



HUMANEMBRYOLOGIE

Version 2008-2009

Online Embryologiekurs für Studierende der Medizin
Entwickelt von den Universitäten Freiburg, Lausanne und Bern
mit Unterstützung des Schweizerischen Virtuellen Campus.



Kapitel

Contact

EMBRYOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

7.0 Lernziele, vorausgesetzter Stoff, Einführung, Problemkreise

- [Lernziele](#)
- [Vorausgesetzter Stoff](#)
- [Einführung](#)
- [Problemkreise](#)

7.1 Die zweiblättrige Embryonalscheibe (2. Woche)

- [Rückblick auf die Entwicklung während der zweiten Woche](#)

7.2 Die dreiblättrige Embryonalscheibe (3. Woche)

- [Einführung](#)
- [Bildung des Primitivstreifens](#)
- [Entstehung der Keimblätter](#)
- [Entstehung der Chorda dorsalis](#)
- [Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens](#)
- [Membrana oropharyngea und cloacalis](#)
- [Evolution des Mesoblasten](#)
 - [Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten](#)
 - [Das intermediäre Mesoderm](#)
 - [Der laterale Mesoblast](#)
- [Das intraembryonale Zölon](#)
- [Induktion der Neuralplatte - Neurulation](#)

7.3 Pathologien

- [Sacro-coccygeales Teratom](#)
- [Chordom](#)
- [Kaudale Dysplasie](#)
- [Fehlentwicklungen beim Schluss des Neuralrohrs](#)
 - [Spina bifida occulta](#)
 - [Spina bifida in Kombination mit einer Dermoidzyste](#)
 - [Spina bifida aperta \(Meningozele, Myelomeningozele, Myeloschisis\)](#)
 - [Anencephalie](#)

7.4 Quiz

- [Testen Sie Ihr Wissen](#)

7.5 Kurz gefasst

- [Zusammenfassung](#)

7.6 Referenzen

- [Referenzen](#)



7.0 Lernziele, vorausgesetzter Stoff, Einführung, Problemkreise

- Lernziele
- Vorausgesetzter Stoff
- Einführung
- Problemkreise

Lernziele

Am Ende dieses Moduls kennt der/die Studierende:

- Die Differenzierung der Zellen der embryonalen Keimblätter, ausgehend von der dreiblättrigen Embryonalscheibe
- Den Mechanismus der Gastrulation und insbesondere die morphogenetische Rolle des Primitivstreifens
- Die Einteilung des intraembryonalen Mesoblasten, dessen Segmentierung und die Entstehung der intraembryonalen Zölonhöhle.
- Die Entstehung der Chorda dorsalis und deren Rolle bei der Differenzierung des Nervengewebes.
- Die Etappen der Neurulation und die ersten Etappen der Entstehung des zentralen und peripheren Nervensystems

Vorausgesetzter Stoff

- Plazenta
- Implantation

Einführung

Vom Ende der 2. bis zur 4. Woche erfährt der Zellhaufen, aus welchem der Embryo hervorgehen wird, zahlreiche Modifikationen. Dies führt zur Entstehung einer **dreiblättrigen Keimscheibe**, deren Struktur bereits den Anlageplan der Gewebe und wichtigsten Organe aufweist. Diese Prozesse der Proliferation und Migration sind die Vorgänge der **Gastrulation**. Am Ende dieser Periode kommt es bereits zur Differenzierung verschiedener Systeme. Insbesondere ein grosser Teil des zentralen (**Neuralrohr**) und des peripheren Nervensystems (**Neuralleiste**) sind bereits ausgebildet. Auch die Anlagen des axialen Skelettmuskelsystems und der Haut erscheinen in Form der Somiten. Die Somiten bestehen aus mesoblastischen, **metamerisierten** Zellansammlungen. Im Verlaufe dieser Prozesse können transitorisch (vorübergehend) vorkommende Strukturen erhalten bleiben und verschiedene Missbildungen hervorrufen. Diese Pathologien sind charakteristisch für das betroffene Gewebe.

Problemkreise

- Welche Mechanismen sind in einem sich entwickelnden Embryo erforderlich, um eine wandernde Zelle an den richtigen Ort zu befördern?
- Durch welche Vorgänge werden beim anfangs unpolarisierten Embryo die Ausrichtung sowie dessen Organisation festgelegt? (Symmetriepan, Achsen, Lateralisierung, Segmentierung)
- Identifizieren Sie die Gewebe, welche durch ihre morphogenetische Funktion die Differenzierung und die Entwicklung der Nachbarkeimblätter beeinflussen. Wie erlauben diese Mechanismen eine strukturierte Entwicklung des Embryos?
- Untersuchen Sie, ausgehend von Anomalien, die während dem Stadium der dreiblättrigen Keimscheibe entstehen, die daraus resultierenden Struktur- und Funktionsstörungen des Organismus nach der Geburt.

Liste der Kapitel | **Nächstes Kapitel**

-

Modul
Embryonscheibe

7.1 Die zweiblättrige Keimscheibe (2. Woche)

- Rückblick auf die Entwicklung während der 2. Embryonalwoche

Rückblick auf die Entwicklung
während der 2. Embryonalwoche

Quiz

Quiz 01

Legende

Abb. 1
Der Embryo ist im Alter von zwei Wochen zweischichtig. Aus dem Epiblast bildet sich ein mit Flüssigkeit gefüllter Raum (Amnionhöhle).

Zur Erinnerung

Differenzierung der Blastozyste

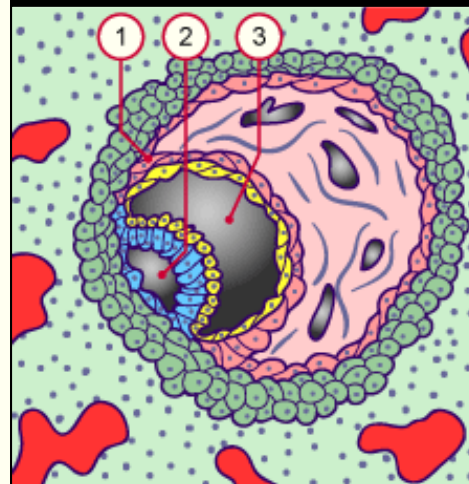
Die **Entwicklung der zweiblättrigen Keimscheibe** ◀3▶ und die Festlegung eines feto-maternellen Kreislaufes wurden detailliert in den **Modulen** **Plazenta** und **Implantation** besprochen.

Bei der zweischichtige Anlage des Embryos (Hypoblast bzw. primäres Endoderm und Epiblast) erkennt man im hohen Epithel des Epiblasten einen mit Flüssigkeit gefüllten Raum, die erste Anlage der **Amnionhöhle** ◀5▶.

Ventral wird das Dach des noch unvollständig ausgekleideten primären **Nabelbläschens** ◀5▶ (vorher Blastozystenhöhle) durch den Hypoblast gebildet

Zusammen bilden sie **schematisch zwei Halbkugeln** mit zwei eng aneinander liegenden Blättern, die die eigentliche **erste Anlage des Embryos** darstellen. Jedoch ist lediglich der **Epiblast** für die Bildung des embryonalen Gewebes zuständig. Der **Hypoblast** bildet einen Teil der extraembryonalen Anhangsgebilde.

Abb. 1 - Die zweiblättrige Keimscheibe, 12 Tage; Stadium 5



- 1 Extra-embryonales Mesoblast
- 2 Amnionhöhle
- 3 Primäres Nabelbläschen



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- **Einführung**
- **Bildung des Primitivstreifens**
- Entstehung der Keimblätter
- Entstehung der Chorda dorsalis
- Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens
- Membrana oropharyngea und cloacalis
- Evolution des Mesoblasten
 - Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten
 - Das intermediäre Mesoderm
 - Das Seitenplattenmesoderm
- Das intraembryonale Zöloom
- Induktion der Neuralplatte - Neurulation

Einführung

Die zweiblättrige Keimscheibe differenziert sich weiter zur dreiblättrigen Keimscheibe, indem Zellen über den Primitivstreifen zwischen die beiden bereits bestehenden Keimblätter einströmen und so das **dritten embryonalen Keimblatt** (Mesoblast/derm) bilden. Dieses Phänomen wird auch als **Gastrulation** bezeichnet (6-7). In diesem Stadium erfährt der Embryo tiefgreifende Veränderungen. Ab diesem Zeitpunkt spricht man vom dorsal liegenden **Ektoblasten/derm** und nicht mehr vom **Epiblasten/derm**, vom intermediären **Mesoblasten/derm**, sowie vom ventral liegenden **Endoblasten/derm**, welcher den **Hypoblasten** ersetzt. Um einen besseren Überblick zu erhalten, sollte die dritte Woche der Entwicklung in mehrere Phasen unterteilt werden. Man muss dabei in Erinnerung behalten, dass diese nicht immer aufeinander folgen, sondern ebenso gleichzeitig verlaufen können.

Bildung des Primitivstreifens

Ab der dritten Woche ist der Embryo oval und wird dorsal von Amnionflüssigkeit umgeben.

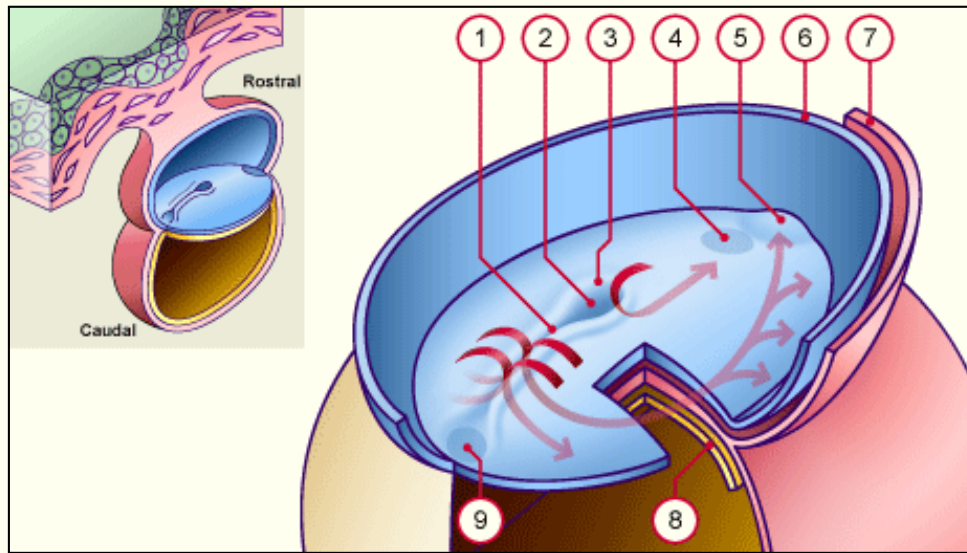
Die Embryonalscheibe ist von dorsal betrachtet oval, wobei das weite Ende die **rostrale (vordere) Region** darstellt. Das engere Ende bildet die **kaudale Region**. Zu diesem Zeitpunkt kann von einer rechten und linken Embryohälfte gesprochen werden, wenn eine longitudinale (rostrо-kaudale) Achse durch den Embryo gelegt wird.

Abb. 2 - Primitivstreifen von dorsal

Quiz

Quiz 05

Legende



- 1 Primitivrinne
 - 2 Primitivgrube
 - 3 Primitivknoten
 - 4 Membrana oropharyngea
 - 5 kardiogene Platte
 - 6 Schnitttrand des Amnions
 - 7 Mesoderm
 - 8 Endoderm
 - 9 künftige Membrana cloacalis
- NB** 1+2+3 = Primitivstreifen

Abb. 2
Embryonalscheibe von dorsal aus betrachtet ◀6▶. Die roten Pfeile geben schematisch die Wanderungsrichtung der Epiblastzellen an ihren Bestimmungsort wieder.

Ab dem 17. Tag ◀6▶ kommt es zu einer **Verdichtung der Embryonalscheibe** im Bereich der medianen Linie entlang der rostro-kaudalen Achse. Diese mediane Struktur (**Primitivstreifen**) verlängert sich, bis sie etwa die Hälfte der Embryolänge besitzt ◀7▶. Der Primitivstreifen entsteht dank der Proliferation und Wanderung von Epiblastzellen in Richtung der Medianlinie der Embryonalscheibe. Ab dem 19. Tag ◀7▶ wächst der Primitivstreifen durch Anfügen von Zellen an seinem kaudalen Ende. Am vorderen Ende bildet sich eine Rinne im Ektoblasten (**Primitivrinne**) Die kraniale Region wird durch Epiblastzellen verstärkt und bildet so die **Primitivgrube** ◀8▶ mit dem **Primitivknoten** ◀7▶ (**Hensenknoten** bei Vögeln) an seinem kranialen Ende. Der Kopf des Embryos wird sich an der Extremität der Embryonalscheibe nahe der Primitivgrube bilden.

Auffrischung der Nomenklatur

Im zweiblättrigen Stadium:

- Dorsales Keimblatt = Epiblast
- Ventrales Keimblatt = Hypoblast

Im dreiblättrigen Stadium, verändert sich die Natur der Keimblätter, sobald der Mesoblast seine Lage eingenommen hat.

- Das dorsale Keimblatt wird zum Ektoblast/-derm.
- Das mittlere Keimblatt (3. Keimblatt) wird zum Mesoblast/-derm.
- Das ventrale Keimblatt erhält den Namen Endoblast/-derm.

Zusammenfassung

- Die Zellen des **Epiblast** bilden das **Ektoblast**, **Mesoblast** (oder Chorda-Mesoblast) und intraembryonale **Endoblast**.

- Aus den Zellen des **Hypoblast** stammt der extraembryonale Endoblast (des Nabelbläschens und der Allantois)

[Liste der Kapitel](#) | [Nächste Seite](#)

Modul 7
Embryonalscheibe



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- Einführung
- Bildung des Primitivstreifens
- **Entstehung der Keimblätter**
- Entstehung der Chorda dorsalis
- Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens
- Membrana oropharyngea und cloacalis
- Evolution des Mesoblasten
 - Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten
 - Das intermediäre Mesoderm
 - Das Seitenplattenmesoderm
- Das intraembryonale Zöлом
- Induktion der Neuralplatte - Neurulation

Entstehung der Keimblätter

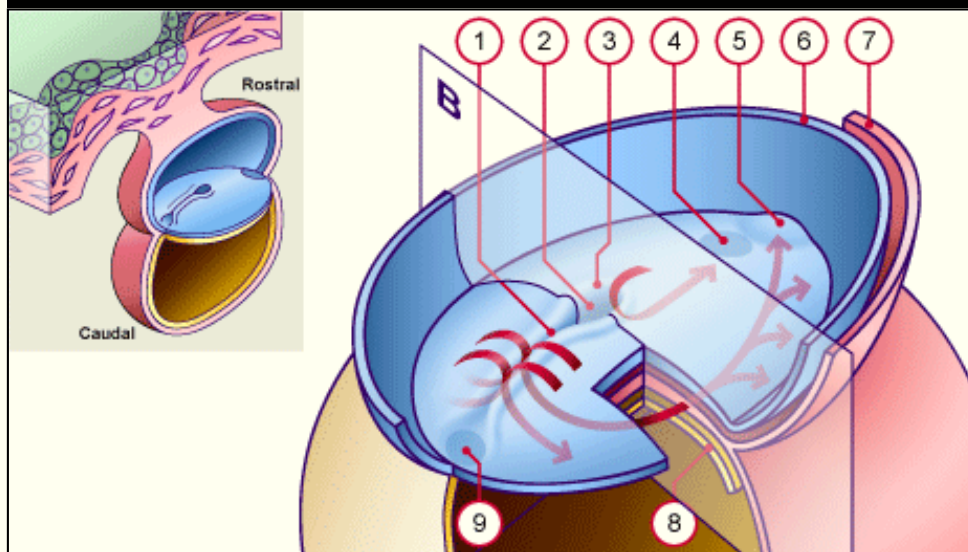
Quiz

Quiz 10

Ab dem 17. Tag ◀6▶ bildet der Primitivstreifen die Eintrittsstelle, an der die Epiblastzellen zu proliferieren und einzuwandern beginnen.

Anhand histologischer Methoden kann nachgewiesen werden, dass die Epiblastzellen während ihrer Wanderung entlang der Primitivrinne Pseudopodien ausbilden. Sie verlieren dabei den Kontakt untereinander. Dieses Phänomen des Einstroms von Zellen wird bei niedrigen Vertebraten als **Gastrulation** bezeichnet ◀6-7▶.

Abb. 3 - Primitivstreifen von dorsal



Legende

Abb. 3
Birnenförmige Embryonalscheibe (Dorsalansicht). Oben auf dem Bild erkennt man die rostrale, unten die kaudale Region.

Die roten Pfeile geben schematisch die Wanderungsrichtung der Epiblastzellen an ihren Bestimmungsort wieder.

- 1 Primitivrinne
 - 2 Primitivgrube
 - 3 Primitivknoten
 - 4 Membrana oropharyngea
 - 5 kardiogene Platte
 - 6 Schnitttrand des Amnions
 - 7 Mesoderm
 - 8 Endoderm
 - 9 künftige Membrana cloacalis
- NB** 1+2+3 = Primitivstreifen

In Abhängigkeit ihrer **Herkunft** und ihres **Zeitpunkts** des **Einstroms** wandern die Epiblastzellen vom Primitivstreifen aus in verschiedene Richtungen.

Die ersten Zellen, die durch den Knoten und die Primitivrinne wandern, **ersetzen die Hypoblastenschicht**, und bilden den **definitiven Endoblasten** (Ursprung des zukünftigen Darms und seiner Derivate). Zur gleichen Zeit werden aufgrund der Wanderung von Zellen durch den Primitivknoten in **kraniale Richtung** zwei weitere Strukturen gebildet:

- Die **Prächordalplatte** ◀6▶, die sich kranial vom Primitivknoten befindet
- der **Fortsatz der Chorda dorsalis (Notochorda)** ◀8▶, deren Entwicklung im nächsten Abschnitt behandelt werden soll.

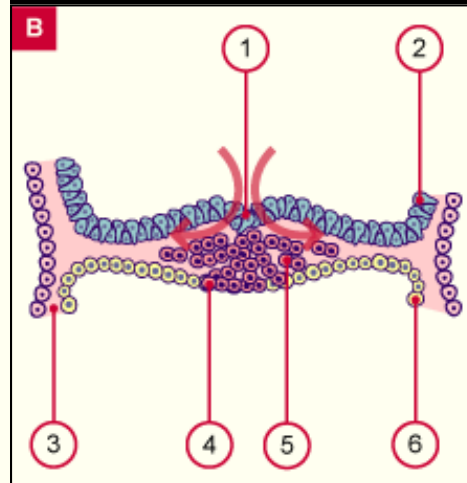
Der restliche Teil dieser eingewanderten Zellen bildet ein **drittes Keimblatt**, den **intraembryonalen Mesoblasten** ◀6▶. Dieses mittlere Keimblatt liegt zwischen dem definitiven Endoblasten und Epiblasten. Die Mesoblastzellen wandern in alle Richtungen: nach lateral, kranial und kaudal. Eine **Ausnahme** bilden die **Kloakenmembran** sowie die **Rachenmembran**, wo Ektoderm und Endoderm direkt aufeinander liegen ◀6▶.

Kranial der Prächordalplatte werden Mesenchymzellen der Embryonalscheibe das **Perikard** sowie das **Septum transversum** ◀9▶ bilden. An der kaudalen Extremität bildet die **Kloakenmembran** die Anlage der künftige Öffnungen des Uro-Genitaltraktes und des Rectums.

Der Epiblast ist Vorläufer von drei Zellschichten in der dreiblättrigen Embryonalscheibe:

- Ektoblast/-derm
- Mesoblast/-derm
- Definitiver Endoblast/-derm

Abb. 4 - Transversalschnitt auf Ebene der Primitivrinne



- 1 Primitivgrube
- 2 Epiblast
- 3 Extraembryonales Mesoderm
- 4 definitives Endoderm
- 5 Einwanderung von Epiblastzellen für die Bildung des intraembryonalen Mesoderms
- 6 Hypoblast

Legende

Abb. 4
Transversalschnitt auf Ebene des Primitivstreifens mit Einwanderung von Epiblastzellen, die den zukünftigen Mesoblasten bilden, sowie den Endoblasten, der den Hypoblasten ersetzt.

Mehr dazu

Die Wanderung der Epiblastzellen mit aufeinander folgender Bildung von Mesoblast und Endoblast ist ein Abschnitt der Embryogenese, der auch unter dem Begriff **Epithelio-mesenchymaler Übergang** zusammengefasst wird.

Mehr dazu

Die zellulären Adhäsionsmoleküle oder CAM (Cell Adhesion Molecules)

Ab dem Beginn der Gastrulation bilden die Epiblastzellen Hyaluronsäure, welche sich in den interzellulären Räumen zwischen Epiblast und Hypoblast ablagert. Die Hyaluronsäure wird oft mit der Wanderung der Zellen assoziiert. Dieses Molekül ist imstande sehr viel Wasser zu binden (bis zu 1000-mal sein eigenes Gewicht!) und soll eine antiaggregierende Rolle gegenüber den Mesoblastzellen spielen. Dennoch genügt die Anwesenheit der Hyaluronsäure nicht, um die Wanderung der Epiblastzellen ab dem Primitivstreifen zu erklären. Bei allen Wirbeltierembryonen nimmt man an, dass die Wanderung auch an die Anwesenheit von Fibronektinen gebunden ist, welche sich auf der Basallamina unter dem Epiblasten befinden. Das Fibronektin ([10](#)) ist ein extrazelluläres Glykoprotein.

Die Integrine

Die Integrine gehören zu den 4 Familien der Adhäsionsmoleküle CAM (**C**ell **A**dhesion **M**olecules): Integrine, Cadherine, Selectine, und die grosse Familie der Immunoglobuline. Sie sind für die Verbindung und Erkennung zweier Zellen untereinander, oder einer Zelle und der extrazellulären Matrix zuständig. Die Art der Verbindung kann homophil (zwei identische Moleküle) oder heterophil sein (zwei verschiedene Moleküle verbinden sich). Es handelt sich um transmembranäre Glykoproteine, die die Kohäsion (Aggregation) sichern und die Wanderung der Zellen beeinflussen, welche verantwortlich ist für die Organisation der Zellen in Gewebe und der Gewebe in Organen. Die Integrine bilden Kontakte aus mit den Kollagenfilamenten in der Basalmembran und der extrazellulären Matrix. Das Laminin ist ein Ligand (Molekül, welches imstande ist, sich an einen transmembranären Rezeptor zu binden) der Basalmembran. Das Fibronektin hingegen ist ein Ligand der Interzellulärsubstanz des Mesenchyms und spielt eine Rolle bei der Wanderung der Zellen.

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)

-



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- Einführung
- Bildung des Primitivstreifens
- Entstehung der Keimblätter
- **Entstehung der Chorda dorsalis**
- Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens
- Membrana oropharyngea und cloacalis
- Evolution des Mesoblasten
 - Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten
 - Das intermediäre Mesoderm
 - Das Seitenplattenmesoderm
- Das intraembryonale Zölon
- Induktion der Neuralplatte - Neurulation

Entstehung der Chorda dorsalis

Am 19. Tag besteht der **Chordafortsatz** ◀7▶ (auch **Axialfortsatz** genannt) aus Zellen, die sich in der Region des Primitivknotens einstülpen und auf der medianen Linie kranialwärts wandern. Man kann diesen Vorgang mit dem Einführen eines Fingers in einen Handschuh vergleichen. Der Vorgang kann dank Transparenz des Ektoblasten betrachtet werden. Der Chordafortsatz verlängert sich durch Proliferation der Zellen des Primitivknotens an seinem vorderen Ende bis zur **Prächordalplatte** ◀6▶. Zur gleichen Zeit wird der Primitivstreifen auf die kaudale Region zurückgebildet ◀6▶.

Quiz

[Quiz 11](#)

Quiz

[Quiz 15](#)

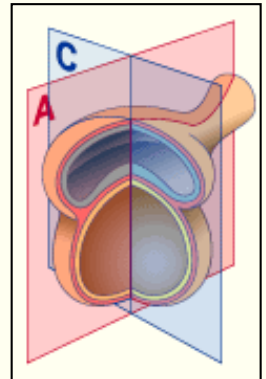


Abb. 5 - Primitivstreifen von dorsal

Legende

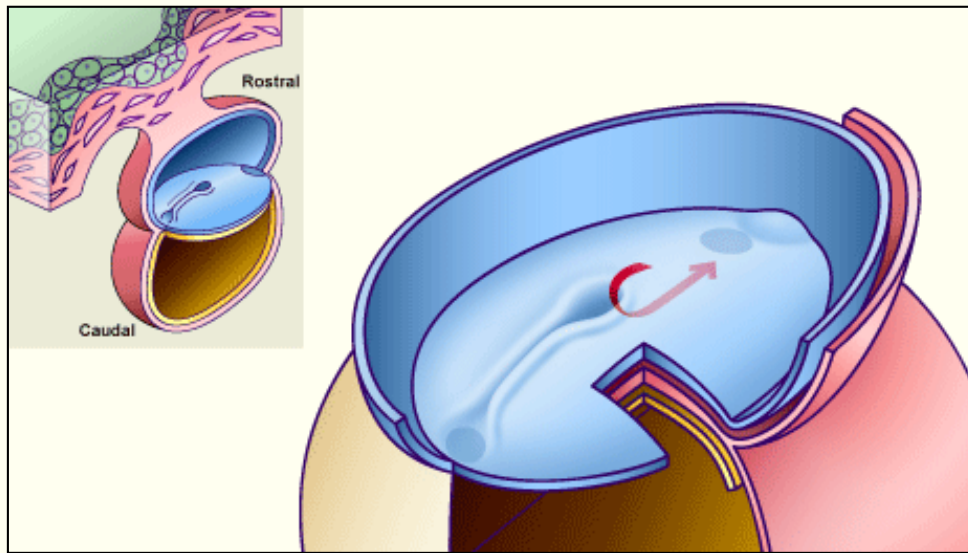
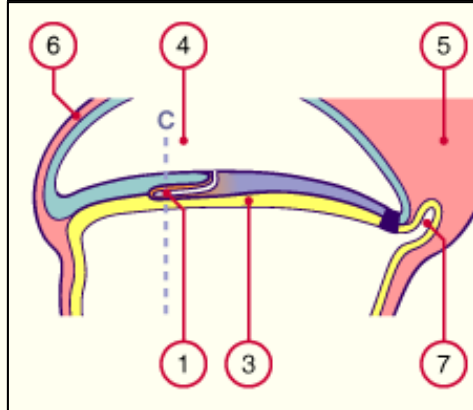


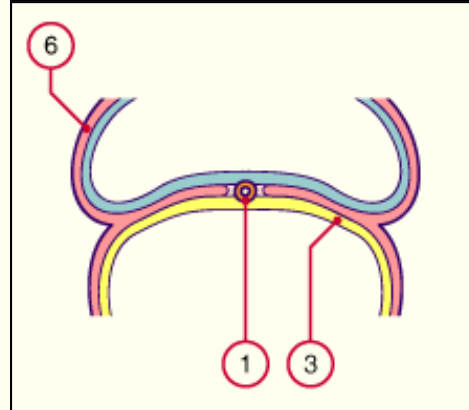
Abb. 5
Der rote Pfeil gibt schematisch die Wanderungsrichtung der Epiblastzellen an, die vom Primitivknoten herkommen und den Processus notochordalis und später die Chorda dorsalis bilden.

Abb. 5 a - Chordafortsatz ca. 19. Tag (Stadium 7)



- 1 Chordafortsatz
- 3 Embryonaler Endoblast

Abb. 5 b - Chordafortsatz ca. 19 Tag (Stadium 7)



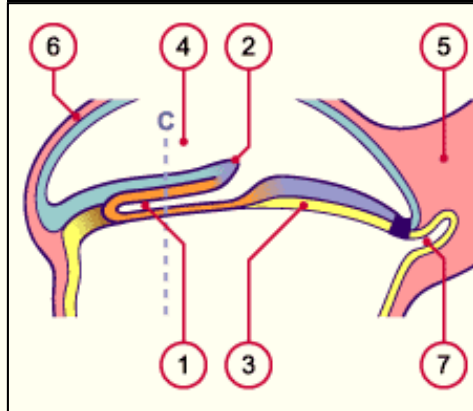
- 4 Amnionhöhle
- 5 Haftstiel
- 6 Extraembryonales Mesenchym
- 7 Allantois

Legende

Abb. 5a
Schematische Darstellung der Entstehung des Chordafortsatzes am 19. Tag durch Einstülpung von Epiblastzellen, die vom Primitivknoten herkommen.

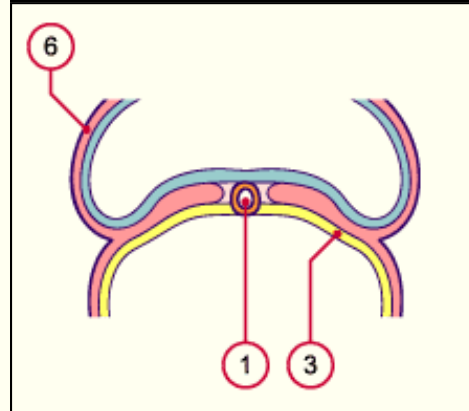
Abb. 5b
Schnitt gemäss C.

Abb. 5 c - Chordafortsatz ca. 21. Tag (Stadium 7)



- 1 Chordafortsatz
- 2 Primitivknoten
- 3 Embryonaler Endoblast
- 4 Amnionhöhle

Abb. 5 d - Chordafortsatz ca. 21. Tag (Stadium 7)



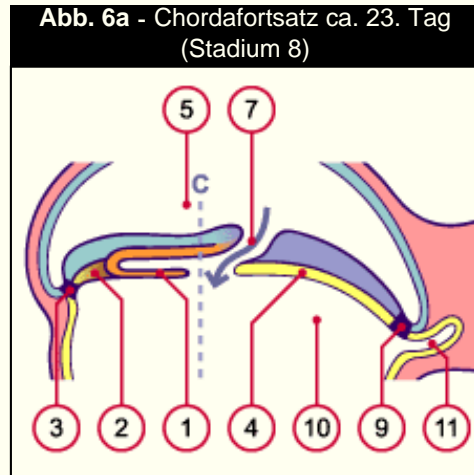
- 5 Haftstiel
- 6 Extraembryonales Mesenchym
- 7 Allantois

Legende

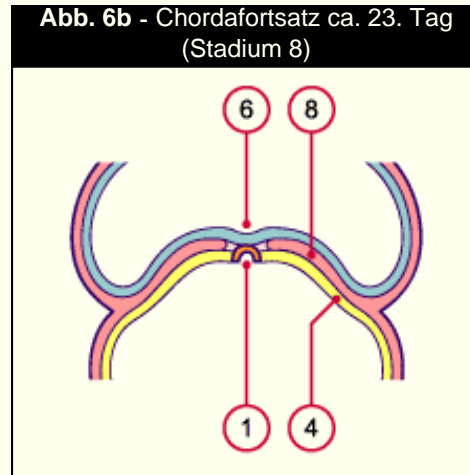
Abb. 5c
Schematische Darstellung der Entstehung des Axialkanals durch Invagination von Epiblastzellen, die im Bereich des Primitivknotens einwandern (ca. 21. Tag).

Abb. 5d
Schnitt gemäss C

Am 23. Tag besteht der **Chordafortsatz** aus Chordamesoderm und einem **zentralen Axialkanal** ◀7▶. Zu diesem Zeitpunkt fusioniert er mit dem darunter liegenden Endoderm, um sich dann wiederum, beginnend an der Primitivgrube, von diesem **abzutrennen**. Die Amnionhöhle kommuniziert, während Chordafortsatz und Endoderm verschmolzen sind, für kurze Zeit (etwa ein Tag) durch den sogenannten **Canalis neurentericus** ◀8▶ mit dem Nabelbläschen. Das dabei ins Endoderm übergehende Chordagewebe wird so zur **Chordaplatte** ◀8-9▶.



- 1 Fusionierter Chordafortsatz
- 2 Prächordalplatte
- 3 Rachenmembran
- 4 Embryonaler Endoblast
- 5 Amnionhöhle
- 6 Neuralrinne



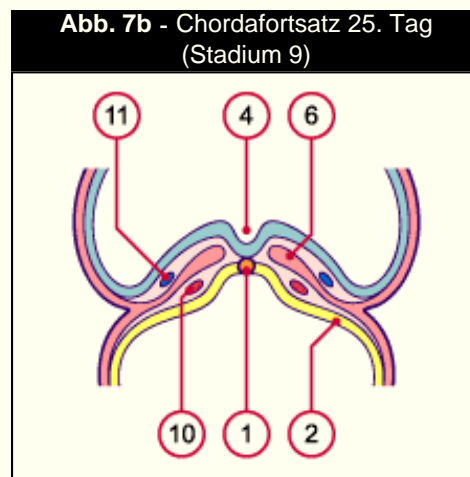
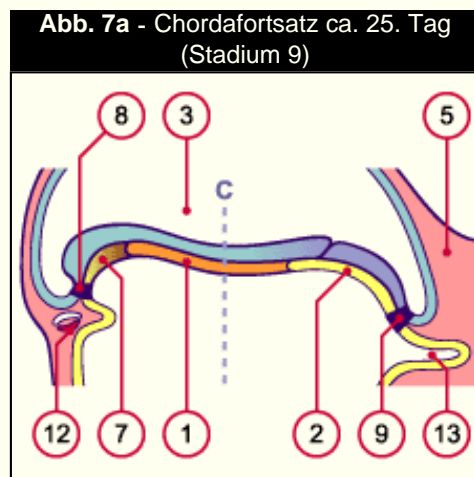
- 7 Canalis neurentericus
- 8 Intraembryonaler Mesoblast
- 9 Kloakenmembran
- 10 Nabelbläschen
- 11 Allantois

Legende

Abb. 6a
Die Chorda dorsalis hat sich vom Endoblasten abgetrennt. Dies geschieht durch einen ähnlichen Mechanismus wie die Bildung des Neuralrohrs. Am kaudalen Ende der Chorda dorsalis, im Bereich des Primitivknotens, kommt es dank dem Canalis neurentericus zu einer vorübergehenden Kommunikation zwischen Nabelbläschen und Amnionhöhle (Pfeil).

Abb. 6b
Schnitt gemäss C

Am 25. Tag ◀9▶ **schnürt** sich die Chordaplatte **vom Endoderm**, der darauf wieder fusioniert, ab und bildet einen vollständige Strang: Die **Chorda dorsalis**. Diese befindet sich inmitten des Mesoderm, zwischen Ektoderm und Endoderm und spielt eine Rolle **bei der Induktion des darüber liegenden Neuroektoblasten**. Ausserdem spielt die Chorda dorsalis eine Rolle bei der Entstehung der **Wirbelkörper** und wird in den sich später bildenden Zwischenwirbelscheiben zum Nukleus pulposus.



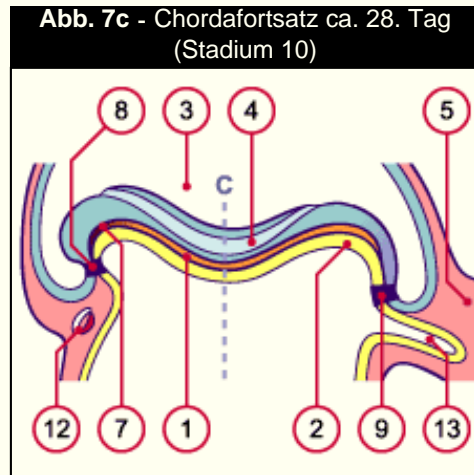
- 8 Rachenmembran
- 9 Kloakenmembran
- 10 Aorten
- 11 Umbilikalvenen
- 12 kardiogene Platte
- 13 Allantois

Legende

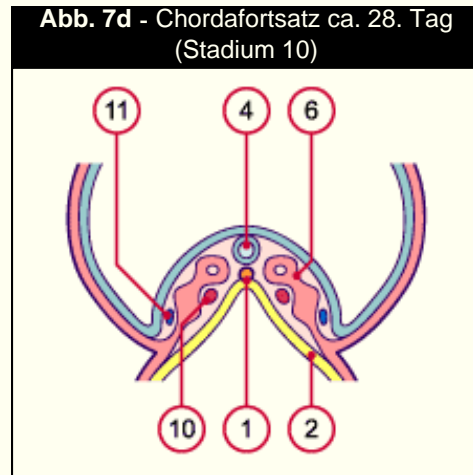
Abb. 7a
Um den 20. Tag verbindet sich das Chordagewebe mit dem Endoderm und bildet so die Chordaplatte. Zwischen dem 22. und 24. Tag schnürt es sich vom Endoderm ab (das Endoderm fusioniert wieder), um einen vollständigen Strang zu bilden: Die Chorda dorsalis. Diese befindet sich inmitten des Mesoderm, zwischen Ektoderm und Endoderm.

Abb. 7b
Schnitt gemäss C

- 1 Chordafortsatz
- 2 Embryonaler Endoblast
- 3 Amnionhöhle
- 4 Neuralrinne
- 5 Haftstiel
- 6 Intraembryonaler Mesoblast
- 7 Prächordalplatte



- 1 Chordafortsatz
- 2 Embryonaler Endoblast
- 3 Amnionhöhle
- 4 Neuralrohr
- 5 Haftstiel
- 6 Intraembryonaler Mesoblast
- 7 Prächordalplatte



- 8 Rachenmembran
- 9 Kloakenmembran
- 10 Aorten
- 11 Umbilikalvenen
- 12 kardiogene Platte
- 13 Allantois

Legende

Abb. 7c
Das Endoderm hat sich unter der Chorda dorsalis, welche sich nun inmitten des Mesoderm, zwischen Ektoderm und Endoderm befindet, wieder zusammengefügt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Neuralrinne teilweise schon zum Neuralrohr fusioniert.

Abb. 7d
Schnitt gemäss C

Zusammenfassung: Die Chorda dorsalis bestimmt die **Longitudinalachse** des Embryos. Sie legt die zukünftige Lage der **Wirbelkörper** fest und induziert den Ektoblasten bei dessen Differenzierung zur **Neuralplatte**.

Mehr dazu

In der Literatur herrschen einige Uneinstimmigkeiten in Bezug auf die Begrenzung und das Schicksal der Prächordalplatte.

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- [Einführung](#)
- [Bildung des Primitivstreifens](#)
- [Entstehung der Keimblätter](#)
- [Entstehung der Chorda dorsalis](#)
- **[Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens](#)**
- [Membrana oropharyngea und cloacalis](#)
- [Evolution des Mesoblasten](#)
 - [Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten](#)
 - [Das intermediäre Mesoderm](#)
 - [Das Seitenplattenmesoderm](#)
- [Das intraembryonale Zöлом](#)
- [Induktion der Neuralplatte - Neurulation](#)

Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens

Der Durchtritt der Epiblastzellen durch den Primitivstreifen ◀6-7▶ bestimmt deren Differenzierung in Embryonalzellen dreier Linien.

In Abhängigkeit ihrer **Herkunft** und dem **Zeitpunkt** der Invagination wandern die Epiblastzellen vom Primitivstreife in verschiedene Richtungen aus (1).

Man nimmt an, dass der extraembryonale Mesoblast vom posterioren Abschnitt des Primitivstreifens stammt. Der intraembryonale Mesoblast hingegen soll aus dem mittleren und kranialen Abschnitt des Primitivstreifens hervorgehen. Die Zellen, die beim **Primitivknoten** einwandern, ergeben den paraxialen Mesoblasten, die Chorda dorsalis, die Prächordalplatte, den Endoblasten und den medialen Anteil der Somiten (In Tierexperimenten festgestellt mit Hilfe von Zellmarkierungen). Der Primitivstreifen nimmt bis zur 4. Woche an der Bildung des intraembryonalen Mesoblasten teil.

Um den 19. Tag ◀9▶ erstreckt sich der Primitivstreifen über die Hälfte der Gesamtlänge des Embryos, nimmt aber mit fortschreitender Gastrulation ab und wird nach kaudal verlagert.

In der 4. Woche beträgt dessen Länge nur noch etwa 15 % der gesamten Länge des Embryos. Der Primitivstreifen wird schliesslich auf die Region der kaudalen Eminenz beschränkt und bildet den kaudalen Teil des Rückenmarks (kaudale Verlängerung). Aus der **kaudalen Eminenz** gehen weiter der Hinterdarm sowie die ihm benachbarte Notochorda und Somiten hervor.

Am 29. Tag ◀11▶ **verschwindet** er vollständig. Überbleibsel können zu einem [sacro-coccygealen Teratom](#) führen.

Abb. 8 - Dorsalansicht des Primitivstreifens ca. 17 Tag

Abb. 9 - Dorsalansicht des Primitivstreifens ca. 19. Tag

Legende

Quiz

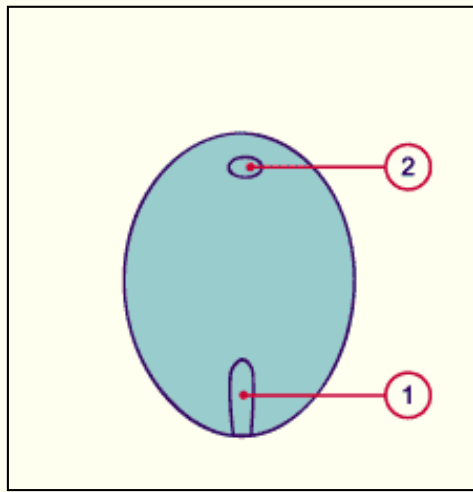
[Quiz 03](#)

Quiz

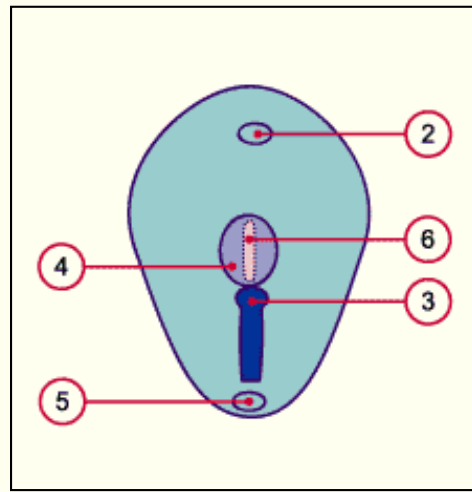
[Quiz 06](#)

Quiz

[Quiz 07](#)



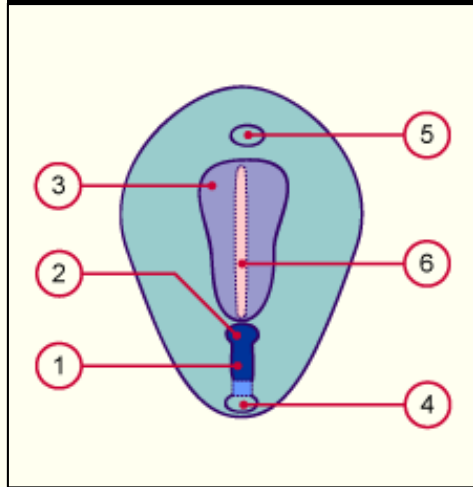
- 1 Primitivstreifen
- 2 Prächordalplatte
- 3 Primitivknoten



- 4 Neuralplatte
- 5 Kloakenmembran
- 6 Chordafortsatz

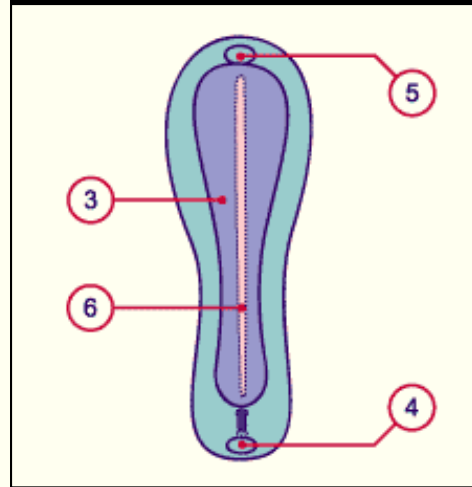
Abb. 8, Abb. 9
Schematische Darstellung: Dorsale Ansicht der Embryonscheibe während der 3. Woche. Man erkennt das Wachstum des Primitivstreifens und die Entstehung des Chordafortsatzes.

Abb. 10 - Dorsalansicht des Primitivstreifens ca. 23. Tag



- 1 Primitivstreifen
- 2 Primitivknoten
- 3 Neuralrohr

Abb. 11 - Dorsalansicht des Primitivstreifens ca. 25. Tag



- 4 Kloakenmembran
- 5 Prächordalplatte
- 6 Chordafortsatz

Legende

Abb. 10, Abb. 11
Schematische Darstellung: Dorsale Ansicht der Embryonscheibe während der vierten Woche. Zu sehen sind die Rückbildung des Primitivstreifens und das Wachstum des Chordafortsatzes. Der Primitivstreifen beschränkt sich nun auf die Region der kaudalen Eminenz und verschwindet im Stadium 11 (29. Tag).



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- [Einführung](#)
- [Bildung des Primitivstreifens](#)
- [Entstehung der Keimblätter](#)
- [Entstehung der Chorda dorsalis](#)
- [Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens](#)
- **[Membrana oropharyngea und cloacalis](#)**
- [Evolution des Mesoblasten](#)
 - [Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten](#)
 - [Das intermediäre Mesoderm](#)
 - [Das Seitenplattenmesoderm](#)
- [Das intraembryonale Zöлом](#)
- [Induktion der Neuralplatte - Neurulation](#)

Membrana oropharyngea und cloacalis

Es existieren **zwei Regionen**, wo Ektoderm und Endoderm direkt aufeinander liegen ohne dazwischen liegende Mesodermzellen. Diese beiden abgerundeten Regionen befinden sich auf der medianen Linie. Eine liegt kranial von der Prächordalplatte, die andere kaudal vom Primitivstreifen.

Im Verlaufe der 3. und 4. Woche verbindet sich das Ektoderm dieser Regionen fest mit dem darunter liegenden Endoderm, um eine bilaminäre Membran zu bilden, welche kranial **Rachenmembran** (Membrana oropharyngea) ◀10▶ und kaudal **Kloakenmembran** (Membrana cloacalis) ◀6▶ genannt wird. Diese beiden Membranen werden sich in der späteren Entwicklung resorbieren. Dort entsteht die Öffnung in die Mundbucht ◀11▶, bzw die Öffnungen des Urogenitaltraktes (Kloakenmembran) ◀19▶.

Abb. 12 - Dorsalansicht des Embryos, 3. Woche

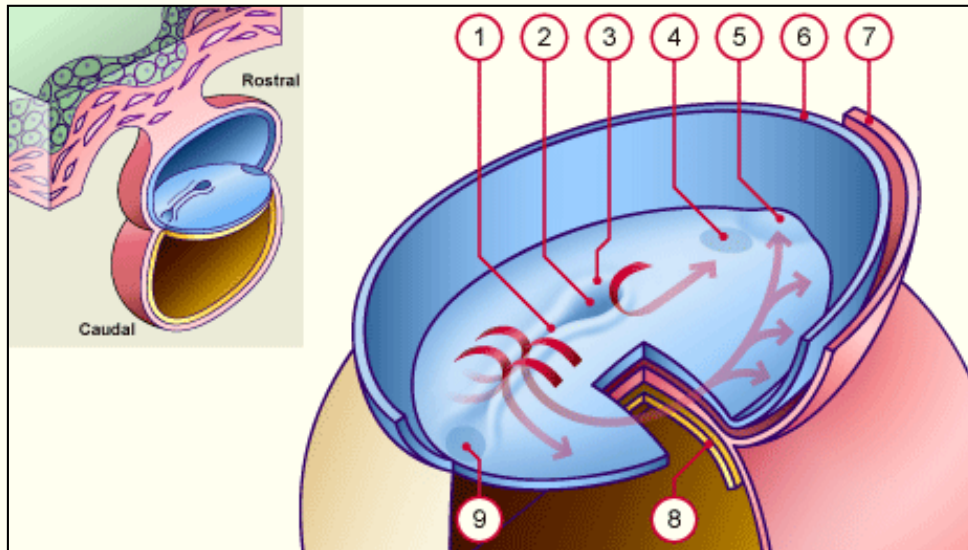
Quiz

[Quiz 12](#)

Legende

Abb. 12
Schematische Darstellung der Dorsalansicht eines Embryos während der Mesoblast-Einwanderung. (3. Woche). Zu sehen sind die beiden zweischichtigen Regionen an der kranialen und kaudalen Extremität.

Die roten Pfeile geben schematisch die Wanderungsrichtung der Epiblastzellen an ihren Bestimmungsort wieder.



- 1 Primitivrinne
 - 2 Primitivgrube
 - 3 Primitivknoten
 - 4 Membrana oropharyngea
 - 5 kardiogene Platte
 - 6 Schnitttrand des Amnions
 - 7 Mesoderm
 - 8 Endoderm
 - 9 künftige Membrana cloacalis
- NB** 1+2+3 = Primitivstreifen

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- [Einführung](#)
- [Bildung des Primitivstreifens](#)
- [Entstehung der Keimblätter](#)
- [Entstehung der Chorda dorsalis](#)
- [Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens](#)
- [Membrana oropharyngea und cloacalis](#)
- **[Evolution des Mesoblasten](#)**
 - [Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten](#)
 - [Das intermediäre Mesoderm](#)
 - [Das Seitenplattenmesoderm](#)
- [Das intraembryonale Zöлом](#)
- [Induktion der Neuralplatte - Neurulation](#)

Evolution des Mesoblasten

Beim **intraembryonalen Mesoblasten** handelt es sich um das dritte primitive Keimblatt. Es entsteht in der 3. Woche durch die Einwanderung von Zellen am Primitivstreifen. Aus ihm entspringen verschiedene Gewebe und Organe des Embryos.

Der **extraembryonale Mesoblast** ◀5▶ wird bereits während der 2. Woche gebildet. Es nimmt am Aufbau der Plazenta und der Anhangsorgane teil.

Anfangs bilden die Zellen des Mesoderms eine dünne Schicht von breitemaschigen Zellen auf beiden Seiten der medianen Linie zwischen Ektoderm und Endoderm. Während der Bildung der Chorda dorsalis, welche in der Masse wächst, wie der Primitivstreifen schrumpft, vermehren sich die Zellen des intraembryonalen Mesoderms auf beiden Seiten der Medianlinie und bilden so 3 Strukturen in Form von **longitudinalen Kolonnen und Blättern**.

Dieser Vorgang beginnt am kranialen Pol und setzt sich bis zur 4. Woche in kaudaler Richtung fort. Im folgenden Abschnitt werden wir sehen, welche spezifischen Strukturen aus diesen drei Strukturen hervorgehen werden.

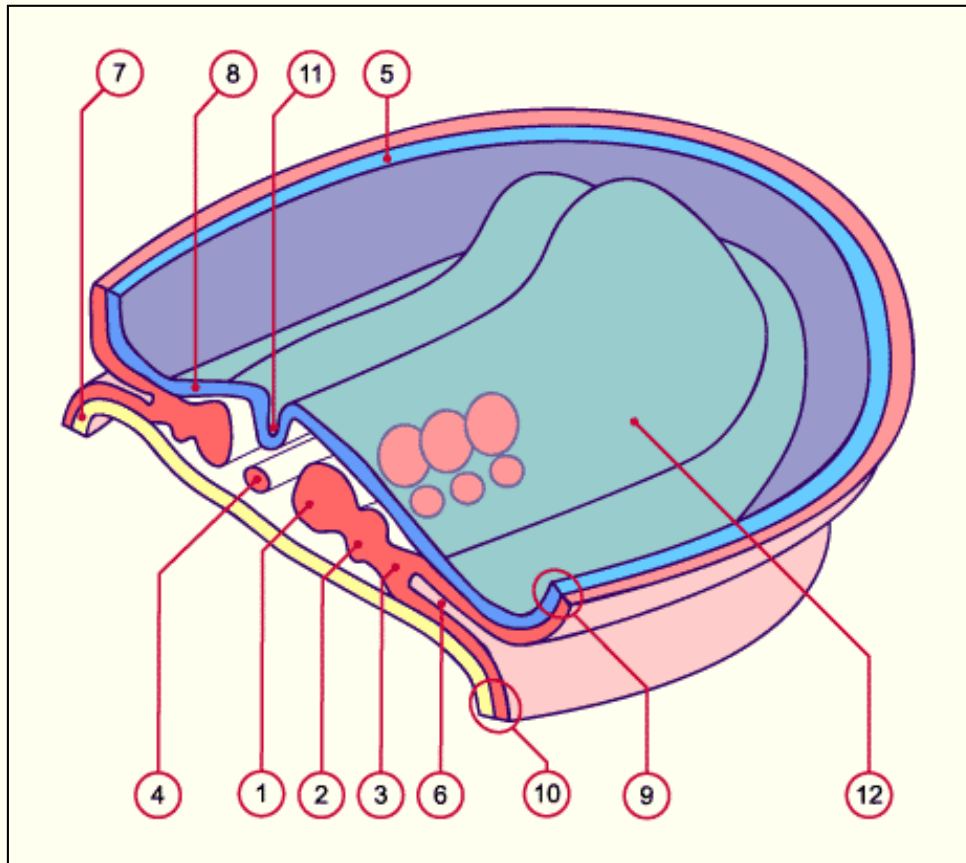
Abb. 13 - Mesoblast nach abgeschlossener Mesoblast-Einwanderung (ca. 25. Tag)

Zur Erinnerung

[Differenzierung der Blastozyste und der Keimblätter.](#)

Legende

Abb. 13
Schematische 3D-Darstellung eines Embryos um den 25. Tag. Der rote Abschnitt zeigt das intraembryonale Mesoderm. Auf beiden Seiten der Medianlinie bildet sich das paraxiale Mesoderm ◀9▶. Mehr lateral erkennt man das intermediäre Mesoderm ◀10▶ (2. Ausbuchtung), welches sich nach



lateral hin verfeinert und aufteilt, um so das intraembryonale Zölon zu umfassen und an der Bildung des Somatopleura - und Splanchnopleura Mesoderms teilzunehmen= Seitenplattenmesoderm

- 1 Paraxiales Mesoderm
- 2 Intermediäres Mesoderm
- 3 Seitenplatten Mesoderm
- 4 Chordafortsatz
- 5 Amnion
- 6 Intraembryonales Zölon
- 7 Endoblast
- 8 Ektoblast
- 9 Somatopleura (Mesoderm und Ektoderm)
- 10 Splanchnopleura (Mesoderm und Endoderm)
- 11 Neuralrinne
- 12 Neuralplatte

Das intraembryonale Mesoderm wird sich auf beiden Seiten des sich zurückbildenden Primitivstreifens in drei Strukturen differenzieren:

- **Paraxiales Mesoderm**
- **Intermediäres Mesoderm**
- **Seitenplattenmesoderm**

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- Einführung
- Bildung des Primitivstreifens
- Entstehung der Keimblätter
- Entstehung der Chorda dorsalis
- Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens
- Membrana oropharyngea und cloacalis
- Evolution des Mesoblasten
 - **Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten**
 - Das intermediäre Mesoderm
 - Das Seitenplattenmesoderm
- Das intraembryonale Zöloom
- Induktion der Neuralplatte - Neurulation

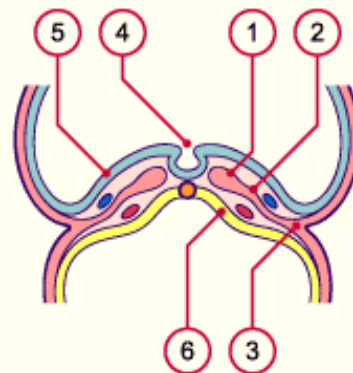
Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten

Der paraxiale Mesoderm stammt von Epiblastzellen, die im Bereich des Primitivknotens bzw. des kranialen Anteil des Primitivstreifens eingewandert sind. Es bildet Paare epithelialisierter Mesenchymsegmente in Zylinderform, die in unmittelbarer Nachbarschaft zum Neuralrohr und der Chorda dorsalis stehen. Ab Beginn der dritten Woche werden diese Zylinder von kranial nach kaudal in Somitomeren segmentiert (**Metamerisation**). Jeder besteht anfänglich aus einem pseudostatifizierten Epithel, das um eine zentrale Höhle, dem Somitozöl, angeordnet ist.

Ausser den Somitomeren **1 bis 7**, die **keine Somiten** bilden, die aber an der Bildung des Mesoblasten der **Schlundbögen** beteiligt sind, bilden die anderen Somitomere 42 bis 44 Somiten in kranio-kaudaler Richtung. Dabei werden ab dem 25. Tag 3-4 Somiten pro Tag gebildet ◀9▶.

Beim Menschen werden 42-44 Somitenpaare ◀9 - 13▶ längs des Neuralrohrs gebildet. Diese reichen von der kranialen Region bis zum Schwanz des Embryos. Mehrere kaudale Somiten verschwinden wieder, weshalb letztendlich noch 35-37 Somitenpaare gezählt werden können. Die Anzahl vorgefundener Somiten wird in diesen Entwicklungsstadien zur **Altersbestimmung** verwendet.

Abb. 14 - Evolution des Mesoblasten



- 1 Paraxiales Mesoderm
- 2 Intermediäres Mesoderm
- 3 Seitenplattenmesoderm
- 4 Neuralrinne
- 5 Ektoblast
- 6 Endoblast

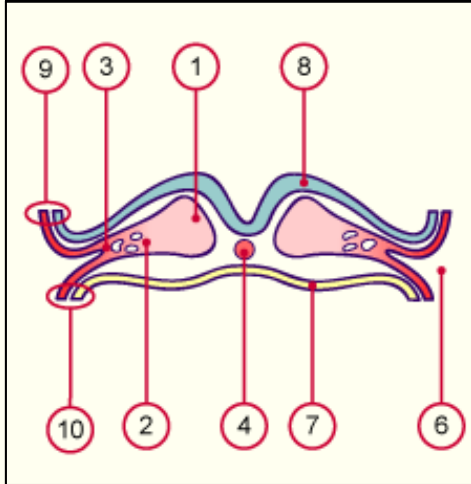
Mehr dazu

Die Metamerie beruht auf der Aufteilung des ursprünglichen Embryos in mehrere Segmente.

Legende

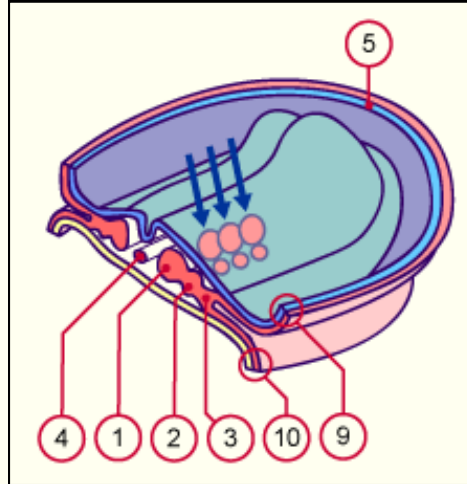
Abb. 14
Transversalschnitt am 25. Tag. Zu sehen ist die Differenzierung des Mesoblasten in das paraxiale, intermediäre und Seitenplattenmesoderm

Abb. 15 - Entstehung des intraembryonalen Zöloms, ca. 23. Tag



- 1 Paraxiales Mesoderm
- 2 Intermediäres Mesoderm
- 3 Seitenplattenmesoderm
- 4 Chordafortsatz
- 5 Schnitttrand des Amnion
- 6 Intraembryonales Zölom

Abb. 16 - Erscheinen der Somitomeren ca. 25. Tag



- 7 Endoblast
- 8 Ektoblast
- 9 Somatopleura mit Ektoderm
- 10 Splanchnopleura mit Endoblast

Legende

Abb. 15
Transversalschnitt durch 23 Tage alten Embryo. Man erkennt die ersten Spalträume des zukünftigen intraembryonalen Zöloms.

Abb. 16
Transversalschnitt mit Dorsalansicht um den 25. Tag. Die zylindrischen Zellansammlungen des paraxialen (bildet die Somitomeren) und intermediären Mesoderms (Ursprung des urogenitalen Systems) sind erkennbar.

Mehr dazu

Die **Somiten** sind **embryonale Übergangsgorgane**, die durch die **Segmentierung des paraxialen Mesenchyms** gebildet werden. Sie organisieren sich ohne Zelldifferenzierung (primäre Organe). Sie sind für die **segmentale Organisation** des Embryos zuständig und tragen zur Restrukturierung des Embryos bei. Sie enthalten das Zellmaterial für das Achsenskelett (**Sklerotome**), der quergestreiften Muskulatur des Halses, des Rumpfes und der Extremitäten (**Myotome**), sowie das der subkutanen Gewebe und der Haut (**Dermatom**). Die Somiten sind Voraussetzung für die **Metamerie**. Die metamere Aufteilung der Wirbelsäule, des Neuralrohrs, der Rumpfwand und des Thorax (Rippen) hängt von der ordentlichen Anlage der Somiten ab.

Quiz

[Quiz 09](#)

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- [Einführung](#)
- [Bildung des Primitivstreifens](#)
- [Entstehung der Keimblätter](#)
- [Entstehung der Chorda dorsalis](#)
- [Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens](#)
- [Membrana oropharyngea und cloacalis](#)
- [Evolution des Mesoblasten](#)
 - [Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten](#)
 - [Das intermediäre Mesoderm](#)
 - [Das Seitenplattenmesoderm](#)
- [Das intraembryonale Zöloom](#)
- [Induktion der Neuralplatte - Neurulation](#)

Das intermediäre Mesoderm

Das intermediäre Mesoderm ◀ 10 ▶ befindet sich zwischen paraxialem Mesoderm und Seitenplattenmesoderm. Es bildet in der Halsregion und oberen Brustregion Zellhaufen, die eine Metamerie aufweisen: Die **Nephrotome**.

In den mehr kaudal liegenden Regionen bleibt es **unsegmentiert** und bildet so den **nephrogenen Strang**.

Diese longitudinale, dorsal liegende Leiste wird Urogenitalleiste genannt und dient Nieren und Gonaden als Ursprung.

Das Seitenplattenmesoderm

Das Seitenplattenmesoderm besteht aus Zellen, die im medialen Abschnitt des Primitivstreifens einwandern während der Bildung des mittleren Keimblattes. Es handelt sich um eine dicke Platte, die eine Höhle umgibt: Das **intraembryonale Zöloom** (Die Zölome stellen die zukünftigend Serosahöhlen des Rumpfes dar: Peritonealhöhle, Pleurahöhlen und Perikardhöhle). Man unterteilt die beiden Schichten, die das intraembryonale Zöloom umgeben in **Somatopleura**, welche dem Ektoderm angelagert ist und an der Bildung der lateralen und ventralen Wände des Embryos beteiligt ist und in **Splanchnopleura**, welche dem Endoblasten aufliegt und an der Bildung der Wand des Verdauungsrohres teilnimmt.

Quiz

[Quiz 08](#)

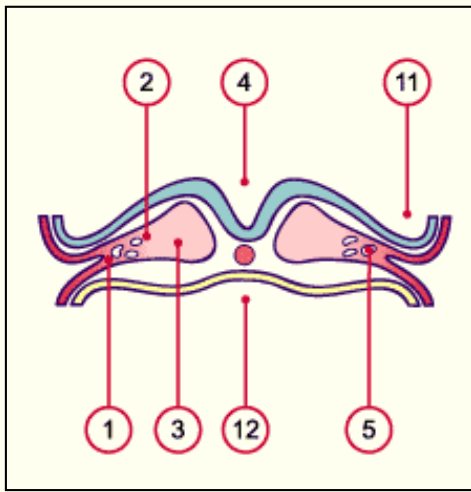
Quiz

[Quiz 13](#)

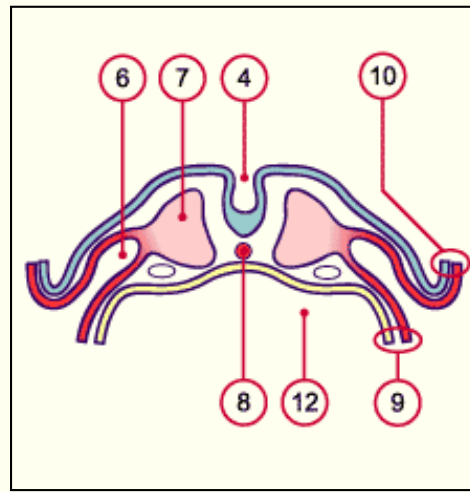
Abb. 17 - Seitenplattenmesoderm
ca. 23. Tag

Abb. 18 - Seitenplattenmesoderm
ca. 25. Tag

Legende



- 1 Seitenplattenmesoderm
- 2 Intermediäres Mesoderm
- 3 Paraxiales Mesoderm
- 4 Neuralrinne
- 5 Zölovakuolen
- 6 Intraembryonales Zölov



- 7 Somiten
- 8 Chorda dorsalis
- 9 Splanchnopleura mit Endoderm
- 10 Somatopleura mit Ektoderm
- 11 Amnionhöhle
- 12 Nabelbläschen

Abb. 17
Ab dem 23. Tag bilden sich in der Seitenplatte Zölovakuolen.

Abb. 18
Am 25. Tag unterteilt das intraembryonale Zölov die Seitenplatte in das Splanchnopleura - und Somatopleura Mesoderm

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



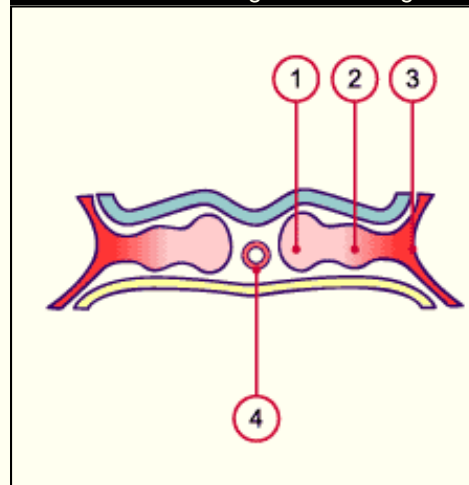
7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- Einführung
- Bildung des Primitivstreifens
- Entstehung der Keimblätter
- Entstehung der Chorda dorsalis
- Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens
- Membrana oropharyngea und cloacalis
- Evolution des Mesoblasten
 - Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten
 - Das intermediäre Mesoderm
 - Das Seitenplattenmesoderm
- Das intraembryonale Zöлом
- Induktion der Neuralplatte - Neurulation

Das intraembryonale Zöлом

Das intraembryonale Zöлом erscheint zuerst im Seitenplattenmesoderm in Form **mehrerer isolierter Vakuolen**. Während der lateralen Abfaltung des Embryos in der 4. Woche fusionieren diese Vakuolen und bilden eine hufeisenförmige Höhle: Das intraembryonale Zöлом. Zu Beginn besteht eine **Verbindung** zwischen intra- und extraembryonalem Zöлом. Mit voranschreitender Abfaltung jedoch führt die Verschmelzung der Ektoblastblätter auf der medialen Linie dazu, dass das intraembryonale vom extraembryonalen Zöлом abgegrenzt wird und im lateralen Mesoblasten eingeschlossen bleibt.

Abb. 19 - Mesoderm vor der Vakuolenbildung etwa 20. Tag



- 1 Paraxiales Mesoderm
- 2 Intermediäres Mesoderm
- 3 Seitenplattenmesoderm
- 4 Chordafortsatz

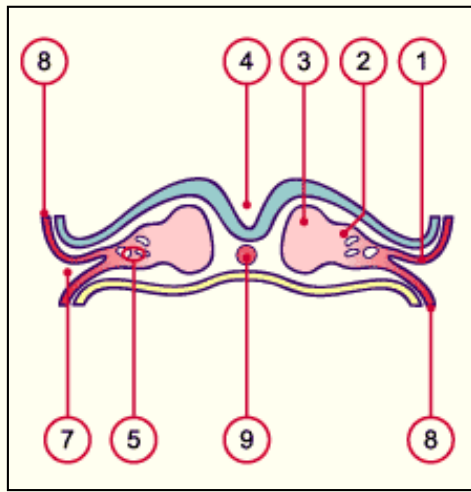
Legende

Abb. 19
Transversalschnitt durch 20 Tage alten Embryo. Dargestellt ist die Unterteilung in das paraxiale intermediäre Mesoderm und die Seitenplatte.

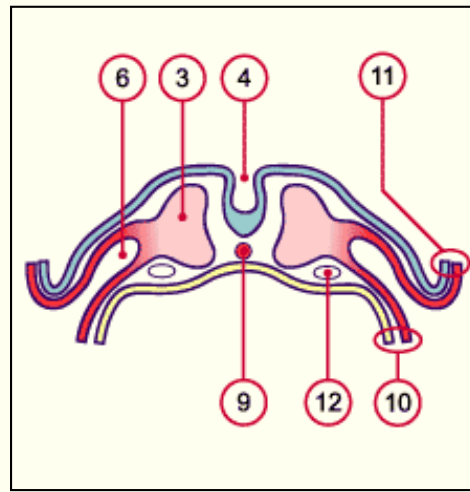
Abb. 20 - Zöломvakuolen
ca. 23. Tag

Abb. 21 - Zöломhöhlen
ca. 25. Tag

Legende



- 1 Seitenplattenmesoderm
- 2 Intermediäres Mesoderm
- 3 Paraxiales Mesoderm
- 4 Neuralrinne
- 5 Zölovakuolen
- 6 Intraembryonales Zölov
- 7 Extraembryonales Zölov



- 8 Extraembryonaler Mesoblast
- 9 Chorda dorsalis
- 10 Splanchnopleura mit Endoderm
- 11 Somatopleura mit Ektoderm
- 12 Dorsale Aorta (paarig)

Abb. 20
Ab dem 23. Tag bilden sich Zölovakuolen in der Seitenplatte

Abb. 21
Am 25. Tag unterteilt das intraembryonale Zölov das Seitenplattenmesoderm in Somatopleura - und Splanchnopleura Mesoderm.

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



7.2 Die dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)

- [Einführung](#)
- [Bildung des Primitivstreifens](#)
- [Entstehung der Keimblätter](#)
- [Entstehung der Chorda dorsalis](#)
- [Zielort der Epiblastzellen und Entwicklung des Primitivstreifens](#)
- [Membrana oropharyngea und cloacalis](#)
- [Evolution des Mesoblasten](#)
 - [Das paraxiale Mesoderm und die Differenzierung der Somiten](#)
 - [Das intermediäre Mesoderm](#)
 - [Das Seitenplattenmesoderm](#)
- [Das intraembryonale Zöлом](#)
- **[Induktion der Neuralplatte - Neurulation](#)**

Induktion der Neuralplatte - Neurulation

Mit der **primären Neurulation** beginnt die Entstehung des Nervensystems. Die Chorda dorsalis übt eine **Induktionswirkung** auf den darüber liegenden Ektoblasten aus. Sie bewirkt, dass sich Ektoblastzellen in Neuroektoblastzellen umwandeln. Dies wurde bereits anfangs des 20. Jahrhunderts erkannt und ist heute eindeutig belegt.

Am 19. Tag erscheint die **Neuralplatte** [◀7▶](#). Sie stellt die **erste Etappe dar in der Entstehung des Nervensystems**. Die Neuralplatte bildet sich als medio-sagittale Verdichtung des Ektoblasten rostral des Primitivstreifens. Am kranialen Ende ist die Neuralplatte breiter und umfasst die Region, wo das Gehirn entstehen wird. Am kaudalen Ende ist sie enger und bringt das Rückenmark hervor. Diese Entwicklung ist mit der Mesoblast-Einwanderung gekoppelt.

Die **Neuralplatte** entwickelt sich nämlich im Gleichschritt mit der Entstehung der Chorda dorsalis d.h. **unter dem induzierenden Einfluss des darunter liegenden axialen Mesoderms** (Prächordalplatte und kranialer Anteil der Chordaplatte). Der Induktionsprozess ist ein sehr komplexer Vorgang, der auf die Sekretion von induzierenden Substanzen durch axiale Mesodermzellen zurückzuführen ist. Diese Substanzen diffundieren in Richtung der darüber liegenden Ektodermzellen, wo sie Gene aktivieren, die für die Differenzierung des aus dem Ektoderm entstandenen Epithels in ein mehrreihiges, prismatisches Epithel verantwortlich sind: Das **Neuroektoblast**. Im Verlaufe der 3. Woche erheben sich die Ränder der Neuralplatte und werden zu **Neuralfalten** [◀9▶](#), welche die **Neuralrinne** umfassen [◀8▶](#).

Abb. 22 - Neuralplatte 19 - 23. Tag

Abb. 23 - Neuralplatte ca. 25. Tag

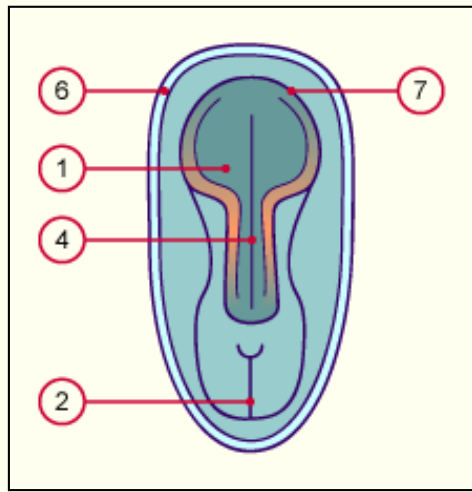
Legende

Quiz

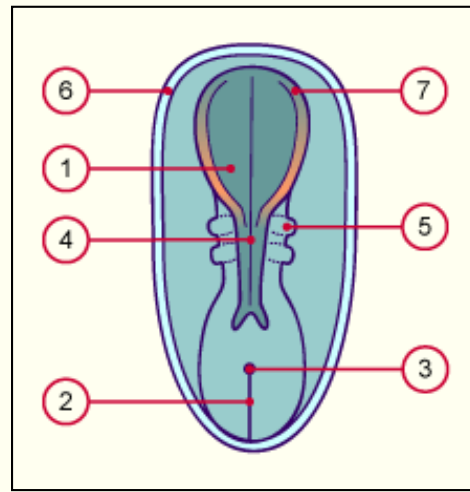
[Quiz 04](#)

Quiz

[Quiz 16](#)



- 1 Neuralrinne
- 2 Primitivstreifen
- 3 Primitivknoten
- 4 Neuralrinne



- 5 Somiten
- 6 Schnitttrand des Amnion
- 7 Neuralfalten

Abb. 22

Mit dem Erscheinen der Neuralplatte am 19. Tag, beginnt die Entwicklung des zukünftigen Nervensystems.

Abb. 23

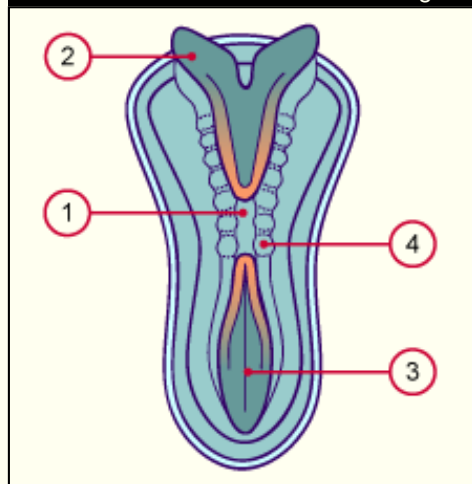
Am kranialen Ende ist die Neuralrinne breiter und umfasst die Region, wo das Gehirn entstehen wird. Am kaudalen Ende ist sie enger. Dort entsteht das Rückenmark.

Die Falten über der Neuralrinne nähern sich ab dem 25. Tag und verschmelzen zum **Neuralrohr** (begrenzt den zukünftige mit Ependymzellen ausgekleidete Canalis centralis). Der Schluss des Neuralrohrs beginnt im zervikalen Bereich (in der Mitte des Embryos) und breitet sich von dort in kranialer und kaudaler Richtung aus. Der **Neuroporus anterior** (cranialis) schliesst sich am 29. Tag ◀11▶.

Der **Neuroporus posterior** (caudalis) schliesst sich einen Tag später ◀12▶. Die Höhe des Neuroporus anterior entspricht der Lamina terminalis des adulten Gehirns und diejenige des Neuroporus posterior dem Filum terminale am Ende des Rückenmarkes.

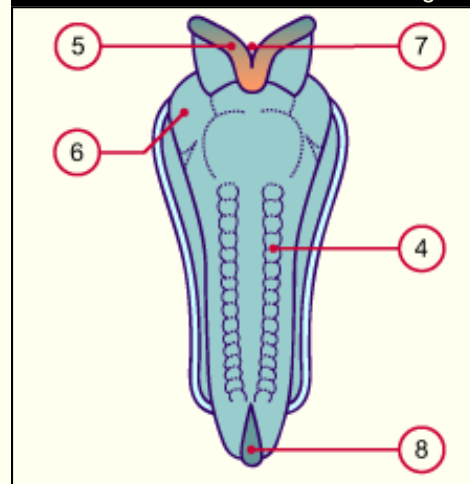
Falls der Schluss des Neuralrohrs nicht erfolgt, kommt es zur **Spina bifida**. Wenn hingegen der Schluss des Neuroporus anterior ausbleibt, so kommt es zu einer Anencephalie. Während sich das Neuralrohr schliesst, lösen sich Zellen an den lateralen Seiten der Neuralrinne und bilden die Neuralrinne. Etwa 50% des Ektoderms wird zur Neuralrinne, der Rest bildet die Epidermis.

Abb. 24 - Neuralrohr mit ca. 28. Tagen



- 1 Neuralrohr
- 2 Neuralrinne
- 3 Neuralrinne
- 4 Somiten

Abb. 25 - Neuralrohr mit ca. 29. Tagen



- 5 Neuralrinne
- 6 Vorwölbung des Perikards
- 7 Kranialer Neuroporus
- 8 Kaudaler Neuroporus

Legende

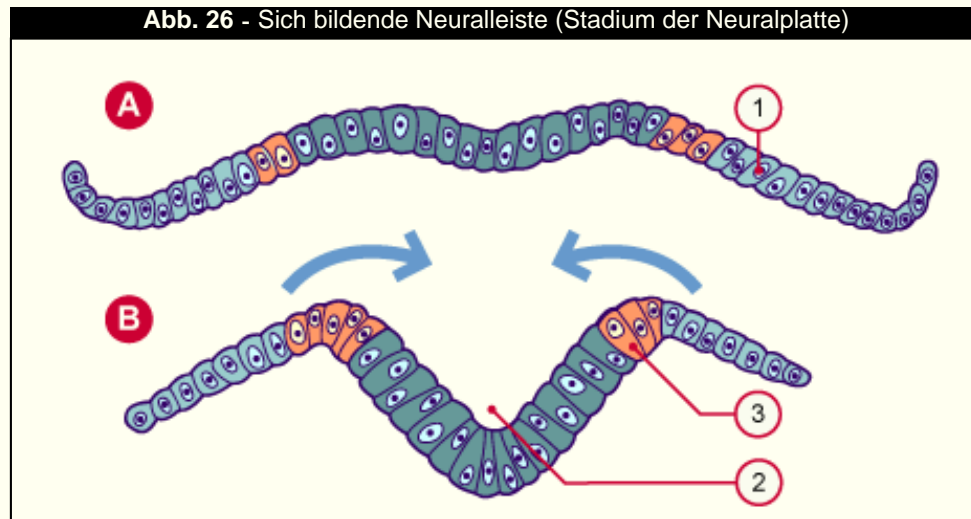
Abb. 24

Im Verlaufe der 3. Woche erheben sich die Ränder der Neuralrinne und bilden zwei Falten, die die Neuralrinne abgrenzen.

Abb. 25

Der Schluss des Neuralrohrs beginnt im zervikalen Bereich (in der Mitte des Embryos) und breitet sich von dort in kranialer und kaudaler Richtung aus.

Die **Zellen der Neuralleisten** ◀9▶ bilden quasi ein **4. embryonales Keimblatt**. Dieses beinhaltet eine partielle Segmentation, die an der Bildung des peripheren Nervensystems teilnimmt (Neurone und Gliazellen des sympathischen, parasympathischen und sensorischen Nervensystems). Die Neuralleistenzellen zeichnen sich durch eine grosse **Wanderungsfähigkeit** und **phänotypische Vielfältigkeit** aus, da aus ihnen zahlreiche verschieden differenzierte Zelltypen entstehen werden. Aus der Neuralleiste entstehen nicht nur die oben erwähnten Nerven- und Gliazellen, sondern auch die Pigmentzellen der Epidermis (Melanozyten), die Calcitoninzellen der Schilddrüse, die Zellen des Nebennierenmarks und einige Bestandteile des Skelett- und Bindegewebes im Kopfbereich.

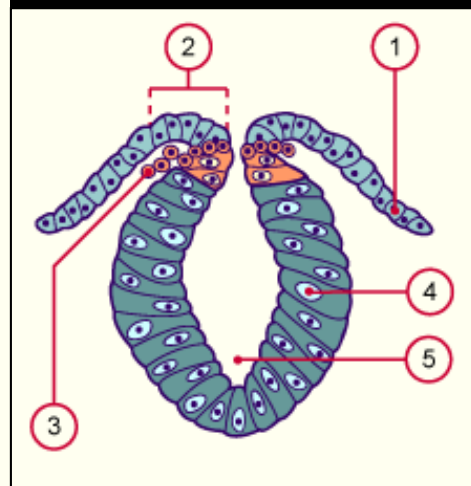


- A Neuralplatte
- B Neuralrinne
- 1 Epiblast
- 2 Neuralrinne
- 3 Neuralleiste

Legende

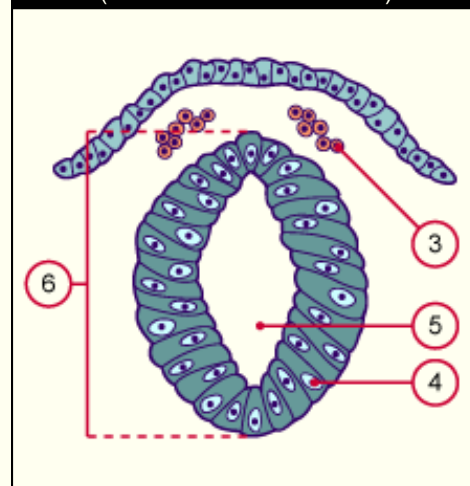
Abb. 26
Beginn der Neurulation in der zervikalen Region. Die Neuralrinne bildet sich. Orange sind die Zellen der zukünftigen Neuralleiste zu erkennen. Die Pfeile weisen auf die Richtung der lateralen Abfaltung hin.

Abb. 27 - Wandernde Neuralleistenzellen (Stadium der Neuralrinne)



- 1 Epiblast
- 2 Neuralfalten
- 3 Wandernde Neuralleistenzellen

Abb. 28 - Neuralleiste nach abgeschlossener Ablösung (Stadium des Neuralrohrs)



- 4 Neuroepithel
- 5 Canalis centralis
- 6 Neuralrohr

Legende

Abb. 27, Abb. 28
Auf die Neuralplatte folgt die Bildung der Neuralrinne ◀9▶ und darauf die des Neuralrohrs ◀11▶. Zellhaufen trennen sich von der lateralen Seite der Neuralplatte ab und bilden die Neuralleisten. Sobald die Neuralleistenzellen das Neuroepithel verlassen heben sie ihren Zusammenhalt (8 - 9).

NB: Beachten Sie dass im Stadium der Neuralrohrbildung das Neuralrohr mehrschichtig ist, was auf dieser Zeichnung zwecks Vereinfachung nicht berücksichtigt wurde.



7.3 Pathologien

- **Sacro-coccygeales Teratom**
- **Chordom**
- **Kaudale Dysplasie**
- Fehlentwicklungen beim Schluss des Neuralrohrs
 - Spina bifida occulta
 - Spina bifida in Kombination mit einer Dermoidzyste
 - Spina bifida aperta (Meningozele, Myelomeningozele, Myeloschisis)
 - Anencephalie

Sacro-coccygeales Teratom

Das Teratom bildet sich aus einem **Überbleibsel** des **Primitivstreifens**, der normalerweise degeneriert oder verschwindet. Es bildet sich aus **pluripotenten Zellen** dieser Struktur. Seine Zusammensetzung kann stark variieren. Es kommen folgende Gewebe vor: Knochen, Haare, Zähne, Nerven. Das Teratom kommt bei weiblichen Kindern mit dreimal grösserer Häufigkeit vor, kann schon im Kindesalter maligne entarten und muss daher bis ins Alter von sechs Monaten entfernt werden.

Mehr dazu

[Makroskopische Bilder](#)

Chordom

Das Chordom ist ein Tumor, der sich ausgehend von **Überbleibsel** der **Chorda dorsalis** bildet. Es kann entweder im Bereich des Kopfes oder aber in der Region des Os sacrum vorkommen. Es tritt besonders um das 50. Lebensjahr auf und kann gut- oder bösartig sein.

Kaudale Dysplasie

Dieser allgemeine Begriff umfasst eine Gruppe von Syndromen, die von kleinen Verletzungen im Bereich der unteren Wirbel bis zur kompletten Fusion der unteren Extremität reichen können (Sirenomelie). Es handelt sich um eine Anomalie, die durch eine gestörte Wanderung der Mesoblastzellen verursacht wird.

Mehr dazu

[Makroskopische Bilder](#)

Die kaudale Dysplasie kann mit diversen kranialen Anomalien in Verbindung gebracht werden.

- **Vater-Syndrom** beschreibt einen Symptomenkomplex mit vertebrealen und vaskulären Anomalien, einer **Analatresie**, **Tracheo-oesophagealer Fistel**, **oesophageale Atresien**, **renale Anomalien** und einer **Radiusdysplasie**.

Die grossen Unterschiede zwischen diesen Missbildungen, schliessen einen gemeinsamen Ursprungsmechanismus aus. Die Missbildungen könnten mit **fehlerhaftem Wachstum des Mesoblasten** und **gestörter Wanderung der Mesoblastzellen** während der dritten Woche in Zusammenhang stehen.



7.3 Pathologien

- [Sacro-coccygeales Teratom](#)
- [Chordom](#)
- [Kaudale Dysplasie](#)
- **Fehlentwicklungen beim Schluss des Neuralrohrs**
 - [Spina bifida occulta](#)
 - [Spina bifida in Kombination mit einer Dermoidzyste](#)
 - [Spina bifida aperta \(Meningozele, Myelomeningozele, Myeloschisis\)](#)
 - [Anencephalie](#)

Fehlentwicklungen beim Schluss des Neuralrohrs

Der grösste Teil der Fehlentwicklungen des Rückenmarks sind auf einen **nicht erfolgreichen Schluss des Neuralrohrs** kaudal des 4. Somitenpaares während der **vierten Woche** zurückzuführen. Der genannte Defekt wird **spinale Dysraphie** genannt. Er verändert die Entwicklung des zentralen Nervensystems und die der darüber liegenden Wirbelbögen. Dies führt zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Öffnung des Wirbelkanals (**Spina bifida**). Transplantationsexperimente haben tatsächlich ergeben, dass das Neuralrohr eine Induktionswirkung auf die Entwicklung der Wirbelbögen ausübt [5](#).

Je nach Anzahl nicht fusionierter Neuralbögen und folglich der dabei einbezogenen Strukturen unterscheidet man verschiedene Typen von Spina bifida. Die klinischen Konsequenzen können dabei unbedeutend, gross oder sogar fatal sein. Gemeinsam haben alle Typen von Spina bifida eine ausgebliebene Verschmelzung der Wirbelbögen.

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen:

- Spina bifida occulta (= versteckt)
- Spina bifida aperta (= offensichtlich vorhanden)
 - Myelozele
 - Myelomeningozele mit oder ohne Zyste
 - Myeloschisis

Mehr dazu

Faktoren, welche einen Schluss des Neuralrohrs verhindern können:

Die Gründe für die Fehlentwicklung des Neuralrohrs sind noch nicht gefunden worden. Man weiss aber, dass diese multifaktoriell sein müssen. Genetische, sowie umwelt- und nahrungsabhängige Faktoren scheinen eine wichtige Rolle zu spielen. Studien haben ergeben, dass die Aufnahme von Vitaminen und Folsäure das Auftreten der Missbildung verhindern kann. Gewisse Medikamente aber wie zum Beispiel die Valproinsäure (Antiepilektikum) vergrössern die Anfälligkeit.

Quiz

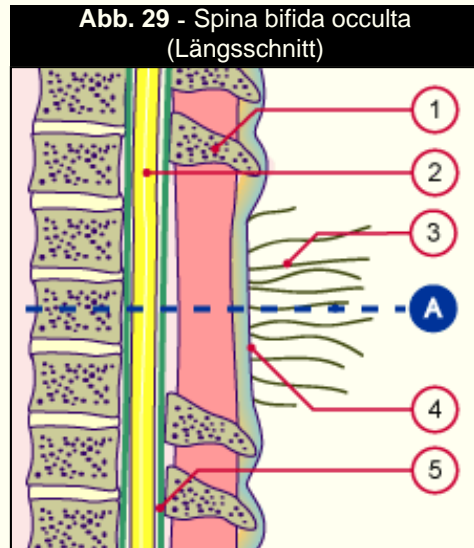
[Quiz 14](#)

Mehr dazu

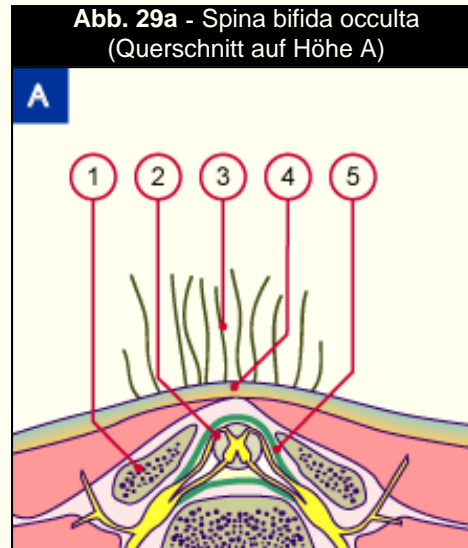
Um mehr über die Prävention der Spina bifida mittels Folsäure zu erfahren, konsultieren Sie diese [Site](#) (auf französisch).

Spina bifida occulta

Die **Spina bifida occulta** ist sehr häufig und wird meist zufällig bei Röntgenaufnahmen oder bei einer Untersuchung des Rückens festgestellt. Sie hat in den allermeisten Fällen keine klinische Relevanz, weil nur ein fehlender Schluss der **ossären Strukturen** bei der Bildung des **Arcus vertebrae** vorliegt, ohne dass das **Rückenmarks** mit seinen Häuten (Meningen) beteiligt ist. Der Überzug mit Haut ist intakt. Manchmal verrät ein **Haarbüschel** die Stelle, wo die ossären Strukturen fehlen.



- 1 Processus spinosus
- 2 Rückenmark
- 3 Haarbüschel
- 4 Haut
- 5 Dura mater



- 1 Arcus vertebrae
- 2 Rückenmark
- 3 Haarbüschel
- 4 Haut
- 5 Dura mater

Legende

Abb. 29; Abb. 29a
Schematische Darstellung einer Spina bifida occulta. Die Meningen und das Rückenmark befinden sich an ihrem Platz. Optisch verrät allein ein Haarbüschel ihr Vorhandensein.

Spina bifida in Kombination mit einer Dermoidzyste

Es kann vorkommen, dass eine Fistel in der medianen, sakralen Region mit einer Dermoidzyste verbunden bleibt, welche auf die Stelle des Schlusses des Neuroporus posterior in der 4. Woche hinweist. Die Zyste stellt den letzten Trennungsort zwischen Oberflächenektoderm und Neuroektoderm dar.

Rückenmark und **Meningen** befinden sich an ihrem normalen Ort unter der Haut.

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)

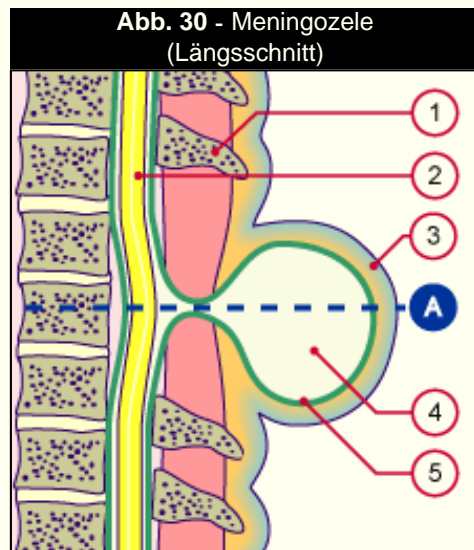


7.3 Pathologien

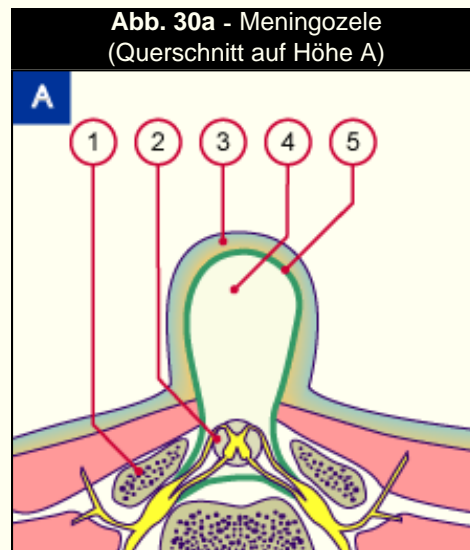
- Sacro-coccygeales Teratom
- Chordom
- Kaudale Dysplasie
- Fehlentwicklungen beim Schluss des Neuralrohrs
 - Spina bifida occulta
 - Spina bifida in Kombination mit einer Dermoidzyste
 - Spina bifida aperta (Meningozele, Myelomeningozele, Myeloschisis)
 - Anencephalie

Spina bifida aperta

Bei der **Spina bifida aperta** findet man neben der Spaltbildung der ossären Strukturen auch Fehlbildungen der Meningen und/oder des Rückenmarks selber. Der häutige Überzug kann vorhanden sein oder fehlen. Die mildeste Form ist die **Meningozele**, wo sich lediglich die Rückenmarkshäute (Meningen) durch den Spalt des fehlgebildeten **Arcus vertebrae** unter der **Haut** vorwölben.



- 1 Processus spinosus
- 2 Rückenmark
- 3 meist intakte Haut über Meningozele
- 4 Meningozele mit cerebrospinaler Flüssigkeit
- 5 Dura mater



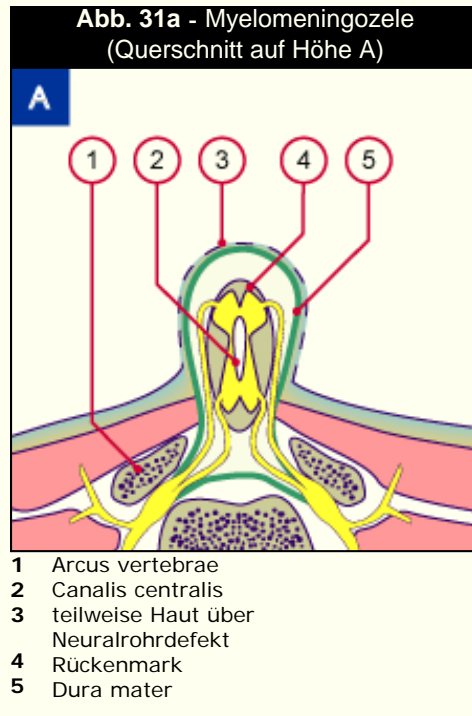
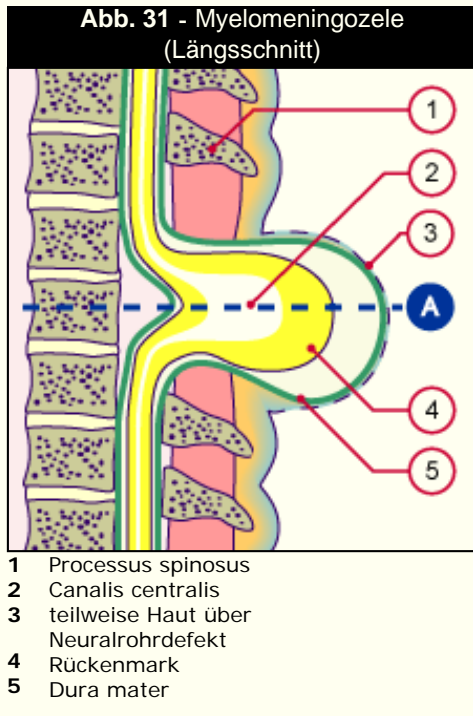
- 1 Arcus vertebrae
- 2 Rückenmark
- 3 meist intakte Haut über Meningozele
- 4 Meningozele mit cerebrospinaler Flüssigkeit
- 5 Dura mater

Legende

Abb. 30; Abb. 30a
Schematische Darstellung einer Meningozele. Das Rückenmark befindet sich an seinem Platz. Nur ein mit zerebrospinaler Flüssigkeit gefüllter Sack, der von der Dura mater begrenzt ist, wölbt sich unter der Haut hervor.

Bei der **Myelomeningozele** befinden sich sowohl die Meningen als auch das **Rückenmark** (Myelon) ausserhalb des **Arcus vertebrae**. Sie sind als Vorwölbung unter der Haut sichtbar, manchmal kann der Hautüberzug auch fehlen oder nur ganz dünn sein.

Zusätzlich dazu kann der **Canalis centralis** aufgetrieben sein und eine Zyste bilden. Dabei spricht man von einer **Myelozystomeningozele**.



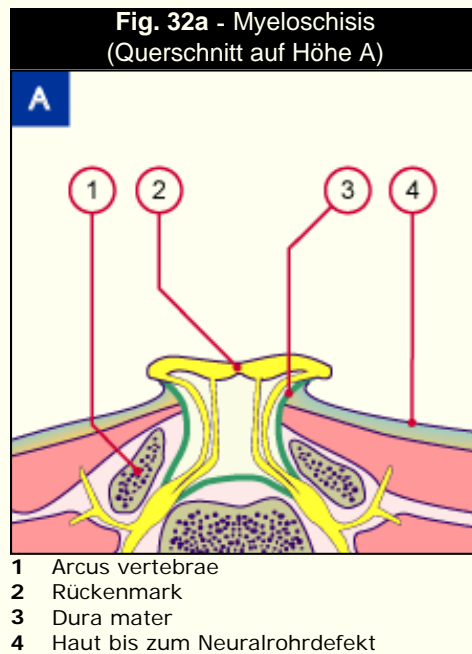
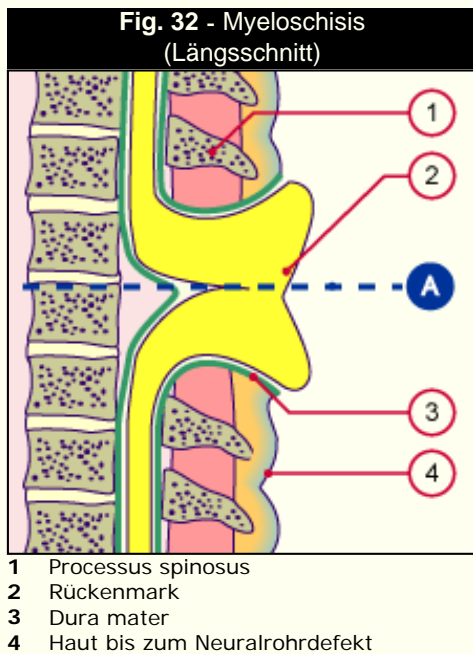
Legende

Abb. 31; Abb. 31a
Schematische Darstellung einer Myelomeningozele. Das Rückenmark tritt durch den ossären Defekt an die Oberfläche und ist meist nur durch eine dünne Haut überzogen.

Mehr dazu

[Makroskopische Bilder](#)

Die **Myeloschisis (Rachischisis)** ist die schwerste Form der Spina bifida aperta. Das Nervengewebe ist dabei völlig blossgelegt und ein Haut- oder Meningenüberzug fehlt. Bei dieser Fehlbildung blieb im entsprechenden Segment der Schluss der Neuralfalten aus.



Legende

Fig. 32; Fig. 32a
Schematische Darstellung einer Myeloschisis. Das Nervengewebe liegt ohne häutigen Überzug auf der Oberfläche. Dabei kommt es zu schwersten Störungen der Innervation

Anencephalie

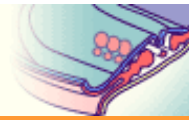
Die Anencephalie stellt eine spezielle Art der Spina bifida dar. Sie entsteht, wenn die Fusion im kranialen Bereich des Neuralrohres unterblieben ist. Wenn die Fusion des ganzen Neuralrohres ausbleibt, spricht man von einer Kraniorachisis totalis. Beide Anomalien sind stets tödlich.

Mehr dazu

[Makroskopische Bilder](#)

[Anfang des Kapitels](#) | [Vorherige Seite](#) | **[Nächstes Kapitel](#)**

-



7.5 Kurz gefasst

MODUL 7

KAPITEL

LERNZIELE

QUIZ

KURZ GEFASST

REFERENZEN

◀ SEITE ▶

EMBRYOGENESE

ORGANOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

Dieses Modul beschreibt die Etappen der Differenzierung der Embryonalscheibe von der 2. bis zur 4. Woche der Entwicklung.

Im **Verlaufe der 2. Woche** (7.1) differenziert sich der Embryoblast in zwei Keimblätter: In den **Epiblasten**, aus dem die Gewebe des Embryos, sowie das Amnionepithel entstehen werden und in den **Hypoblasten**, welcher das Nabelbläschen bilden wird.

Während der 3. Woche der Entwicklung, erfährt der Epiblast eine Anzahl komplexer Veränderungen, welche zur Differenzierung der drei embryonalen Keimblätter führen. Das Ganze beginnt mit dem Erscheinen des **Primitivstreifens** (7.2). Es handelt sich hierbei um eine Verdichtung der Zellen entlang der medianen Linie. Dieser Streifen ist der Ort, wo die von lateral her einwandernden Zellen sich einsenken, um die tiefen Schichten des **Mesoblasten** und **Endoblasten** zu bilden. So kommt es zur Bildung der **dreiblättrigen Keimscheibe**. Der Mesoblast unterteilt sich in **drei Anteile**: Paraxiales, intermediäres Mesoderm und Seitenplattenmesoderm (7.2). Der paraxiale Anteil umgibt das Neuralrohr und bildet später die **Somiten**, indem er sich segmentiert. Der laterale Anteil des Mesoblasten, das Seitenplattenmesoderm wird in **Somatopleura - und Splanchnopleura Mesoderm** unterteilt. Zusammen umschliessen sie das **intraembryonale Zölon** (7.2). Während dieser Zeit induziert eine zylinderförmige Anhäufung von Zellen dorsal der **Chorda dorsalis** auf der medianen Linie die Differenzierung des Neuroblasten. Dieser Prozess wird **Neurulation** genannt (7.2). Der mediane Anteil des Epiblasten verdichtet sich und bildet eine Rinne und darauf ein Rohr (**Neuralrohr**), aus welchem das zentrale Nervensystem entstehen wird (7.2). Aus den Rändern der Neuralrinne lösen sich die **Neuralleistenzellen**, woraus der grösste Teil des peripheren Nervensystems entsteht.

Zwei Übergangsstrukturen, die Chorda dorsalis und der Primitivstreifen, können zu Entwicklungsanomalien führen, wenn sie nicht vollständig resorbiert werden (7.3). Das **sacro-coccygeal Teratom** bildet sich aus Überbleibseln des Primitivstreifens, das **Chordom** aus solchen der Chorda dorsalis. Die **kaudale Dysplasie** umfasst eine Gruppe von Syndromen, die den unteren Bewegungsapparat und die Eingeweide betreffen. Ein nicht kompletter Schluss der kranialen Extremität führt zu einer **Anencephalie**. Wenn das gleiche an der kaudalen Extremität des Neuralrohrs geschieht, kommt es zu einer **Spina bifida**.

[Liste der Kapitel](#) | [Nächstes Kapitel](#)



7.6 Referenzen

HUMAN-
EMBRYOLOGIE
Embryogenese

MODUL 7

KAPITEL

LERNZIELE

QUIZ

KURZ GEFASST

REFERENZEN

◀ SEITE ▶

EMBRYOGENESE

ORGANOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

1. [Localization of Cells of the Prospective Neural Plate, Heart and Somites within the Primitive Streak and Epiblast of Avian Embryos at Intermediate Primitive-Streak Stages.](#) Lopez-Sanchez C, Garcia-Martinez V, Schoenwolf GC ; Cells Tissues Organs 2001 ;169(4):334-46
2. [Amphioxus goosecoid and the evolution of the head organizer and prechordal plate.](#) Neidert AH, Panopoulou G, Langeland JA. ; Evol Dev 2000 Nov-Dec ;2(6):303-10
3. [Development of chick axial mesoderm: specification of prechordal mesoderm by anterior endoderm-derived TGFbeta family signalling.](#) Vesque C, Ellis S, Lee A, Szabo M, Thomas P, Beddington R, Placzek M. ; Development 2000 Jul ;127(13):2795-809
4. Embryologie Humaine, William J. Larsen, De Boeck Université, 1996, pp 37-40
5. [Genetic models of mammalian neural tube defects.](#) Copp AJ, Ciba Found Symp. 1994 ; 181:118-134. Review
6. [An overview of epithelio-mesenchymal transformation.](#) Hay ED. ; Acta Anat (Basel) 1995 ;154(1):8-20
7. [Epithelio-mesenchymal transformation during formation of the mesoderm in the mammalian embryo.](#) Viebahn C. ; Acta Anat (Basel). 1995 ;154(1):79-97.
8. [Adhesion molecules in neural crest development.](#) Newgreen DF, Tan SS. ; Pharmacol Ther. 1993 Dec ;60(3):517-37.
9. [Cadherins in neural crest cell development and transformation.](#) Patrick Pla, Robert Moore, Olivier G. Morali, Sylvia Grille, Silvia Martinozzi, Véronique Delmas, Lionel Larue
10. [Fibronectin, integrins, and growth control.](#) Erik H.J. Danen, Kenneth M. Yamada ; Published Online: 22 Aug 2001

Liste der Kapitel _