschieden

Arterien vom elastischen Typ

zu ihnen gehören die großen herznahen Gefäße: Aorta, A. carotis communis, A. subclavia, A. iliaca communis, Truncus pulmonalis, Aa. Pulmonales

Intima

relativ dick

unter dem Endothel kommen neben kollagenen und elastischen Fasern in Längsrichtung orientierte glatte Muskelzellen vor

Media

unscharf gegen Intima und Adventitia abgegrenzt

elastische Membranen, die untereinander anastomosieren und für Stoffdurchtritt gefenstert sind

zwischen benachbarten Membranen sind verzweigte glatte Muskelzellen ausgespannt

Bindegewebsgrundsubstanz zwischen den Membranen enthält Proteoglykane, in die spärliche kollagene Fasern eingelagert sind

Adventitia

Vasa vasorum und Nervenfasern

Histophysiologie

besitzen Windkesselfunktion (besonders der Anfangsteil der Aorta)

das in der Systole des Herzens ausgeworfene Blutvolumen wird von der Aorta unter Wanddehnung aufgenommen und in der Diastole durch die elastischen Rückstellkräfte der Aortenwand weiterbefördert, dadurch wird der wegen der rhythmischen Herztätigkeit diskontinuierliche Blutstrom zunehmend in einen kontinuierlichen Strom umgewandelt

Arterien vom muskulären Typ

zu ihnen zählen die mittleren und kleinen Arterien des großen Kreislaufs
sie zeigen den Dreischichtenbau am deutlichsten

Intima

bildet an der Grenze zur Media eine Membrana elastica interna, die aus stark vernetzten elastischen Elementen besteht

Media

wird aus Schichten zirkulär oder flach schraubenförmig angeordneter glatter Muskelzellen gebildet, zwischen ihnen finden sich zarte elastische Membranen
an der Grenze zur Adventitia verdichten sich die elastischen Elemente zu einer Membrana elastica externa

Arteriolen

sind die Endstrecken der arteriellen Strombahn

Intima

die Endothelzellen liegen unmittelbar auf einer sehr feinen Elastica interna, diese besitzt stellenweise kleine Öffnungen, durch welche Fortsätze von Endothelzellen mit dem Plasmalemm der Media-Muskelzellen in Kontakt treten

Subendotheliales BG fehlt

Media

charakterisiert durch 1 oder 2 zirkuläre Schichten glatter Muskulatur

2. Kapillaren

Organe und Gewebe besitzen Kapillarmuster als flächenhafte oder raumförmige Netze oder Schlingen

0,5-1 mm lang

sehr weite Kapillaren (Leber oder inkretorische Drüsen): Sinusoide

Bzgl. des Wandbaus läßt sich ein Grundtyp mit 3 Komponenten beschreiben

Endothel

besteht aus flachen Zellen, die sich zu Rohr schließen und durch Tight und Gap junctions verbunden sind

Zytoplasma weist zahlreiche Transportbläschen und transepitheliale Kanälchen auf
im Interzellularspalt Interzellulärsubstanz

durch Auflösen der Interzellulärsubstanz und der Zellhaften können weiße Blutkörperchen die Kapillarwand passieren (Diapedese)

in einigen Organen ist das Endothel so dünn, daß Fenestrations entstehen, über die sich ein Diaphragma ausspannt => Erleichterung der Permeation

auch Vorkommen von Poren

in der Leber bildet das Endothel der Sinusoide keinen geschlossenen Belag

Basalmembran

erscheint als rings geschlossene Schicht

bestehend aus Glykoproteinen

dehnbar

retikuläre Fasern

bei fenestriertem oder porenhaltigem Endothel ist die Basalmembran eine wesentliche Barriere für die Stoffpassage; physikochemischer Zustand der Basalmembran bestimmt die Permeabilität

in Lebersinusoiden fehlt eine geschlossene Basalmembran, außerdem existieren interzelluläre Endothellücken

in Glomeruluskapillaren besonders kräftig, Funktion als Ultrafilter

Perizyten

sind am Wandbau der meisten Kapillaren beteiligt

flache Zellen, haben stark verzweigte Ausläufer, die fingerartig die Kapillare umgreifen
werden mit Zytoplasmafortsätzen von der Basalmembran rings umschlossen

Fibrozyt

beteiligt an Bildung der Membran und beeinflussen Permeabilität

Hystophysiologie

Endothelzytoplasma zeigt starke Membranvesikulation

3. Venen

im allgemeinen sind Venen weitlumiger und dünnwandiger als die entsprechenden Arterien
Im Unterschied zu der kompakten muskulären Media der Arterien findet in der Media mittelgroßer Venen ein beträchtlicher Gehalt an kollagenen Faserbündeln

Intima

entspricht im wesentlichen der der Arterien
bei kleinen Venen kann das subendotheliale BG fehlen
Elastica interna ist unvollständig ausgebildet

Media

enthält flach schraubig verlaufende Züge glatter Muskelzellen und elastischer Netze
Auflockerung der Muskulatur durch kollagenfaseriges BG, welches wegen fehlender Elastica externa mit den kräftigen Faserbündeln der Adventitia in Verbindung steht

Adventitia

besitzt neben kollagenen Geflechten längsgerichtete elastische Netze und Muskelbündel

Venenklappen

baggerschaukelartig ins Lumen vorspringende, endothelbedeckte Intimafalten
kommen in Venen der Rumpfwand und der Extremitäten vor
sich paarweise gegenüberstehend
weichen bei herzwärts gerichtetem Strom auseinander
Wird Vene komprimiert, kann das Blut infolge der Klappentätigkeit nur in Richtung zum Herzen befördert werden (Muskelpumpe)
arterio-venöse Koppelung: weiterer Mechanismus zur Förderung des venösen Rückstroms
bei übermäßiger Dehnbarkeit der Venenwand können Klappen insuffizient werden

4. Lymphgefäße

in flüssigkeitsgefüllten Räumen des BG finden sich Lymphkapillaren (Endothelröhren, denen eine Basalmembran fehlt)

Zytoplasma nicht fenestriert

Lymphgefäße (dünnwandig, weitlumig) anastomosieren vielfach untereinander

zahlreiche Taschenklappen sorgen wie bei Venen für die Fortbewegung der Lymphe herzwärts
bei Verschluss wird das nachgeschaltete Kapillargebiet durchströmt, bei Öffnung des Kurzschlußweges wird es in unterschiedlichem Maße ausgeschaltet

finden sich in gipfelnden Körperteilen (Akren), an Händen, Füßen, Nase, genitalen Schwellkörpern

man unterscheidet

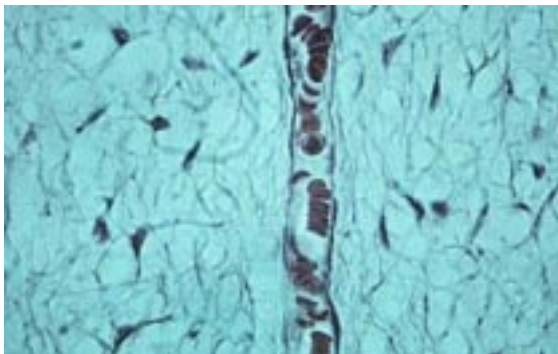
Brücken Anastomosen

direkter Kurzschluß durch ein gestrecktes Gefäß zw. arteriellem und venösem Gefäß

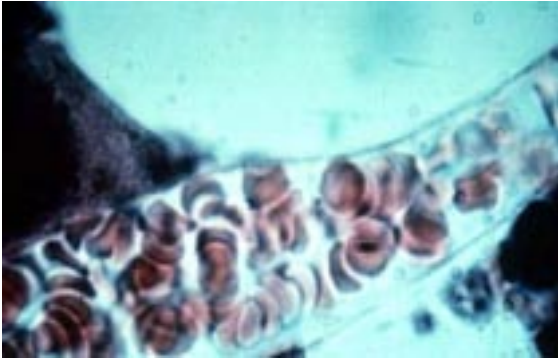
Knäuel (Glomus) Anastomosen

Gefäßstrecke, die von BG-Kapsel umgeben ist

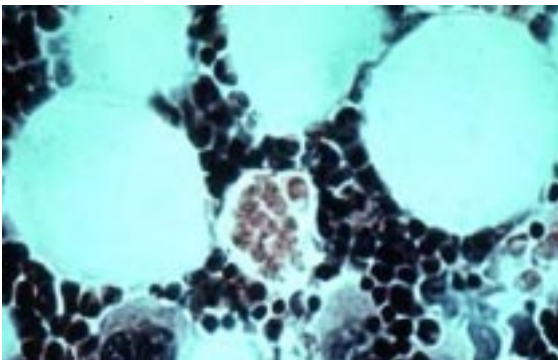
es handelt sich um kleine Organe (Glomusorgane): Spezialeinrichtungen bestimmter Regionen, z.B. der Finger- und Zehenspitzen (Hoyer-Grosser-Organ)



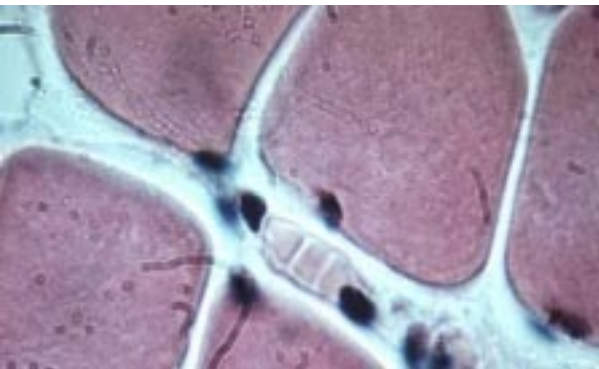
This capillary running through embryonic mesenchyme has a wall consisting solely of a single layer of endothelium. Notice that the lumen of the vessel is only slightly larger than the diameter of the r.b.c.'s within.



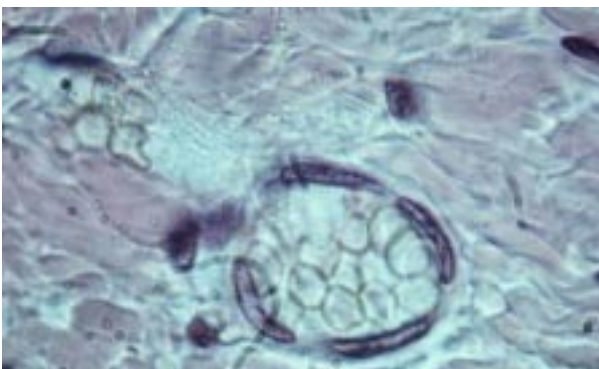
This sinusoid, like a capillary, has only an endothelial wall, but its lumen is characteristically considerably wider. Also, in some locations in the body (such as bone marrow, liver, and spleen) the endothelial cells of sinusoids are rather loosely joined together, thus permitting passage of blood cells between them.



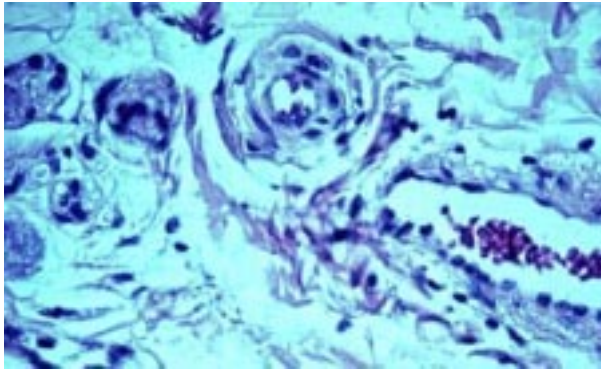
In the middle of the field is a sinusoid (filled with orange-colored r.b.c.'s) in the marrow cavity of spongy bone. (The larger empty circles are fat cells.)



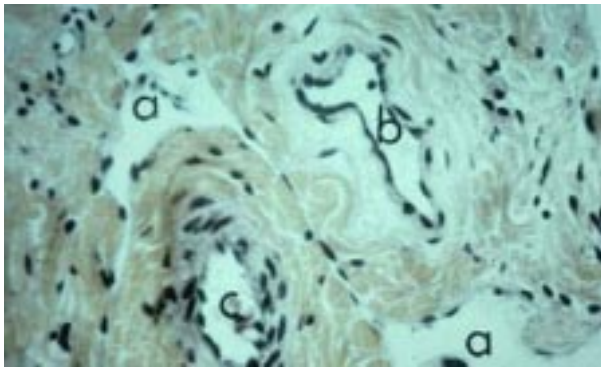
A capillary lying in the endomysium between skeletal muscle fibers. This one shows very dark endothelial nuclei and has 3 pink r.b.c.'s lined up in a row inside.



Endothelium (simple squamous epithelium) lines the lumen of all blood and lymph vessels, as well as the heart. Here endothelial nuclei are seen ringing a venule (so identified because there is only a thin coat of connective tissue outside the endothelium, the lumen is too large to be a capillary, and because sinusoids don't occur in ordinary connective tissue areas like this.)



The smallest arterioles have a single layer of smooth muscle outside the endothelium, and a lumen hardly wider than a capillary. Toward the upper center of this field is a round, cross-cut arteriole with just one or two layers of muscle in the media. To the right is the more irregular, wider shape of a venule with only a thin adventitial wall.

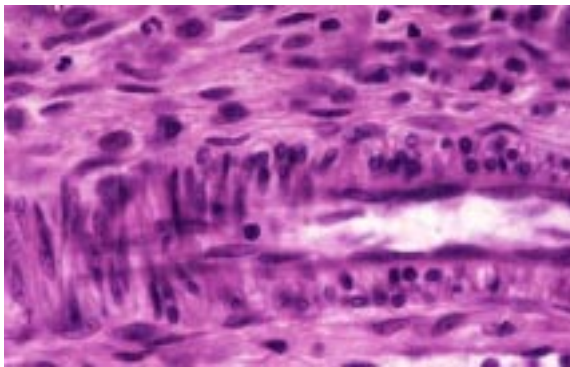


Small blood vessels, with 3-layered walls:

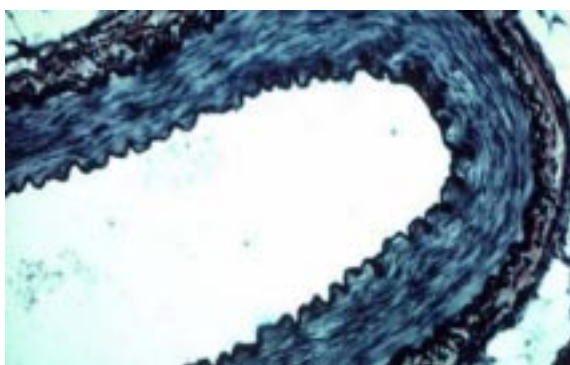
a = small lymphatic with endothelial lining but no other organized wall.

b = small vein (very thin muscle; pale c.t.).

c = small artery (pink muscle; yellow c.t.). These vessels are often found running together in the c.t. coats of body organs.



A small artery cut longitudinally. Notice the circular arrangement of smooth muscle cells cut tangentially at the left end. For most of the vessel, the muscle is cross-cut, looking almost like an epithelium. The real epithelium, however, is the simple squamous endothelium immediately lining the lumen, with thin, flat nuclei oriented longitudinally along the vessel.

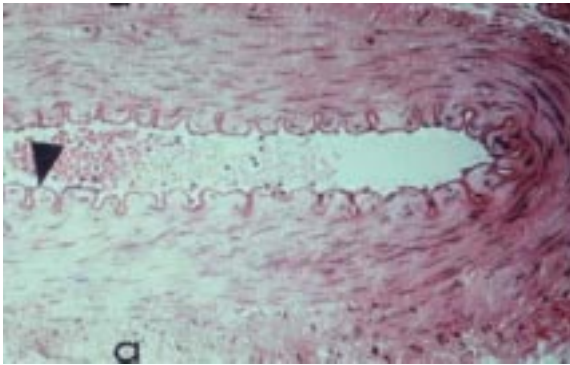


A medium-sized (muscular) artery, showing the typical 3 wall layers:

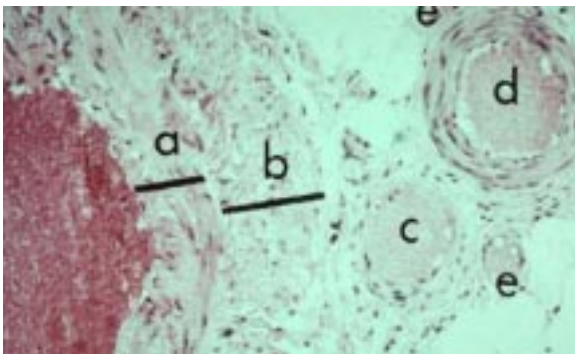
(1) tunica intima, consisting of endothelium lining the lumen, and a small amount of areolar c.t., a black and wavy inner elastic membrane divides this layer from the tunica media. (Only the elastic membrane shows up at this magnification.)

(2) tunica media = smooth muscle (bluish color here) and some elastic fibers (black).

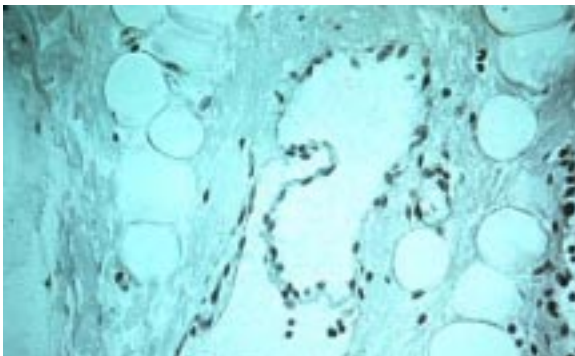
(3) tunica adventitia = dense irregular c.t. (pink collagenic fibers, black elastic fibers). There is fat outside the adventitia.



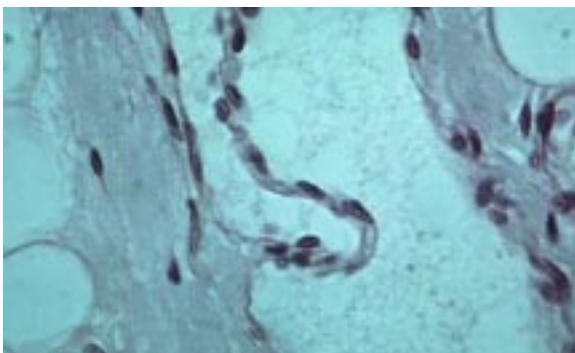
Another medium-sized, muscular artery (also called a distributing artery). This is typical of the arteries you dissected in the arm; it usually runs with a vein and nerve. There is a characteristic inner elastic membrane (dark pink with arrow pointing to it) and a heavy circular muscle in tunica media. Note that a = adventitia.



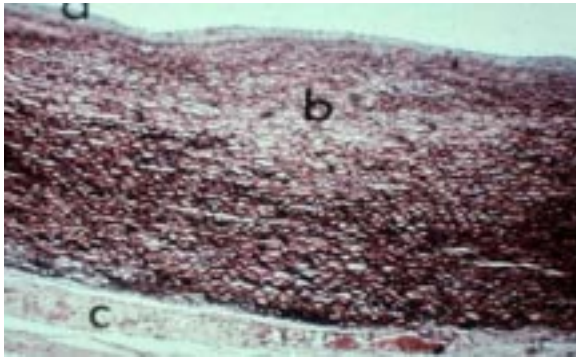
Medium-sized vein with a much less compact muscle layer than you saw in the preceding arteries. The tunica media is indicated by bar „a“. Bar „b“ = adventitia, which is at least as wide as the media, and often even wider. There is no evident inner elastic membrane. (Blood in the lumen stains red here.) To the right, compare sizes and walls of one small artery (d) and two very small veins (c) and (e).



Lymphatic vessel with a c.t. wall even thinner than a vein. There is a cut leaflet of a valve across the lumen. Material in the lumen contains no r.b.c.'s, mostly just structureless lymph and some lymphocytes. There are some fat cells and lymphocytes in the surrounding connective tissue.



Higher power of valve made of a core of fine c.t. with endothelium covering both surfaces. Valves in veins are constructed similarly.

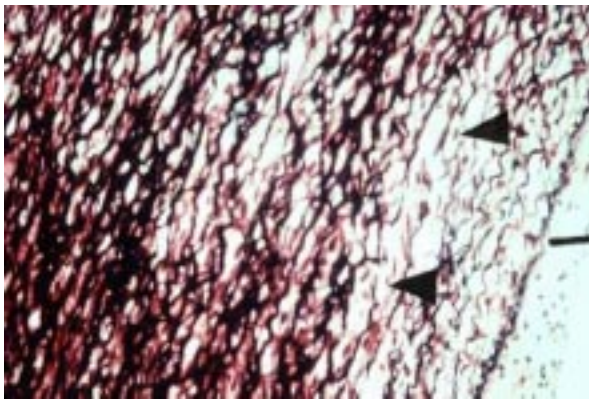


Low power view of wall of aorta, an elastic artery:

a = intima (endothelial lining plus thin layer of underlying c.t.).

b = media (alternating layers of elastic membranes and smooth muscle, bound together by areolar c.t.) This is by far the thickest layer.

c = adventitia (fairly dense c.t. carrying small blood vessels, the vasa vasorum).



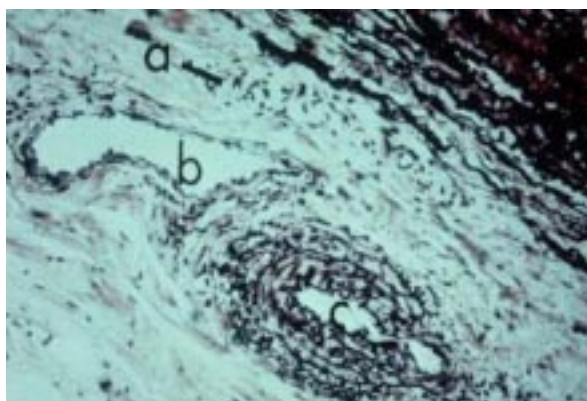
Detail of inner portion of aortic wall: „a“

bar = depth of tunica intima (next to lumen). In the media there are many layers of wavy, dark-stained elastic

membranes, alternating with the paler pink smooth muscle and areolar c.t. (Note that these are elastic membranes,

not just fibers. Think of many layers of rubber sheets enwrapping the vessel, and you have cut across them and are looking at the cut edges. These sheets are fenestrated; i.e., they have holes in them, thus allowing passage of nutrients diffusing from the blood in the aortic lumen out into the tissues of the wall.)

Arrows = nuclei of smooth muscle cells.



Detail of outer portion of aortic wall, showing blood vessels (vasa vasorum) in the adventitia. These vessels bring nutrients only to the outer one-third or so of the vessel wall.

a = small nerve (very pale here).

b = small vein - very little muscle, mostly pale c.t..

c = small artery - considerable muscle, some c.t. (elastic fibers specifically stained and mixed with collagenic fibers).

The c.t. adventitia just merges with the surrounding packing c.t..

Blut

Bestandteile sind

Blutplasma, flüssige Interzellulärsubstanz, etwa 55 %

Blutkörperchen, Zellen, geformte Blutsatzbestandteile, etwa 45 %

dient Stofftransport

Gesamtblutmenge beträgt 1/5 des Körpergewichts

Blutplasma

enthält 8 % Eiweißsubstanzen, etwa die Hälfte davon ist Serumalbumin, ein Eiweißkörper, der den kolloidosmotischen Druck des Plasmas bestimmt und durch Koppelung mit Lipiden, Pharmaka etc. Als Transportmedium dient

zu größeren Globulinen zählen Fibrinogen, Immunglobuline

Geformte Bestandteile

Erythrozyten, rote Blutkörperchen

in 1 mm³ Blut sind 4,5/5 Millionen Erythrozyten enthalten ® gesamt 25 Billionen (25 × 10¹²), Gesamtoberfläche 3000-4000 m²

nehmen in Lungen Sauerstoff auf und befördern ihn in die Gewebe, transportieren von dort CO₂ zurück

kernlose, runde bikonkave Scheibe von starker elastischer Verformbarkeit, zentrale Eindellung Durchmesser 7,5 µm

keine Mitochondrien und kein ER

besitzt Plasmalemm und Überzug aus Mukopolysacchariden (Glykokalix), der die Art der Blutgruppe bestimmt

zu 95 % Hämoglobin, Vehikel des Gastransports

Oxyhämoglobin: rot (hell), desoxygeniertes Hämoglobin: blaurot

Lebensdauer etwa 120 Tage

für Abbau sorgen Zellen des retikuloendothelialen Systems in Milz, Leber und KM

als Retikulozyten werden nicht ganz ausgereifte Erythrozyten bezeichnet, die noch Reste von Ergastoplasma, Substantia granulofilamentosa, enthalten

Leukozyten, weiße Blutkörperchen

5000-8000 mm³ im Blut

Lebensdauer liegt zwischen mehreren Tagen und Jahren

teilweise werden sie abgebaut im retikuloendothelialen System, sie durchwandern Schleimhäute und verlassen auf diese Weise den Organismus

befinden sich außerhalb der Blutbahn

zur amöboiden Bewegung befähigt

man unterscheidet

Granulozyten

werden im roten KM gebildet und zählen zu den myeloischen Leukozyten

kurzlebig, amöboide Beweglichkeit, 10-15 µm

Zellkern geklappt, chromatinreich, 1-3 Einschnürungen gliedern Kern in einzelne Segmente, segmentkernige Granulozyten (reife)

bei nicht fertigen: stabkernige Granulozyten, 5 %

Zytoplasma schwach azidophil, enthält Granula, die sich bei panoptischen Färbung unterschiedlich färbt => Unterscheidung in

neutrophile Granulozyten

Granula sehr fein, färben sich rötlich-bläulich (schwach)

Kern zeigt 2-4 Segmente

Granula gehören zu Zytosomen, sind überwiegend Lysosome

amöboide Beweglichkeit

Am Ort einer akuten Entzündung passieren sie in großer Zahl die Kapillarwand (Diapedese), durchwandern das Gewebe und phagozytieren Mikroorganismen und Gewebstrümmer => Bezeichnung als Mikrophagen

finden sich nach Zugrundegehen im Eiter

als "drumstick" wird ein kleines Anhängsel des Zellkerns bezeichnet, das beim weiblichen Geschlecht häufiger gefunden wird und das inaktive X-Chromosom enthält

wenn unter 500 Granulozyten 6 mit drumstick sind, so ist Geschlechtsdiagnose "weiblich"

eosinophile Granulozyten

etwas größer als Neutrophile

relativ große Granula im Zytoplasma, färben sich mit Eosin rot

Granula liegen dicht, überdecken aber nicht den 2 segmentigen Kern

von einer Membran umgeben enthalten die ovalen Gebilde im Inneren zahlreiche längsorientierte elektronendichte Kristalloide

Befähigt zur Wanderung und Diapedese

können Antigen-Antikörper-Komplexe phagozytieren und mittels der in den Granula enthaltenen proteolytischen Enzymen abbauen

basophile Granulozyten

sehr groben Granula färben sich mit basischen Stoffen blauschwarz

enthalten saure Mukopolysaccharide wie Heparin, Histamin, Serotonin

Zellkern ist plump, kaum geklappt, von Granula bedeckt

können sich amöboid bewegen, phagozytieren selten, besitzen keine nachweisbaren proteolytischen Enzyme

Lymphozyten

werden gebildet in lymphatischen Organen, gelangen über Lymphbahnen in das Blut

können sich amöboid bewegen, aber nicht phagozytieren

enthalten keine proteolytischen Enzyme

besitzen reichlich Ribosomen in Form von Polysomen

nach Kontakt mit Antigenen können sie spezifische Antikörper bilden

stehen im Dienst der zellgebundenen Abwehr

langlebig

man unterscheidet

kleine Lymphozyten

etwa so groß wie Erythrozyten

rund oder ovaler Zellkern, dichtsollig, färbt sich blauviolett

basophiles, von spezifischen Granula freies Zytoplasma bildet einen schmalen blaß-blauen Saum um den Kern

große Lymphozyten

10-15 mm Durchmesser

Kern ist oval oder leicht eingebuchtet

im blauen basophilen Zytoplasma Azurgranula

Monozyten

die größten unter den weißen Blutkörperchen, 15-20 mm

schwach basophiles graublaues Zytoplasma mit feinsten Azurgranula

nicht chromatinreiche verwaschen grauviolett angefärbte Zellkern ist vielgestaltig, selten gelappt

runde und ovale Kerne kennzeichnen Jugendform, gelappte Kerne mehr ausgereifte Formen

im Zytoplasma Mitochondrien, ER, Ribosomen, Lysosomen, Golgi

bei ovalem oder nierenförmigem Kern sind die Zellen leicht mit großen Lymphozyten zu verwechseln, doch ist das Zytoplasma der Lymphozyten klarer blau

Bildung im KM

nach Ausschleusung aus KM nur kurzer Aufenthalt im Blut

gute amöboide Beweglichkeit => wandern in das Gewebe und differenzieren sich dort in Abhängigkeit von ihrer Umgebung zu verschiedenen Typen von Makrophagen

Histiozyten im lockeren BG

Makrophagen und Sinusendothelzellen in der Milz, in den Lymphknoten und im KM

Kupffer-Sternzellen in der Leber

Peritonealmakrophagen

Mesoglia im Gehirn

Thrombozyten , Blutplättchen

sehr kleine, meist gruppenförmig gelagerte Partikel, die sich schlecht anfärben

200000-300000/mm³

kernlos, empfindlich

zeigen Granulomer und helle, elektronenmikroskopisch mit Tubuli und Filamenten ausgestattete Außenzone, Hyalomer

besitzen Plasmalemm

zentrale Granula sind teils kleine Mitochondrien, teils Vakuolen und Vesikel

Bildung im KM als Zytoplasmaabschnürung von Riesenzellen, Megakaryozyten, nach Zirkulation im Blut (5-10 Tage) Phagotisierung in Milz

Granulomer enthält Thrombokinasen, das bei Plättchenzerfall freigesetzt wird

Thrombokinasen aktivieren das in der Leber gebildete Prothrombin zum Thrombin, welches das im Blutplasma gelöste Fibrinogen in das fibrilläre Polymerisat Fibrin umwandelt. Fibrinnetze verfestigen das Blutplasma unter Absonderung des Blutserums

Blutbildung in Knochenmark

nach Abschluß des Körperwachstums findet sich blutbildendes rotes Mark nur noch in kurzen und platten Knochen, sowie in den Epiphysen langer Knochen

reichen diese Blutbildungsstätten nicht aus, so kann sich gelbes KM in rotes zurückwandeln

rotes Knochenmark

Gewicht von 1400 g

von verschiedenen Blutzellen werden Erythrozyten (250 Milliarden/Tag), Granulozyten (15 Milliarden) , Monozyten (15 Milliarden) und Thrombozyten (500 Milliarden) ausschließlich im roten KM gebildet, Lymphozyten entstehen in beschränktem Umfang ebenfalls im KM

besitzt

Grundgewebe

es liegt zwischen den knöchernen Spongiosabälkchen und ist ein retikuläres BG mit vielen Fettzellen

Kapillaren und Sinusoide

das aus den Aa. Nutriciae der Knochen gespeiste Gefäßsystem zweigt sich im retikulären Markgewebe in Kapillaren auf, die in ein Geflecht aus weiten venösen Sinus übergehen

das geschlossene Sinusendothel besteht aus phagotisierenden Zellen, die teils aus dem retikulären Gewebe hervorgehen, teils von Monozyten abstammen. Die Sinusoide nehmen die reifen Blutzellen auf, um sie - in der Regel schubweise - in die folgenden Gefäßabschnitte mitzunehmen

Zellen der Blutbildung

Blutbildung

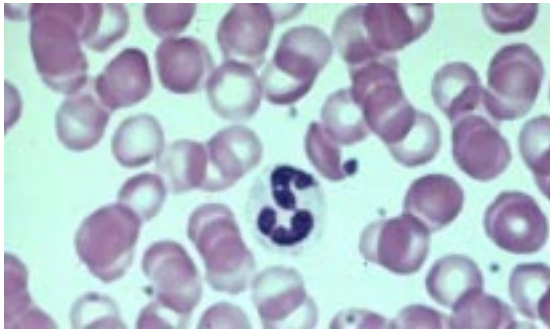
die pluripotente Stammzelle aller roten und weißen Blutkörperchen ist der Hämatozytoblast mit rundem dichtem Zellkern und basophilem Zytoplasma

aus dieser Stammzelle gehen durch differentielle Zellteilung Vorläuferzellen für die jeweilige spezielle Bildungsreihe der Blutkörperchen hervor, es folgen Vermehrungsphase und Reifephase, dabei verlieren sowohl die Zellen der Erythropoese als auch die der Myelopoese ihre Basophilie

Erythropoese

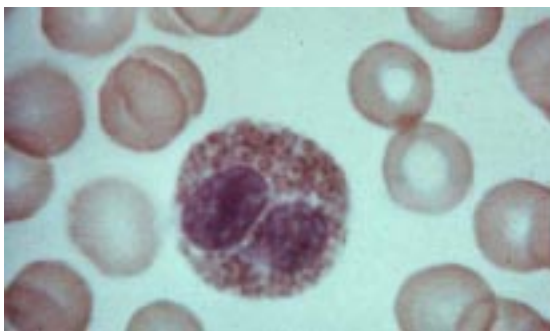
Die Vorstufen der Erythrozyten werden mit zunehmender Hämoglobineinlagerung azidophil; gleichzeitig nimmt der Bestand an Ribosomen ab, die Vorläufer (Proerythroblast, Erythroblast, Makroblast, Normoblast) stoßen schließlich mit Kontraktionsbewegungen des Zytoplasmas den Zellkern aus

die nunmehr kernlosen Retikulozyten enthalten noch Reste von Ergastoplasma



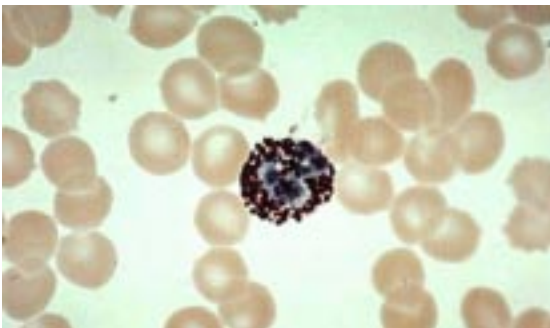
Normal cells of blood as seen in a blood smear. This slide shows many red blood cells and one neutrophil (or polymorphonuclear leukocyte).

Neutrophils characteristically have a multi-lobed nucleus and very fine, neutral-stained cytoplasmic granules. These cells migrate out into the connective tissue and become phagocytic and provide a first line of defense in acute infections.

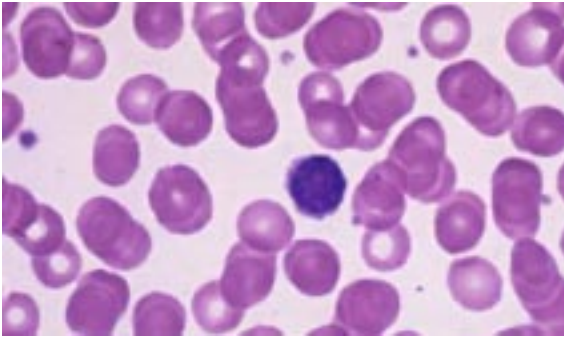


Eosinophil — with quite large, regular, refractile, eosinophilic (pink) cytoplasmic granules, and a bilobed nucleus.

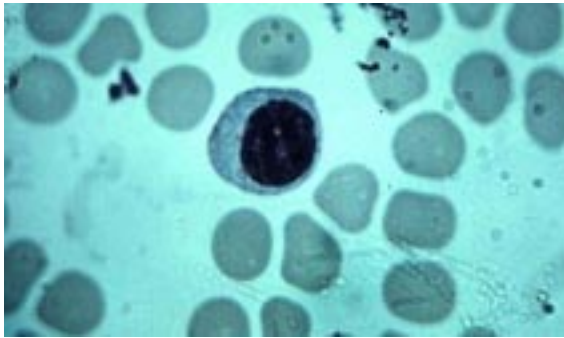
Eosinophils congregate in connective tissue in allergic reactions.



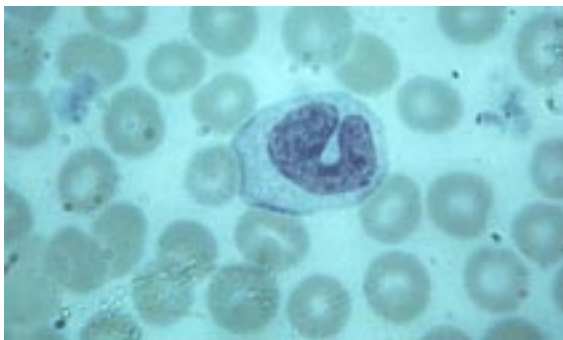
Basophil — with very dark, coarse, basophilic (purple-blue) granules in the cytoplasm surrounding the lobed nucleus. The granules contain principally histamine and heparin. Basophils are activated in response to immunologically mediated hypersensitivity reactions.



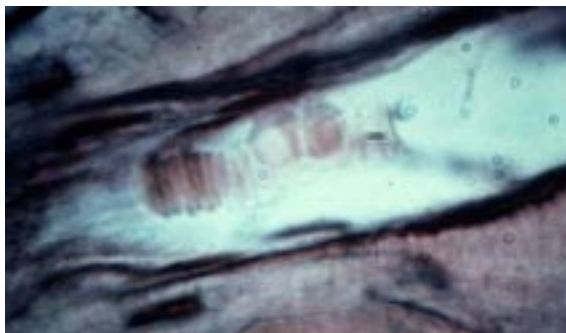
Small lymphocyte - only a little larger than a red blood cell, it has only a thin rim of pale cytoplasm around a darkly stained round nucleus. Its function is related to the body's immunological defenses. Scattered among the r.b.c.'s are some very small clumps of platelets, which are necessary for the clotting of blood.



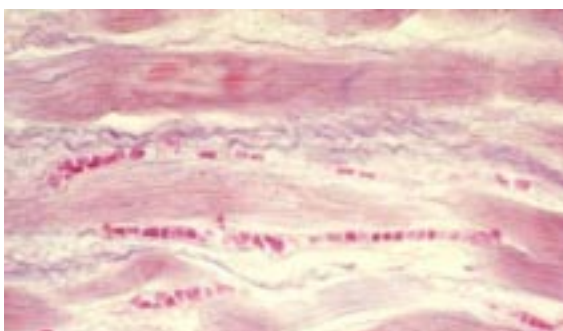
A large lymphocyte circulating in the blood. The nucleus is characteristically round and dark, but there is more cytoplasm than in the typical „small“ blood lymphocyte.



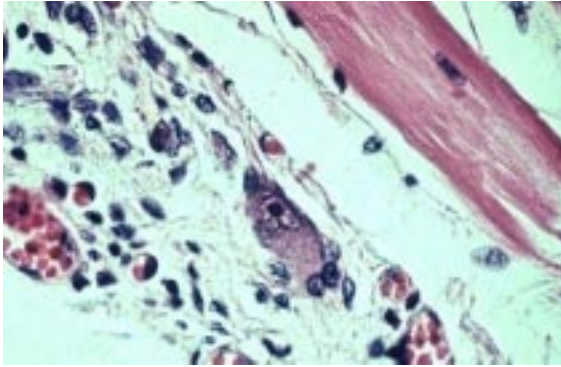
Monocyte - the largest of the leukocytes, it has quite a bit of bluish cytoplasm, surrounding a typically kidney-bean-shaped nucleus. When out in connective tissue, this cell becomes a macrophage (histiocyte).



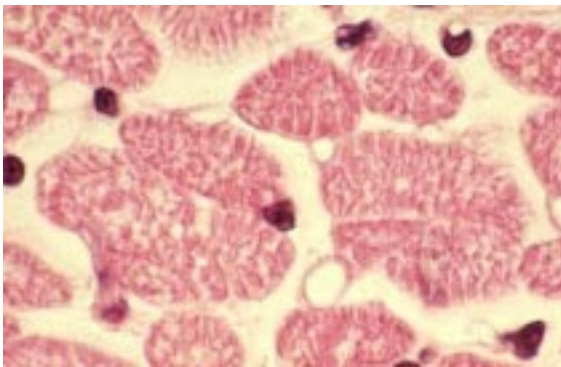
Red blood cells lined up in rouleaux (stacks). This vessel is in bone. Such clumping of cells suggests rather stagnant flow, as was probably the case in this postmortem tissue.



Longitudinally cut capillaries running in the connective tissue between cardiac muscle cells. Note the very thin endothelial lining of the vessels. Notice too that the capillary diameter is essentially that of the red blood cell. Several r.b.c.'s can be seen in transit here. Their shape is plastic, responding to surrounding pressures, but cells are traveling independently.



Small blood vessels of various sizes in areolar connective tissue. The two cross-cut capillaries at center contain erythrocytes and show an endothelial nucleus at the rim. The largest vessel, at extreme center right, is a venule. All of the vessels shown here are thin-walled and capable of fluid and ion exchange with the surrounding connective tissue fluid. In addition, leukocytes can squeeze between endothelial cells of the walls of such vessels (by diapedesis) and enter the connective tissue. Only when they leave the bloodstream do they assume their active roles.



Capillaries in the connective tissue supporting cardiac muscle cells, this time cut in cross-section. Good examples lie in the upper left and lower left of the field. Look for a small thin-walled circle with a dark, crescent-shaped endothelial nucleus on one side. The rest of the thin circle of wall is composed of endothelial cytoplasm.

Retikuläres Bindegewebe

ist für Knochenmark und die lymphatischen Organe (Lymphknoten, Milz, Thymus, Tonsillen) charakteristisch

Es besteht aus

Retikulumzellen

bilden weitmaschigen, dreidimensionalen Zellverband, ihre langen Ausläufer stehen in Verbindung

große chromatinarme (helle) Zellkerne mit einem oder mehreren Nucleoli

biologisch aktiv

können Fasern bilden: fibroblastische Retikulumzellen

können phagozytieren, speichern und aufgenommene Stoffe abbauen: histozytäre Retikulumzellen

bei Reizung lösen sie sich und wandern

können sich in Fettzellen umwandeln

undifferenzierte Retikulumzellen können sich in Blutzellen umbilden → Pluripotenz

retikuläre Fasern

bilden feines lichtmikroskopisch gerade erkennbares Gitterwerk

Notizen

Notizen

