

1.3 Zytoskelett

Ebenso wie das vorherige Thema Zell-Zellkontakte ist das Thema Zytoskelett ziemlich trocken. Aber auch hier gilt: ein passables Wissen über diesen Teilbereich sichert wertvolle Punkte im schriftlichen Examen.

1.3.1 Komponenten des Zytoskeletts

Das Zytoskelett ist ein kompliziertes intrazelluläres Netzwerk aus verschiedenen Proteinen, das der Strukturaufrechterhaltung, intrazellulären Transportvorgängen und der Zellteilung dient. Außerdem ist es noch an der amöboiden Fortbewegung bestimmter Zellen (s. 1.3.2, S. 12) beteiligt.

MERKE:

Durchmesser der Protein-Filamente = Mikrotubuli > Intermediärfilamente > Mikrofilamente.

Die Protein-Filamente sind – je nach Art – unterschiedlich in der Zelle angeordnet:

- Mikrofilamente bilden ein quervernetztes System, das unter der Zellmembran besonders dicht ist (= peripheral dense bands). Dadurch entsteht ein wabenartiges Relief. Auch in den Mikrovilli sind die Mikrofilamente so angeordnet (s. Abb. 13a).
- Intermediärfilamente sind recht gleichmäßig über die Zelle, vom Kern bis zur Zellmembran verteilt (s. Abb. 13b).
- Mikrotubuli weisen ein sternförmiges Muster auf. Ausgehend vom paranukleären MTOC bilden sie Strahlen aus, die in Richtung Peripherie ziehen (s. Abb. 13c).

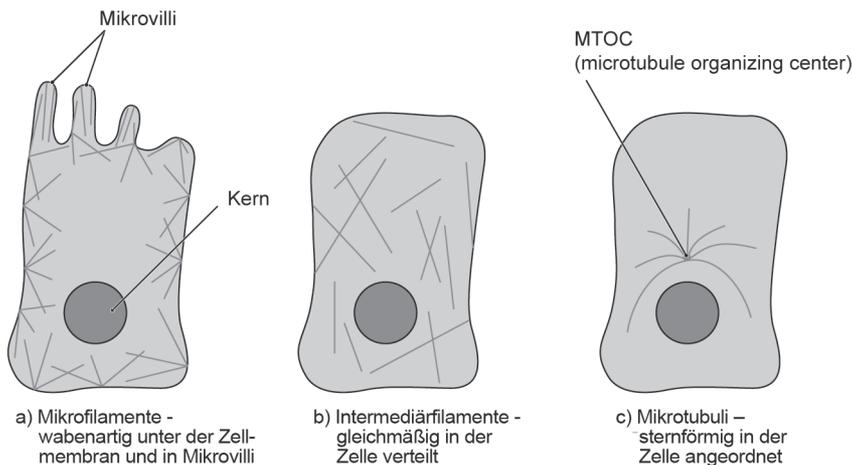


Abb. 13: Intrazelluläre Anordnung des Zytoskeletts

Übrigens...

Mit **MTOC** (= microtubule organizing center) bezeichnet man einen Ort, an dem das Wachstum von Mikrotubuli (s. S. 10) beginnt. Charakteristisch ist eine $9 \cdot 3 + 0$ -Struktur. Die wichtigsten beiden MTOCs sind die Basalkörperchen und die Zentriolen.

Mikrofilamente

Die kleinsten der Filamente sind die Mikrofilamente. Sie bestehen aus polymerisiertem **Aktin** und weiteren assoziierten Proteinen wie z.B. Fimbrin und Villin. Aktinfilamente sind **polar** = sie haben ein Minusende und ein Plusende. Die wichtigste Aufgabe der Mikrofilamente ist die Aufrechterhaltung der Strukturintegrität einer Zelle. Man findet sie z.B. in Mikrovilli, den fingerförmigen Ausstülpungen der Zytoplasmamembran am apikalen Zellpol. Daneben gibt es Mikrofilamente in **Stereozilien**. Stereozilien sind extrem lange Mikrovilli, die man im Ductus epididymidis (Anteil an der Spermienreifung) und im Innenohr (Signaltransduktion) findet.

Übrigens...

Mikrovilli dienen der Oberflächenvergrößerung. Daher findet man sie vor allem dort, wo viele Resorptionsprozesse stattfinden, z.B. im Dünndarm.

Intermediärfilamente

Intermediärfilamente entstehen durch Polymerisation von einzelnen fibrillären Untereinheiten.

Die dabei gebildeten Polymere sind stabil und weisen im Gegensatz zu Mikrofilamenten und Mikrotubuli **KEINE Polarität** auf. Ihre Aufgabe besteht in der Aufrechterhaltung der strukturellen Integrität der Zelle. Da Intermediärfilamente **gewebespezifische** Strukturproteine sind, kann man verschiedene Klassen unterscheiden. Die folgende Tabelle ist absolut prüfungsrelevant und sollte am besten auswendig gelernt werden:



Gewebe	Intermediärfilament
Epithelien	Zytokeratine (= Tonofilamente)
Mesenchym	Vimentin
Muskelzellen	Desmin
Nervenzellen	Neurofilamente
Astrozyten	Glial Fibrillary Acidic Proteine (= GFAP)
Kernlamina (keine Gewebespezifität, sondern alle Zellen, s. a. Zellkern, S. 13)	Lamine

Tabelle 2: Gewebespezifität der Intermediärfilamente

Eine Analyse der Intermediärfilamente kann bei einer histologischen Tumordiagnose hilfreich sein: Beispielsweise würde ein GFAP-anfärbarer Tumor im ZNS auf ein Astrozytom hinweisen. Viele Tumoren gehen auch aus Epithelgewebe hervor. Diese exprimieren folglich Zytokeratine.

Da es unterschiedliche Unterfamilien von Zytokeratinen gibt, kann auch ein spezifisches **Zytokeratinmuster** auf einen bestimmten Tumor hinweisen und einen anderen eher ausschließen. Das ist besonders bei der Untersuchung von Metastasen hilfreich, denn man möchte ja wissen, woher der Primärtumor kommt.

Übrigens...

Die autosomal-dominant vererbte Erkrankung **Epidermolysis bullosa simplex hereditaria** beruht auf Mutationen in der [Zyto-]Keratinfamilie. Dies führt dazu, dass sich bereits bei minimalen Traumata zwischen den basalen Keratinozyten Spalten und auf der Haut Blasen bilden. Diese Erkrankung manifestiert sich oft bereits im Säuglings- und Kleinkindesalter, verbessert sich aber mit zunehmendem Alter der Kinder.

Mikrotubuli

Bevor es darum geht, wie die Mikrotubuli ihren „Dienst an der Zelle verrichten“, hier zunächst ihr ultrastruktureller Aufbau: Die Mikrotubuli bestehen aus Proteinen, die wie Bauklötze zu immer höheren Funktionseinheiten zusammengesetzt sind. Die Grundeinheiten (= Bauklötze) sind die **Tubuline**. Davon gibt es Alpha- und Betatubuline, die sich zu einem Heterodimer zusammenlagern. Aus den Heterodimeren bilden sich Protofilamente, die wiederum durch „Seit-zu-Seit“-Anlagerung weiter zu den eigentlichen Mikrotubuli aggregieren. Ein (dann endlich fertiger) Mikrotubulus (= Singulette) besteht aus 13 solcher Protofilamente. Es gibt aber auch zelluläre Strukturen, bei denen

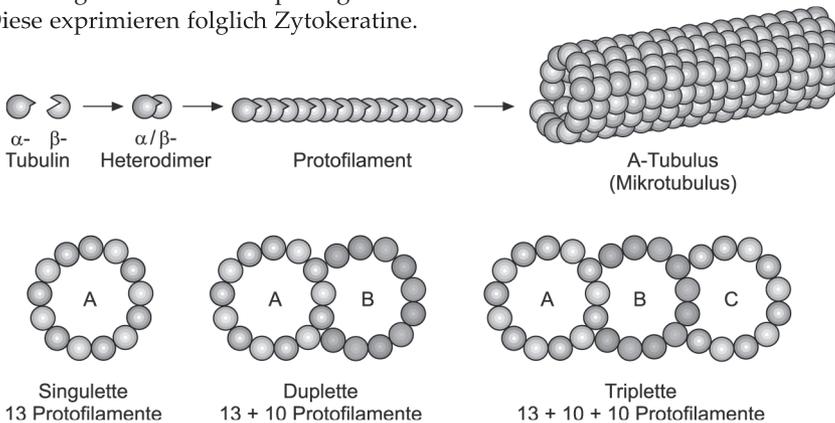


Abb. 14: Mikrotubuli