Development of Spinal Cord And Vertebral Column

Embryology
436

(إِنَّا خَلَقْنَا الإنسان
مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ
نَبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ
سَمِيعًا بَصِيرًا)
]الإنسان.[2 :

تمت المراجعة
شوق الأحمري & عبدالعزيز العنقري

436
MEDICINE
KING SAUD UNIVERSITY

- Important
- Dr. notes
- Explanation

- We recommend you to study anatomy of spinal cord lecture

OBJECTIVE

1. Describe the development of the spinal cord from the neural tube.
2. List the layers of the spinal cord and its contents.
3. List subdivisions of mantle and marginal zones.
4. List meningeal layers and describe positional changes of spinal cord.
5. Describe development of vertebral column from sclerotomic portion of paraxial mesoderm.
6. Describe chondrification and ossification stages in vertebral development.
7. Describe spina bifida and its types.

شرح لأول سلايد :

زي ما انتو عارفين ال 3جيرم لايرز هي أساس كل شيء، وقبل ما تتكون طبقة ال Ectodermكانت عبارة عن طبقة اسمها)ايبي بلاست (وهذي الطبقة كونت شيئ اسمه notochord وهذا هوا إلي حيحفز تكون ال neural tube لذلك أتكون من بدري، بعدين ال)ايبي بلاست (صار اسمها .Ectodermنجي للشئ إلي يهمنا وهو «neural tube»وهو مستقبلا حيكون spinal cord، النيورال تيوب يتكون من طبقة ال Ectodermوالشيء إلي يحفز Ectodermإنها تكون النيورال تيوب هو خلفه طبقة الاكتوديرم علطول فحيصير يدفع الاكتوديرم إلى أن تكون النيورال تيوب.

notochordلأنه ال ectodermتكون النيورال تيوب من خلال 3مراحل

أول شيء خلايا الاكتوديرم تتكثف وتكون neural plate

بعدين تبدأ ترتفع طبقة الخلايا من الجهتين وتصير كأنها زبدية وتكون neural groove

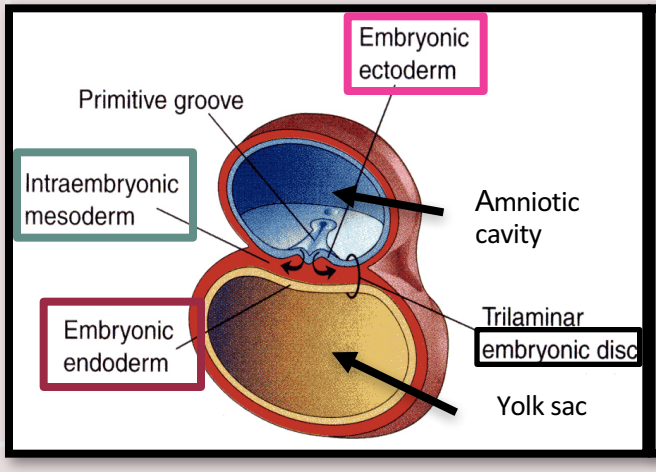
آخر الشيء الجهتين المرتفعة تكون neural foldsوتلتحم سوا وتكون ال **neural tube**

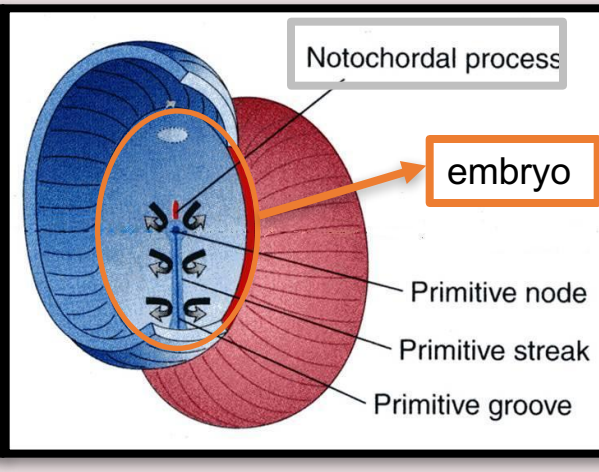
The Three Germ Layers:

1- Ectoderm (outer) 2-Mesoderm (middle) 3-Endoderm (inner)

- **Neural Tube** is a derivative of the **ectoderm**. **It is dorsal to notochord.**

- Notochord stimulates neural tube formation which in turn stimulates development of the **vertebral column**.



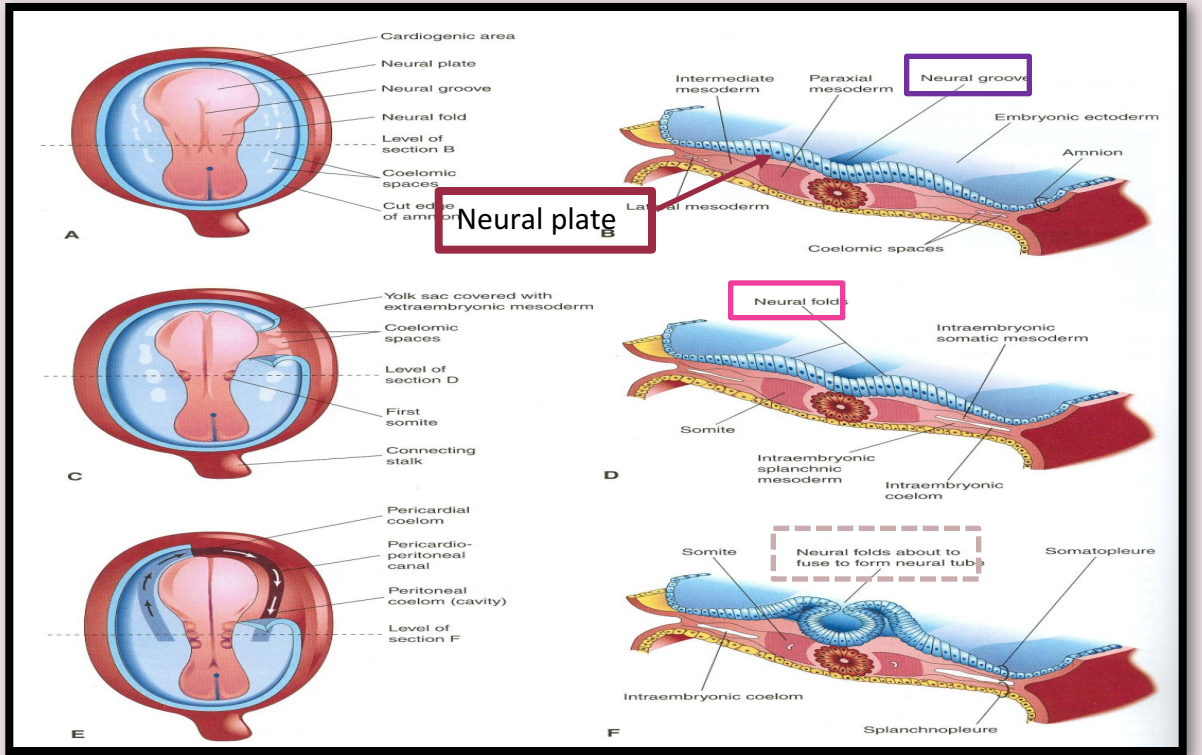


Development of Neural Tube :

- Ectodermal cells dorsal to notochord thicken to form the **neural plate***.

- A longitudinal groove, neural groove, develops in **the neural plate**.

- The margins of the neural plate (neural folds) approach to each other and fuse to form the neural tube.



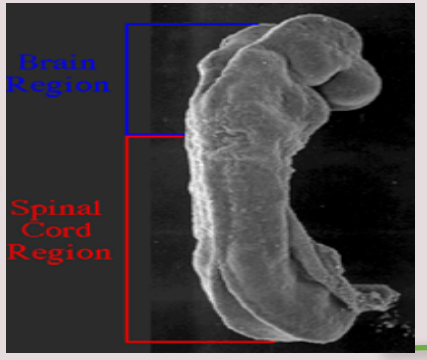
* That mean the notochord stimulates the ectoderm to increase in size and number to form neural tube.

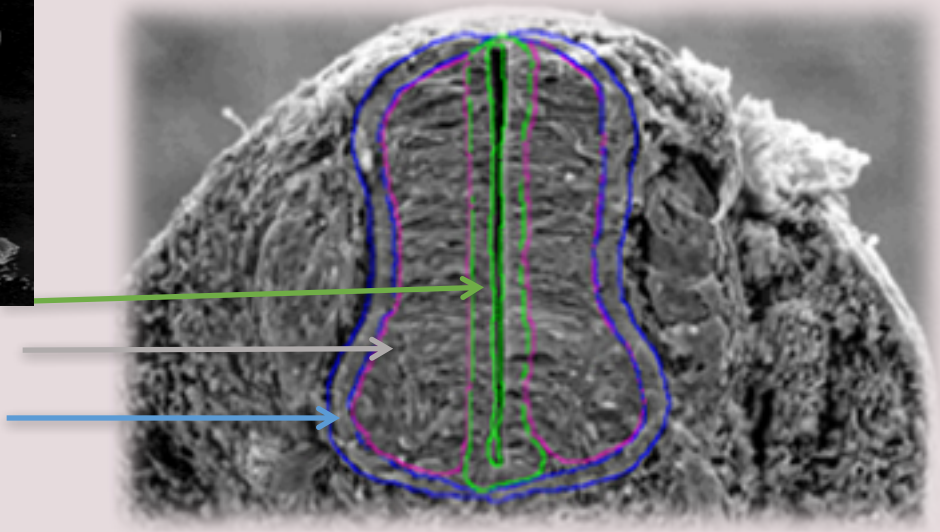
Development of the Spinal Cord:

The spinal cord develops from the caudal 2/3 of the neural tube.
While the superior 1/3 will form the brain .

*الثلث الأول من النيورال تيوب حيكون ال brainأما الثلثين الأخيرة إلي في الذيل حتكون spinal cord

*الخلايا في النيورال تيوب تتقسم إلى 3طبقات، أول طبقة مالنا فيها لأنه فيها خلايا غير معروفة بس الطبقتين الثانية هي المهمة





The cells of **the neural tube** are arranged in **three layers**:

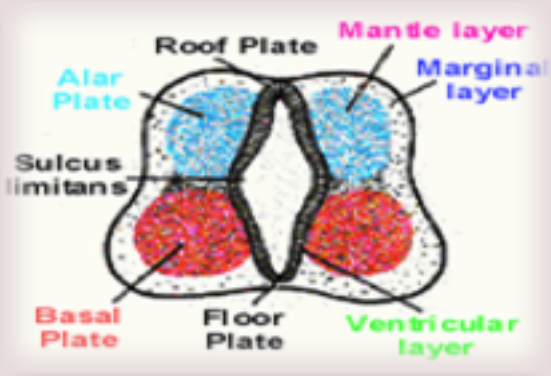
1- An inner ventricular zone of undifferentiated cells .
2- A middle mantle zone of cell bodies of neurons (future grey matter).
3- An outer marginal zone of nerve fibers or axons of neurons (future white matter).

Mantle Layer of Spinal Cord:

Neurons of mantle layer differentiate into:

1-A dorsal alar plate (future dorsal horn)

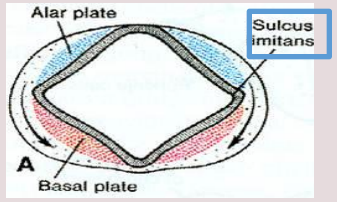
containing sensory neurons



2- A ventral basal plate (future ventral horn)

containing motor neurons

- The 2 areas are separated by a longitudinal groove (sulcus limitans).



*أول شيء نتكلم عن الطبقة الثانية "mantle"إلي باللون الأحمر والأزرق، هذي الطبقة هي إلي مستقبلا حتكون قري ماتر لذلك تنقسم لقسمين 1- alar plate(وهوا حيكون Dorsal horn) .. 2- basal plate (وهو حيكون Ventral horn) .. و المنطقه اليمين المفصولة عن اليسار بـ sulcus limitans

Count.

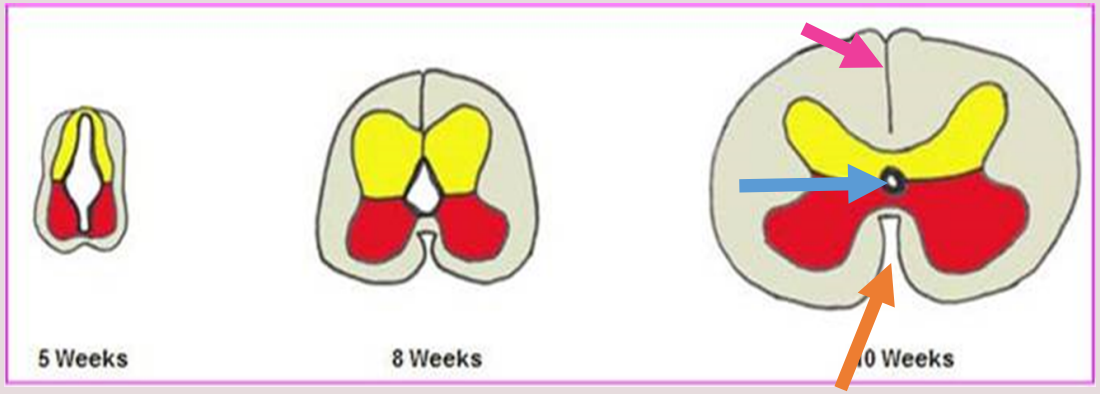
*برضو نتكلم عن الطبقة الثانية mantle، حيصير في تكاثر وتراكم للطبقة عشان الجهة اليمين تقرب من الجهة اليسار ويكتمل القري ماتر مستقبلا، وبسبب هذا التقارب حتتكون 3أشياء -1 :سينترال كنال إلي 2- dorsal median septum 3- ventral median fissure في الوسط

Proliferation and bulging of both alar and basal plates result in:

1-Formation of dorsal median septum.

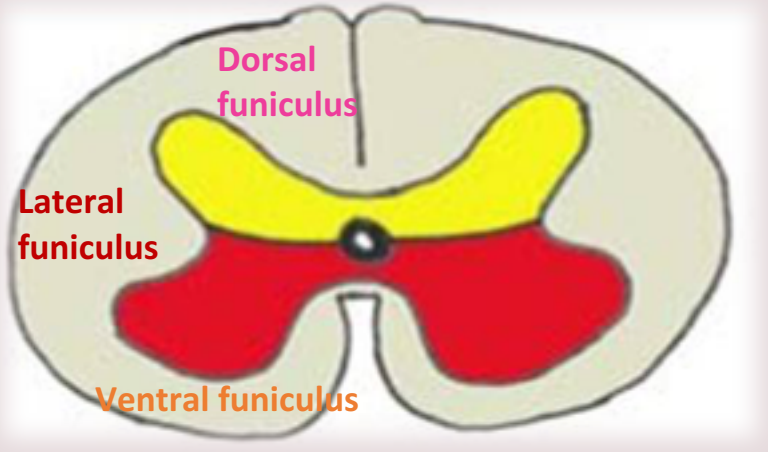
2 Formation of ventral median fissure.

3-Narrowing of the lumen of the neural tube to form a small central canal.



*نجي للطبقة الثالثة «marginal»إلي حتكون الوايت ماتر في المستقبل، حتكبر ويزيد حجمها بسبب زيادة الفايبرز، وتنقسم إلى 3أعمدة أو فانيكيولاي :فينترال ودورسال ولاتيرال

-The marginal layer (future white matter) increases in **size** due to addition of ascending, descending and intersegmental **nerve fibers .**



- marginal layer (future white matter) is divided into:

1- dorsal funiculi 2- lateral funicli 3- ventral funiculi (white column).

*المايلنيشن يبدأ من الشهر الرابع للجنين ويكمل إلى أول سنة بعد الولادة، والموتر فايبر يصير لها مايلنيشن قبل السينسوري فايبر

-Myelination of nerve fibers starts at 4 th month and continues during the 1st postnatal year.

- Motor fibers myelinate before sensory fibers:

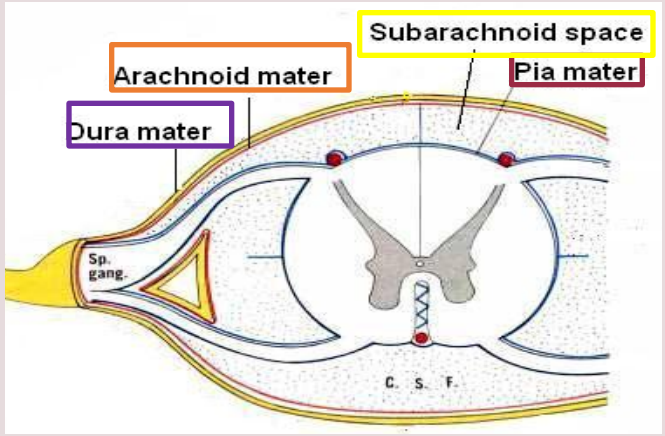
(So, After a nerve injury, both motor and sensory axons have the ability to regenerate and, given a proper pathway).

Only in girl's slide

Development Of Spinal Meninges

- This slide is very important ♥

Meninges : these are **3 membranes** covering the neural tube:
1- dura mater 2- arachnoid mater 3- pia mater.



Dura mater (Outer thick layer)	Arachnoid mater (Middle layer)	Pia mater (Inner thin layer)
MESODERMAL in origin	ECTODERMAL in origin	

- **A cavity** appears between the arachnoid and the pia mater is (**subarachnoid space**) and becomes filled with **cerebrospinal fluid (CSF).**

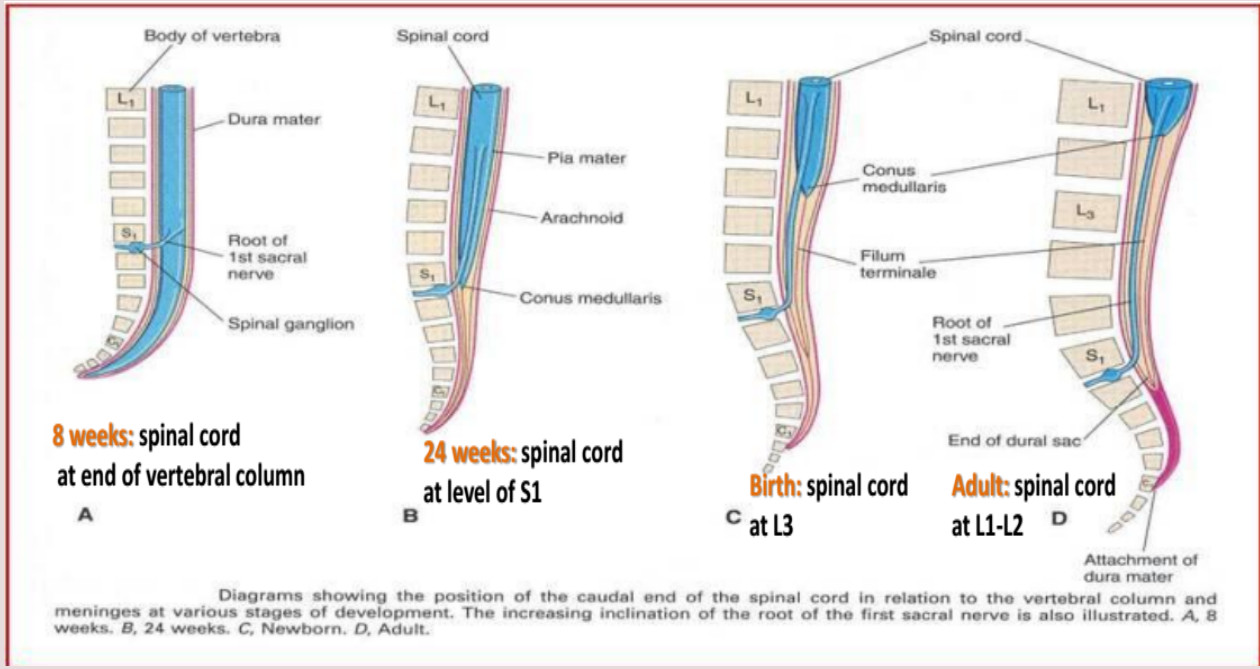
Positional Changes of Spinal Cord:* very important*

- Initially,(at week 8) the spinal cord occupies the whole length of the vertebral canal.

-As a result a **faster growth** of **vertebral** column, the caudal end of spinal cord (conus medullaris) shifts gradually to a higher level.

-The spinal cord in Adult between L1 and L2 and new born in L3*.

*because in new borns their vertebral column is shorter



Diagrams showing the position of the caudal end of the spinal cord in relation to the vertebral column and meninges at various stages of development. The increasing inclination of the root of the first sacral nerve is also illustrated. *A*, 8 weeks. *B*, 24 weeks. *C*, Newborn. *D*, Adult.

*في بداية تكون الجنين فقرات الظهر تكون على نفس مستوى السباينال كورد، بعد كدا فقرات الظهر تنمو بسرعة وتصير أطول من السباينال كورد وخلاص ما يصيرو في نفس المستوى «الفقرات تكمل لتحت أما نهاية السباينال كورد تطلع لفوق »

Development of the Vertebral Column

*بعد ما عرفنا كيف أتكون السبابنال كورد نجي لعظام فقرات الظهر »العامود الفقري«، نرجع لل 3جيرم لايرز ونتكلم عنـ mesodermالطبقة إلي في الوسط وهي مقسومة ليمين ويسار بسبب الnotochord، هذي الطبقة متقسمة إلى 3مناطق في كل جهة ومن المنطقة الأولى Paraxial mesodermفيها 3أشياء ديرماتوم ومايوتوم وسكليروتوم، ومن الSclerotomeتنشأ عظام فقرات الظهر أو بالمعنى الأصح العامود الفقري ☺

Recall:- **Notochord** stimulates neural tube formation which in turn stimulates development of the **vertebral column**.

-The vertebral column develops from the ventromedial parts (sclerotomes) of the somites .

- The somites develop from **the para-axial mesoderm**.

Intraembryonic Mesoderm

- This slide is very important ♥

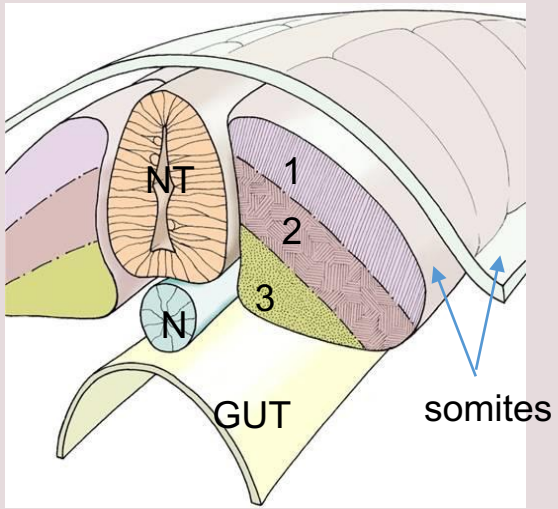
- Located between **Ectoderm** and **Endoderm** EXCEPT in the central axis of embryo where **notochord** is found.

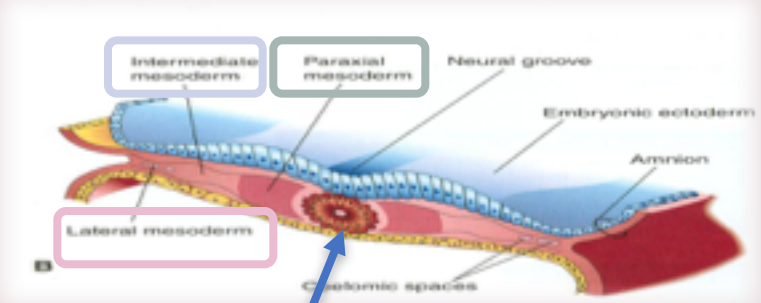
-Differentiates into 3 parts:

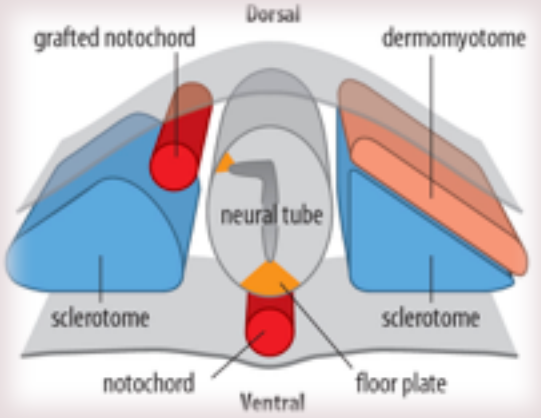
1. Paraxial mesoderm
2. Intermediate mesoderm
3. Lateral mesoderm

Paraxial mesoderm divides into segments called "somites" → each somtie divides into **3 parts** :

1. Dermatome
2. Myotome
3. Sclerotome







Extra Picture

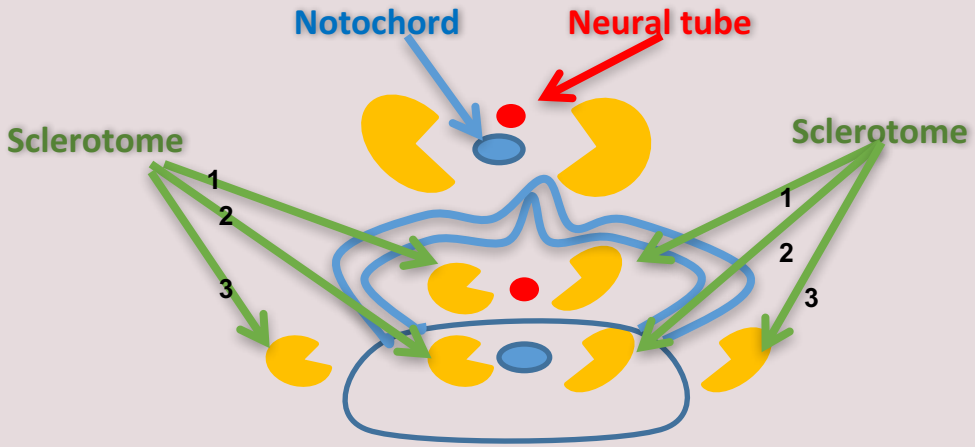
DEVELOPMENT OF VERTEBRA

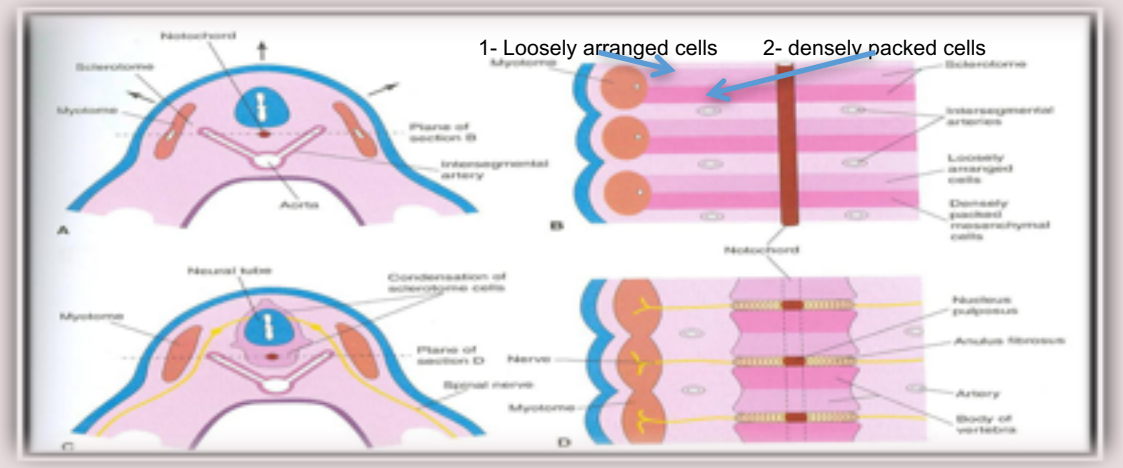
Only in male's slide

1- Sclerotome around neural tube: forms vertebral (neural) arch.

2- Sclerotome around notochord: forms body of vertebra.

3-Sclerotome in body wall near to neural tube and notochord : forms costal process (gives ribs in thoracic region only)



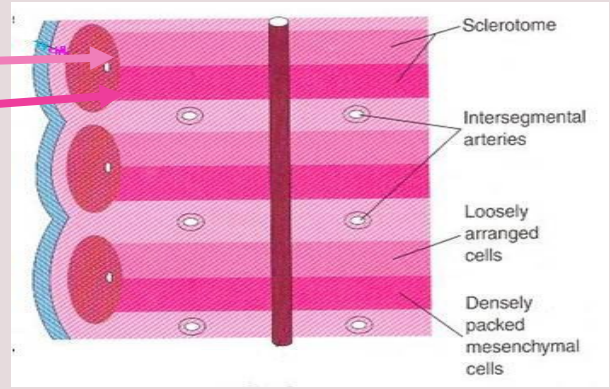


Formation of Body of Vertebra

-At **4th week, each sclerotome** becomes **subvidided** into two parts :

-A cranial part, consisting of loosely arranged cells

-A caudal part, of more condensed tissue.

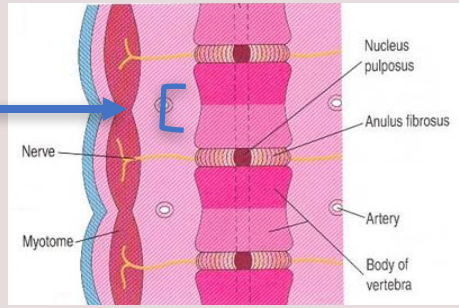


*في الأسبوع الرابع السكليروتوم تنقسم لجزئيين، جزء وردي وهو الرأس وجزء فوشي وهو الذيل، بعد كدا كل جزء فوشي حيندمج مع الجزء الوردي إلي تحته وبكدا يتكون جسم الفقرة الواحدة واسمه Centrum

-The **caudal part** of each **somite** fuses with the cranial part of the consecutive somite, around the notochord to form the body of the vertebra, called **the centrum** (body primordium).

Pictures only in girl's slide

centrum



- Thus each centrum develops from 2 adjacent sclerotomes

The fused sclerotomes grow **dorsally** around the neural tube and form the vertebral (neural) arch. **Ventrolaterally**, costal processes develop that give rise to **ribs** in thoracic region.

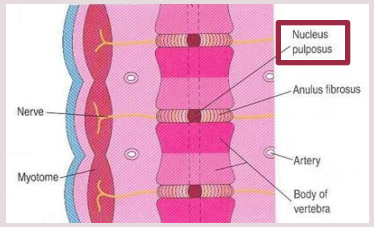
-Fate of Notochord :

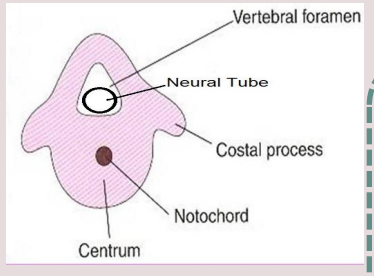
- In the region of the bodies of vertebrae: notochord degenerates .

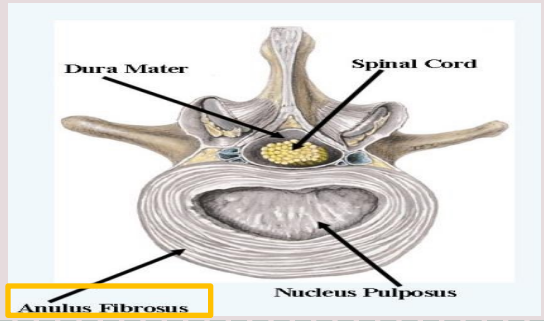
-Between bodies of vertebrae: It forms the central part, 'nucleus pulposus' of the intervertebral discs

- Annulus fibrosus part of the intervertebral discs is formed by the mesoderm surrounding the notochord.

*السكليروتوم لمن تلتحم عشان تكوّن الفقرة كاملة يكون إلتحامها حول ال neural tube ونقطة الإلتحام اسمها « (vertebral neural arch)وبكدا يكون بين الفقرات فراغ للسباينال كورد»







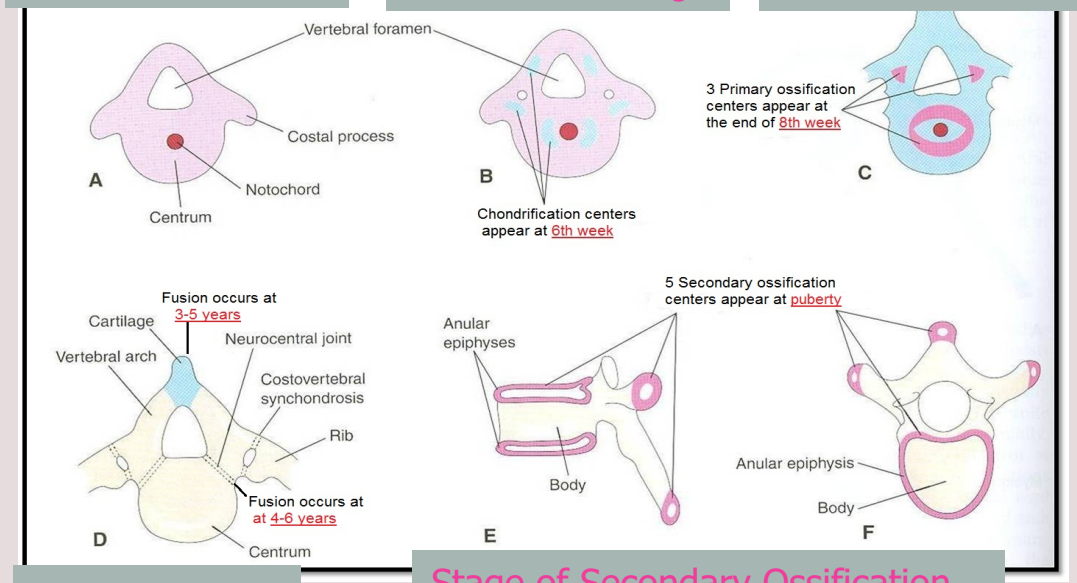
- The fused sclerotomes grow dorsally around the neural tube and form the **vertebral (neural) arch**.

- **ventrolaterally, costal processes develop that give rise of ribs in thoracic region.**

*مصير النوتوكورد :النوتوكورد إلي وسط جسم الفقرة يختفي أما النوتوكورد إلي بين كل فقرة وفقرة حيكون جزء من ال intervertebral discs عن طريق nucleus pulposus))
الجزء التاني من ال intervertebral discs إلي هوا (Annulus fibrosus)أتكون من الميزوديرم الي حول النوتوكورد مو من النوتوكورد نفسه !!!!

Vertebral Development

Mesenchymal Stage | Chondrification Stage | Primary Ossification Stage



Stage of Fusion | Stage of Secondary Ossification

***Primary ossification:**
before birth

***second ossification:**
after birth

*مراحل تحول نسيج المسزينكايمل إالى غضروف ثم إلى مرحلة أولية للتعظم ثم إلى مرحلة ثانوية للتعظم.

Dr.sanaa Notes This picture represents the changes that occurs into 2 stages : **chondrotification** stage and **ossification** stage.

- The chondrotification centers appeare at 6th week (cartilage):(Pic.B)
- And by the (at the end of 8th week)the 3 primary ossification centers appears (bone): (Pic.c)
- And The 5 secondary ossification centers appear at puberty.

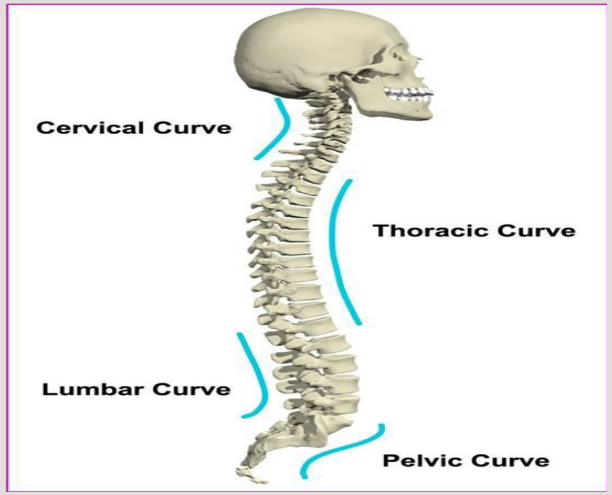
Fusion of bony halves of vertebral arch occurs at 3-5 years (pic.D). and Fusion of centrum with vertebral arch occurs at 3-6 years (pic.D).

- All centers unite around 25 years
SO**, Ossification** starts at the end of embryonic period (end of 8th week) and ends at adult age 25 years.

Team 435 ♥..

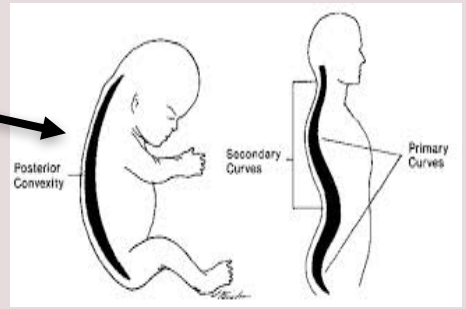
Curvatures of Vertebral Column

Primary curvatures :(concave anterior)	Secondary curvatures: (convex anterior)
develop prenatally (قبل الولادة)	develop postnatally (بعد الولادة)
1.Thoracic 2.Pelvic or Sacral	1.Cervical: as a result of lifting the head 2.Lumbar: as a result of walking



*قبل الولادة يكون العامود الفقري كله قطعة وحدة للأمام زي الصورة

طيب نحتاج نوصف الأجزاء المتشكلة **للأمام** في مرحلة قبل الولادة وبعد الولادة
قبل الولادة :
- Thoracic و sacral تكون **مقعرة** للأمام
بعد الولادة ونتيجة لأن الطفل يبدأ يرفع رأسه ويبدأ يمشي :
- Cervical و Lumbar تكون **محدبة** للأمام



Spina Bifida

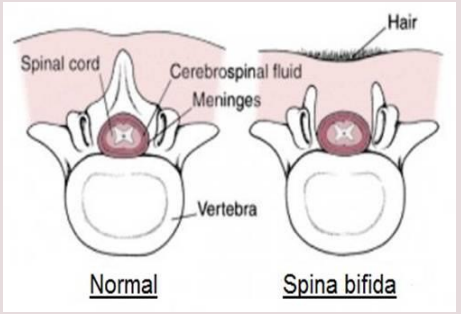
-Cause: Failure of fusion of the halves of vertebral arches

-Incidence: 0.04-0.15%

-Sex: more frequent **in females**

-Types: * وهذه التشوهات نوعين 1- Occulta .. (مقفل) 2-Cystica (مفتوح)

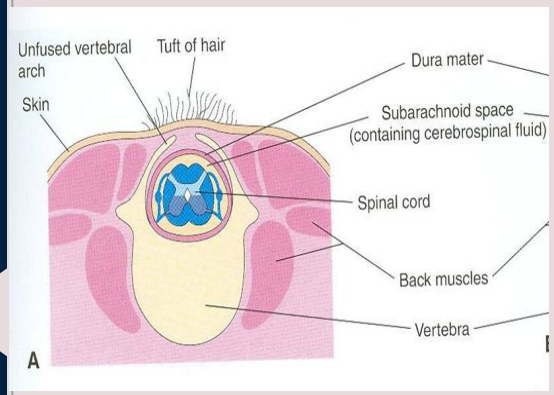
*تحدث هذه التشوهات بسبب انه ال vertebral neural arch فشل في الالتفاف والالتحام فالـ spinal cord مكشوف وما عاد في شيء يغطيه



1.Spina bifida occulta (20%)

- **The closed type**
- **Only one vertebra is affected**
- **No clinical symptoms**
- **Skin overlying it is intact.**
- **Sometimes covered by a tuft of hair.**
- **Usually does not involve underlying neural tissue.**

معنى كذا ان العمود الفقري تضرر لكن السايتال كورد او أي نيورال تيشو سليمة ماتأثروا وصارلهم ضرر



2.Spin bifida cystica (80%)

- **The open type**
- **Neurological symptoms are present**
- A portion of the nerves and the spinal cord are exposed outside the body
- Cystica is the most severe and complex form of spina bifida
- It usually involves serious or fatal neurological problems

Subdivided into:

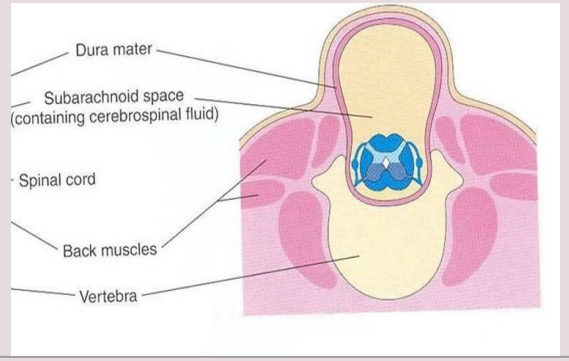
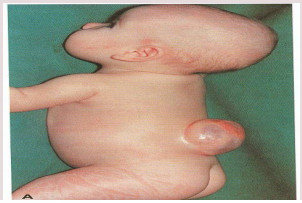
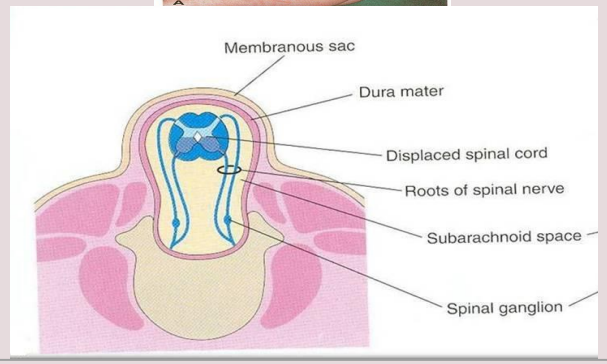
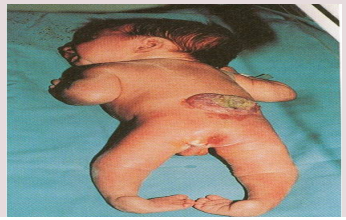
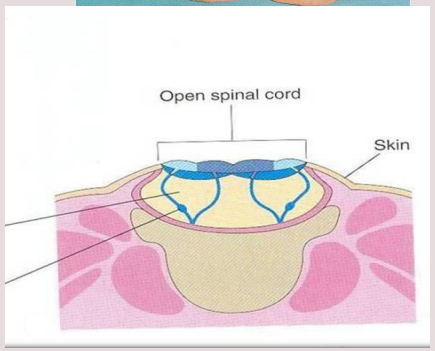
Meningo = meninges , myelo =spinal cord , ocoele = sac contains fluid or cysist , schisis= opening

- **1.Spina bifida with meningocoele.**
- **2.Spina bifida with meningomyelocoele.**
- **3.Spina bifida with myeloschisis.**

مالكم حجة عشان محد يحفظ الكلمة p:شكل بس

Count.

- الأنواع الجاية استنتجوا تعريفها من اسمها √ ☻

1.Spina bifida with meningocoele	2.Spina bifida with meningomyelocoele	3.Spina bifida with myeloschisis
protrusion of **sac** containing **meninges** and **cerebrospinal fluid.** *لا يوجد عظام الفقرة تغطي السباينال كورد ولكن في زي كيس داخله طبقات المننجيز والCSF	protrusion of **sac** containing **meninges** with **spinal cord** and/or nerve roots. *نفس إلي قبل بس زيادة فيه spinal cord and/or nerve roots	**spinal cord** is **open** due to failure of fusion of neural folds. *هذا النوع مره سيء !!مافي ولا شيء يغطي السباينال كورد Very rare ☹
	 	 

SUMMARY

Structure	Origin
Neural tube	Ectoderm.
Spinal cord	Caudal 2\3 of the neural tube.
Grey matter	Mantle layer.
White matter	Marginal layer.
arachnoid mater and pia mater	Ectoderm.
Dura matter	mesoderm
Vertebral column	ventromedial parts (sclerotomes) of the somites.
Somaits	Paraaxial mesoderm.
nucleus pulposus	Notochord between the bodies of vertebrae.
Annulus fibrosus	Mesoderm.

SUMMARY

Time	Changes
3rd week (early)	Three germ cell layers.
4th week	Each sclerotome becomes subdivided into cranial and caudal part.
6th week	Chondrification centers appear.
End of 8th week	3 primary ossification centers appear.
4th month	Starting of myelination of nerve fibers.
During 1st postnatal year	Continuation of the myelination of nerve fibers.
3-5 years	Fusion occurs (fusion of 2 vertebral arches)
4-6 years	Fusion of centrum with vertebral arch.
At puberty	5 secondary ossification centers appear.
25 years	All centers unite.
During development the end of spinal cord shifts its position: at 24 weeks (level of S1), at birth (level of L3), adult position (level of L1-L2).	

MCQ'S

Q1 During development , spinal cord shifts it's position to S1 at :

A) 24 week
B) 28 week
C) Puberty
D) Birth

Q2 Sclerotom around the nural tube develop to form a ;

A)vertebral arch
B)Vertebral body
C)Paraxial mesoderm
D)intervertebral disc

Q3 Nucleus pulposes is formed by :

A)Nural tube
B)Ectoderm
C)Paraxial mesoderm
D)Notochord

Q4 Which of the following region of spinal cord contains Cells body of Motor neurons

A)alar plat
B) basal plate
C)dorsal funiculus
D)venticular zone

Q5 Secodrey ossification centers occurs at :

A) 8th weeks
B) 3-6th years
C) 25th year
D)puberty

1)A
2)A
3)D
4)B
5)D

ANY SUGGESTION OR ISSUE

Editing file

References

- Dr.slides (male and female).
- Embryology team 435 .

USEFUL VIDEOS

https://www.youtube.com/watch?v=4Swn8_Jnlss&t=60s
https://www.youtube.com/watch?v=E-bqLIQCbqE

@Embryology436

Embryology436@gmail.com

Your Suggestion here

TEAM MEMBERS

- **TEAM LEADERS :**

Yazeed Al-mutairi
Nehal Beyari.

- **BOYS :**
  - Abdulrahman AlOmrani
  - Saqr Altamimi

- **GIRLS :**
  - Razan Alotaibi
  - Thikrayat Omar
  - Do'aa Walid
  - Ohood Abdullah
  - Nouf Aloqili

EDITING By:
MUHANNED ALZAHRANI