

Welche molekularen und zellulären Mechanismen spielen bei der Morphogenese eine Rolle?

Organisation des Cytoskeletts

- Mikrotubuli und Aktinfilamente ermöglichen Bildung von Zellfortsätzen (Zilien, Flagellen) → Erlauben Zelle Fortbewegung und Orientierung.
- Cytoskelettveränderungen wichtig in Morphogenese für:
 - ⇒ Migration
 - ⇒ Zellformveränderungen
 - ⇒ Lösen und Neubildung von Zell-Zell-Verbindungen

Zellmigration

- Zellen wandern während Gastrulation und Neurulation → veranlassen so Formveränderung des befruchteten Eis in einen 3D Embryo
- Cytoskelett wichtig für Zellmigration (Aktinpolymerisation, Interaktion von Cofilin und Actin, GTPasen der Rho-Familie kontrollieren Aktinorganisation, Chemotaxis leitet Zellen bei Migration)
- Focal adhesions: Zelle muss Kontakt mit EZM auf- und abbauen, um sich fortbewegen zu können.

Veränderung der Zelladhäsion

- Cadherine- und Inreginfamilie: Transmembranproteine, deren extrazellulärer Teil für die Verbindung mit Transmembranproteinen anderer Zellen oder für die Verankerung in der extrazellulären Matrix verantwortlich ist
- Regulation der Adhäsion durch Umweltsignale ist während Morphogenese sehr wichtig
 - ⇒ Nur so können sich Zellen im richtigen Moment aus ihrer Umgebung lösen, um durch den Embryo zu migrieren oder eine stärkere Verbindung mit ihren Nachbarn einzugehen.

Auf- und Abbau der EZM

- Wichtig, wenn Zellen wachsen oder neue Gewebe gebildet werden
- Integrine sind essentiell für Verankerung von Zellen in EZM
 - ⇒ Müssen aktiviert und deaktiviert werden, damit Haftung an EZM reguliert werden kann

Regulation der Genexpression

- Durch Transkriptionsfaktoren
- Cis-regulatorische Elemente (CRE) können Gene spezifisch regulieren, je nachdem welche Transkriptionsfaktoren vorhanden sind und an CRE binden
 - ⇒ Zentral für Entwicklung: Zellen können sich so unterschiedlich entwickeln, je nachdem, ob ein Transkriptionsfaktor vorhanden ist oder nicht

Signaltransduktion

- In Morphogenese: Signale für Kommunikation zwischen Zellen essentiell
- Migrierende Zellen finden nur richtigen Weg, wenn sie im Laufe ihrer Migration wegweisende Signale erhalten und diese richtig interpretieren können

- Signalkaskaden, wichtig in Entwicklung: MAP-Kinase-Signalweg, PI3-Kinase-Signalweg, Hedgehog-Signalweg und Notch-Signalweg

Apoptose

- Ermöglicht effiziente Entfernung von Gewebe, die im Verlaufe der Entwicklung überflüssig geworden sind
- Bsp.: Rückgang der Schwimmhäute zwischen den Fingern menschlicher Embryonen oder an das Absterben der Schwanzflosse bei der Entwicklung von Kaulquappen zu Fröschen