

علم الاجنة

المحاضرة الرابعة

م. د. نافع احمد سعود

المصادر

١ - علم الاجنة الطبعة الثانية ٢٠٠٠

تأليف

الدكتورة كواكب عبد القادر المحترار

الدكتورة امل علي الخطيب

الدكتور محمد امين عبد الكريم

Physiology and Pathology of Reproductive System 2017 -٢

Assit.prof.Dr. Sabah Abdal Hameid A.Rahman

٣ - الاساسيات في علم الاجنة

تأليف

أ.م.د. محمد عبد الهادي

أ.م.د. الحكيم احمد الرواوى

أ.م.د. شليمون ايش

المعيدة : Gastrulation

هي العملية التي يتم من خلالها تحويل الجنين من أحادي الطبقة الجرثومية في الاريمة (مكونة من صفية خلوية واحدة تعرف بالأدمة لارومية blastoderm التي تحيط بالجوف الاريمي) الى جنين ثنائي او ثلاثي الطبقات الجرثومية حيث تتثنن الأدمة الارومية وتنطوي وتلتقي مكونة أنابيب او حويصلات حيث ان الاسفنجيات ديدان جوفية المعي تكون أجسامها ثنائية الطبقات الجرثومية اما بقية الحيوانات فأجسامها مكونة من ثلاثة طبقات جرثومية وهذه العملية تعرف بتكون المعيدة gastrulation او تتضمن إزاحة أنسجة معينة او انتقالها من موقعها على سطح الاريمة الى موقع جديد نتيجة لامتداد جزء ما من الأدمة الارومية او انباع جزء لأخر او كليهما وبنهاية العملية تكون المعيدة الناتجة في الحيوانات ثلاثة الطبقات الجرثومية مؤلفة من ثلاثة اسطوانات متحدة المركز وهي الأديم الظاهر ectoderm الى الخارج والأديم الباطن endoderm الى الداخل والأديم المتوسط mesoderm بين الطبقتين .

أثناء تكوين المعيدة تعمل هجرة طبقي الأديم الباطن والمتوسط على ردم الجوف الارومي وظهور تجويف جديد يسمى بالمعي البدائي archenteron الذي يفتح الى الخارج بالثقب الارومي blastopore ويطلق على الأنسجة التي تحد الثقب الارومي بشفاه الثقب blastoporal lips .

اما العمليات التي تشارك في عملية تحويل الجنين من أحادي الى متعدد الطبقات فيختلف من كائن آخر حسب تعقيد الكائن ففي الرميج تكون العملية مجرد انباع خلايا القطب الخضري باتجاه القطب الحيواني ولكن في الضفدع تشارك هذه العملية عدة حركات مهمة أهمها الانبعاج والتغلف والاستدارة والدخول اما في جنين الدجاج فتشترك عمليات أخرى من التقارب والتبعاد بين الخلايا وسوف نشرح ذلك بالتفصيل مع النمو الجنيني لكل كائن حي .

الخريطة المصيرية : Fate Maps

عبارة عن رسوم تخطيطية لأجنة الكائنات الحية يمكن من خلالها التعرف على مصير أجزاء الجنين من المراحل المتقدمة وما ستؤول إليه تلك المناطق في المستقبل (أي الأجزاء المسئولة عن تكوينها)

رسم أي خريطة مصيرية يعتمد في ذلك على طريقتان

الأولى : اذا كان هناك تمایز واضح بين أجزاء الخلايا التقلجية كتمایز في اللون او الحجم او الشكل فيعتمد على هذا التمايز عن طريق تقسيم جسم الجنين النامي الى عدة أجزاء حسب التمايز

بين خلاياه ثم يتبع نمو هذا الجزء وما سيكون في المستقبل ومنها نرسم الخرائط المصيرية التي توضح كل جزء من أجزاء الجنين النامي ومثال ذلك اريمة الرميح .

الخريطة المصيرية للرميح :

يتميز سايتوبلازم بيضة الرميح قبيل التفلج الى ثلاثة مناطق هي ١- سايتوبلازم يحتوي تركيز عالي من المح تقع قرب القطب الخضري ويقابل هذا القطب الجزء الخلفي الظاهري للجنين ٢- سايتوبلازم شفاف يقع بالقرب من القطب الحيواني ويقابل الجزء الأمامي البطني للجنين ٣- سايتوبلازم هلامي الشكل ذو صبغة داكنة يحتل موقعا حافيا عند خط استواء الخلية يعين النهاية الخلفية للجنين حيث تتميز الخلايا أثناء تكوين المعدة الى خلايا كبيرة في القطب الخضري وخلايا صغيرة في القطب الحيواني وخلايا مفككة دائيرية عند القطبين ومن متابعة هذه الأجزاء الثلاث تبين ان خلايا القطب الخضري الكبيرة مسؤولة عن تكوين الأديم الباطن المسؤول في المستقبل عن تكوين الأنابيب الهضمي اما خلايا القطب الحيواني الصغيرة فللحظ أنها مسؤولة عن تكوين الأديم الظاهر الذي سيكون في المستقبل البشرة والجهاز العصبي أما الخلايا المفككة (سايتوبلازم الهلامي) فللحظ أنها مسؤولة عن تكون الأديم المتوسط المسؤول في المستقبل عن تكوين العضلات الجسم والجوف الجسي والجهاز الابرازي .

الرسم (اريمة الرميح والضفدع مطلوب ص ١١٨)

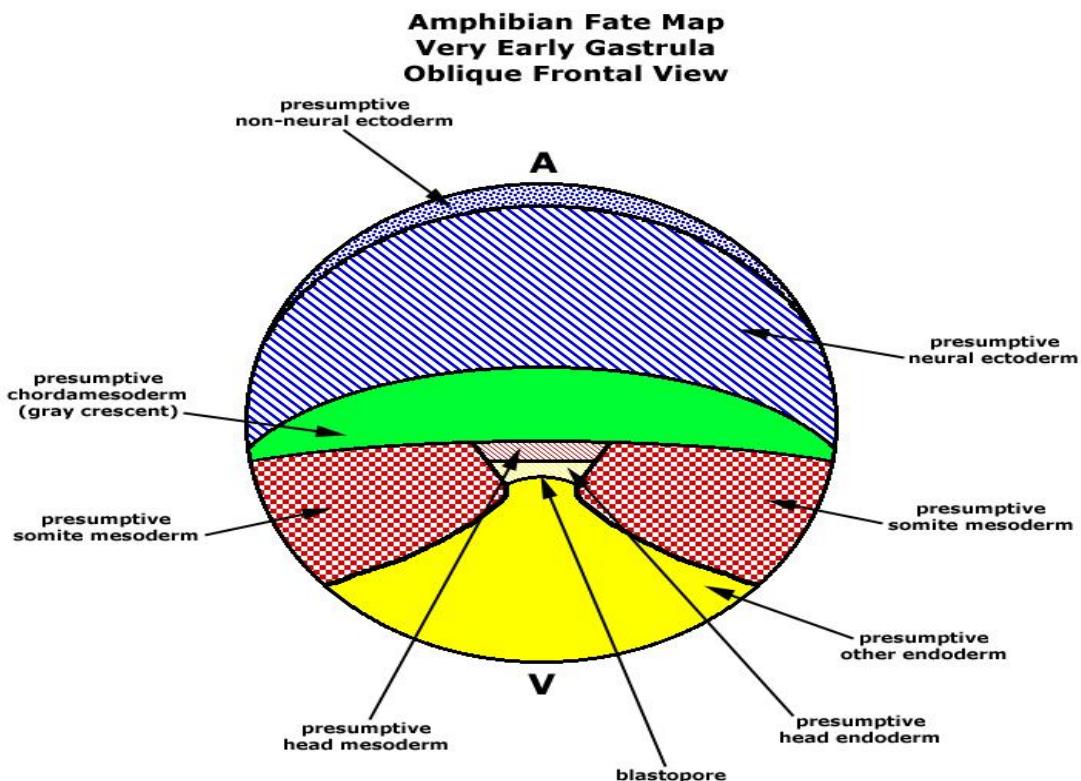
الثانية: اذا لم يوجد تميز في الخلايا التفاجية للجنين النامي لا في اللون ولا في الحجم ولا في الشكل فيعتمد في هذه الحالة على ١- تصبيغ أجزاء الجنين النامي **بالأصباغ الحيوية vital stains** وإعطاء تميز واضح لهذه الأجزاء المختلفة من الجنين عن طريق تلوينها بألوان مختلفة (يتم التصبيغ عن طريق شرائح صغيرة من الأكار او السلوفان التي تشبع بالمادة الملونة ثم توضع على أجزاء مختلفة من سطح الاريمية حيث يتم انتشار الصبغة من الأكار الى جميع خلايا الجنين وتلوينها بلون خاص) ثم متابعة الألوان وما ستؤدي الى تكوينه من أعضاء وأنسجة في المستقبل ومنها يتم رسم الخرائط المصيرية لها(تكون هذه الأصباغ غير ضارة – لها القدرة على الاحتفاظ باللون بعد الانقسام) وتشمل الأصباغ الآتية: الأحمر المتعادل Neutral Red والأزرق النيلي Janus green و الصبغة الخضراء Nile blue sulphate

٢- المواد المشعة **Radiochemicals** : مثل الثيمدين المشع لتبني الانقسامات الخلوية.

الخارطة المصيرية للبرمائيات :

لقد أمكن الحصول على خرائط مصيرية لمناطق الأعضاء المستقبلية لعدد من أنواع البرمائيات . أنها تختلف نوعاً ما في التفاصيل ولكن أساسها واحد لجميع الأنواع لذا بنظر الاعتبار الخارطة المصيرية لأريمة احد البرمائيات الازنبية Anuran كمثال للبرمائيات بصورة عامة . يظهر من هذا الشكل ان نصف الكرة الحيواني بأكمله تقريباً يمثل الأديم الظاهر المستقبلي Prospective Ectoderm بضمنة الأديم الظاهر العصبي Neural Ectoderm في الجهة الظاهرية المستقبلية والأديم الظاهر البشري Epidermal Ectoderm في الجهة الأمامية البطنية المستقبلية . اما

الجزء السفلي من نصف الكرة الخضراء سيكون الأديم الباطن Endoderm للمعوي ومشتقاته ويدعى الأديم الباطن المستقبلي Prospective Endoderm . بين الأديم الظاهر المستقبلي والأديم الباطن المستقبلي يقع شريط عريض من الجهة الظهرية ومتضيق من الجانبين . تطابق هذه المنطقة الهلال الرمادي للبلاستيكية الأصلية . إن الجزء الظهري الوسطي لهذه المنطقة سيكون الحبل الظهري Notochord في المستقبل ولذا فيدعى بالحبل الظهري المستقبلي Prospective Notochord . أما الجزيئين الجانبيين فسيكونان الأديم المتوسط Mesoderm المسؤول عن تكوين البدنيات Somites والأديم المتوسط الجانبي Lateral Mesoderm . هناك منطقة من الأديم المتوسط المستقبلي تقع بين الحبل الظهري المستقبلي وبين الجزيئين الجانبيين للأديم المتوسط وأمام الأديم الباطن المستقبلي وتدعى بالصفحة قبل الحبلية المستقبلية Prospective Head Mesoderm او الأديم المتوسط المستقبلي للرأس Precordial Plate .



الحركات المكونة للشكل :Morphogenetic movements

تلك الحركات التي يتم عن طريقها تحويل الجنين من مرحلة الاريمية blastula الى مرحلة المعيدة gastrula وأطلق عليها بالحركات المكونة للشكل لأن في هذه المرحلة تبدأ الأعضاء الأولية بالظهور واتخاذ الشكل المميز للنوع . ولا يقتصر الحركات على الشكل الخارجي فقط بل يتعداها ليشمل التنظيم التركيبي وتشمل حركات أجزاء كبيرة او صفائح خلوية

تشمل هذه الحركات حركتين رئيسيتين :

١- التغلق Epiboly او الامتداد :

وهو ميل الخلايا الطبيعي للانتشار فوق السطوح المتواجهة عليها وتغليف تلك السطوح وهذه من ميزات الأديم الظاهر فقط

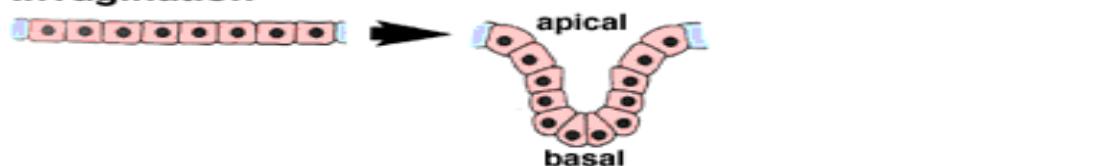
٢- الانغماد Emboly : وهي عكس عملية التغلق حيث تتبع الأنسجة الى الداخل او تتطوي وتدخل الى داخل الجوف وتبطن السطح الذي كانت فيه وينتج هنا تغير موضعي في شكل الخلايا وتشمل الحركات الثانوية التالية

أ- الانبعاج الداخلي Invagination : عملية انبعاج خلايا احد القطبين (القطب الخضري) باتجاه خلايا القطب الثاني (الحياني) وتستمر العملية الى ان تلامس خلايا القطب الخضري مع خلايا القطب الحياني وبذلك تحول الجنين من أحادي الطبقة الى ثانية الطبقات وتكون الصفيحة المنبعثة مقعرة من الخارج وهي تشبه كحركة دفع كرة من جهة باتجاه الجهة الثانية .

ب- الاستدارة Involution : وهي حركة صفيحة خلوية من السطح واستدارتها حول نقطة معينة وهي شفاه الثقب الارمي ودخولها الى الجوف لتبطنه وتحول الجنين الى ثانية الطبقات وتكون الصفيحة محدبة من الخارج .

ت- الدخول Ingression : وهي عملية انفصال مجاميع خلوية من الأدمة الارومية من السطح ودخولها الى داخل الجوف وتبطينها ذلك الجوف لتكون طبقة داخلية جديدة فتحول الجنين الى ثانية الطبقات الجرثومية .

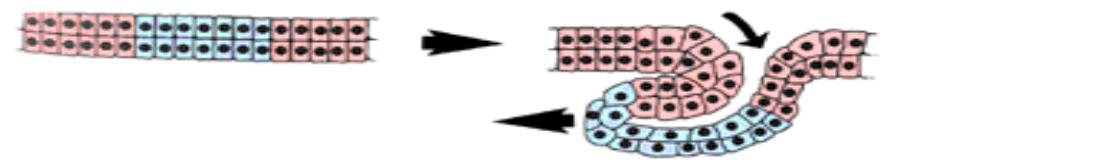
Invagination



Ingression



Involution



*الحث الجنيني Embryonic Induced :

- وهو قيام أجزاء معينة من الجنين متقدمة في النمو بتحث أجزاء أخرى من الجنين غير نامية للبدء بالنمو لكي يكون هناك تسلسل واضح في عملية تكوين أنسجة وأعضاء جسم الجنين. لقد عرف اوينهيمير (Oppenheimer 1984) الحث الجنيني بأنه عبارة عن تفاعل بين نسيج ما يسمى النسيج الحاث (Inducing Tissue) ونسيج آخر يسمى النسيج المستجيب (Walbot and Responding Tissue) أو كما ذكر ولبت وهولدر (Walbot and Holder)

(Holder 1987) بأن الحث الجنيني هو تداخل بين مجموعتين أو أكثر من الخلايا الجنينية التي تغير أو تحدد على الأقل مصير نمو واحده من الخلايا، فالخلايا التي تغير من شكلها تسمى بالنسيج المستجيب.

- لكن كيف يحدث هذا الحث الجنيني؟ انه من خلال المنظمات الجنينية.

المنظمات الجنينية (Embryonic Organizer)

- المنظم هو قدرة نسيج معين على تحويل أو تحفيز نسيج أو أنسجة أخرى لكي تتمايز وتعطي أعضاء أثناء مراحل التكوين الجنيني المبكرة . ففي البرمائيات وجد أن الشفة الظهرية لنقب المفلجة (البلاستوبور blastopore) وعقدة هنسن في أجنة الطيور والثدييات هي المنظمات الجنينية في هذه الأجنة حيث تعمل على تحفيز تكوين الأنابوبة العصبية فيها. وذلك من خلال تجارب نقل وزراعة أجزاء من الأجنة إلى أجنة أخرى .

اكتشاف الحث الجنيني ومنظم شبيهه الأولي:

كان أول المشتغلين في الحث الجنيني هو العالم شبيهمان Spemann عام 1901 عندما كان يدرس تكوين العين وحث عدستها من قبل الكوب البصري غير ان التجربة التي أثبتت بصورة جلية مبدأ الحث الجنيني كانت من تجربة مساعدته هيلدا مانكولد عام 1924 التي قامت بقطع جزء من الشفة الظهرية لنقب الارمي لأحد الأجنة وزراعتها في منطقة بطنيه او جانبية لجنين آخر فاستطاع هذا الجزء المزروع من تكوين حبل ظهريا وبدينات (قطع جسمية) وحث الأجزاء التي فوقه لتكوين أنبوب عصبي .

أجريت تجارب عديدة على شفاه الثقب الارمي فقد لوحظ عند اخذ صفيحة عصبية من جنين مبكر في النمو ونقلها من موقعها الطبيعي الى المنطقة البطنية من نفس الجنين سوف تكون بشرة تماثل البشرة المحيطة بها لأن هذه الشفة الظهرية في الجنين المبكر لازالت تطلق الحث الجنيني وتحفز الصفيحة العصبية اما عند اخذ نفس القطعة ولكن من جنين متاخر النمو وزرعت في المنطقة البطنية فأنها ستكون نسيجا عصبيا مما يدل على ان المادة الحادة من الشفة الظهرية قد أطلقت او تحررت قبل نقلها وقد أطلق شبيهمان على عملية تحفيز خلايا الشفة الظهرية للأديم الظاهر بالحث الجنيني الأولى وطلق اسم المنظم على الشفة الظهرية للثقب الارمي الذي يتميز بميزتان :

- أـ. قدرته على تنظيم نفسه في محور جنيني يتالف من حبل ظهري وبدينات
- بـ. قابليته على حث الأديم الظاهر الواقع فوقه ليكون أنبوبا عصبيا .

وتميز هذه العملية بمميزات :

- ١ـ ان الحث الجنيني ليس خاص ومقتصر على مادة الحبل الظهري والأديم المتوسط بل يتعدى الى الأديم الظاهر
- ٢ـ لا يعتمد الحث فقط على الخلايا الحية وإنما لوحظ ان الخلايا الميتة او المقتولة تستطيع القيام بعملية الحث

- ٣- لا يحمل الحث الجنيني أي معلومات وراثية بل تكون عملية تكوين الصفيحة العصبية مبرمجة ضمن الأديم الظاهر دون تعريضه لأي إشارة حاتمة
- ٤- لا يتم الحث عن طريق ملامسة الخلايا الحاتمة للخلايا المستجيبة وإنما يجب أن تنتشر المادة الحاتمة بين الخلايا المستجيبة.
- ٥- هناك نوعان من الحث الجنيني معرفان لحد الآن هما :
 - أ- الحث العصبي وهو تركيب بروتيني نووي رايبوزي تحت تكوين الدماغ.
 - ب- الحث الشوكي أو الذنبي الذي هو عبارة عن بروتينات تقوم بحث الأديم المتوسط

دور العوامل الجينية في تكوين المعيدة :

من هنا ان النواة لا تلعب اي دور يذكر في المراحل الجنينية الابكرة الأولى حيث لوحظ عند نزع نواة بيوض قنفذ البحر استطاعت ان تعاني تقلجا طبيعيا ولكنها لا تستطيع الاستمرار بعد هذه المرحلة حيث ان البيضة المخصبة وجنين في دور التقلج يقومان باستنساخ نسبة ضئيلة من الحامض النووي الرسول mRNA ولكن هذه النسبة تتضاعف الى عشرة أضعاف عند الوصول الى مرحلة المعيادة بل يتعدى ذلك ليشمل بناء نوعي الحامض النووي الرايبوزي tRNA,rRNA الذين يلعبان دورا أساسيا في بناء البروتين وقد عزى سبب فشل البيضة منزوعة النواة بالاستمرار بالتكوين الجنيني بعد التقلج الى عجزها عن بناء الحوامض النووية اللازمة لبناء البروتين وفشلها في إظهار التغيرات الفسلجية المرافقة لتكوين المعيادة كزيادة استهلاك الأوكسجين والتحلل السكري .

-العمليات التي تحدث للجنين لتكوين الهيئة العامة له :

تحدث للجنين النامي عدة عمليات وتغيرات يتم من خلالها تكوين الهيئة العامة التي تميز الجنين عن الأجنحة النامية الأخرى وهذه تشمل

- ١- استطالة الجسم وتحول الشكل من الكروي الى البيضاوي ثم الى المتطاول
- ٢- تكوين الذنب .
- ٣- يقسم الجسم الى مناطق خاصة كالرأس والجذع والأطراف .
- ٤- تكوين اللواحق الجسمية الأخرى.
- ٥- انفصال الجنين عن الأجزاء او الأغشية خارج جنينية .

التكوين الجنيني: Development

يشمل التكوين الجنيني على مرحلتين رئيسيتين: ١- النمو ٢- التمايز الخلوي

التحديد الخلوي Cellular Determination

- يسبق عملية التمايز الخلوي والتحول في الشكل الظاهري للخلايا ما يعرف بعملية التحديد Determination الخلوي أو البرمجة المسبقة على المستوى الجزيئي بحيث يحصل تغير وتحول وتنشيط لجينات أو مورثات معينة في هذه الخلايا التي سوف تتمايز لكي تمهد نحو تغيير شكلها الظاهري فيما بعد لتعطي النسيج أو الجهاز المعين.

- لذلك إذا تحدد مصير خلايا معينة لكي تتمايز إلى نسيج معين فإنه لا يمكن تغييرها، مثل البيض الذي نغليه بالماء لا يمكن أعادته لحالته.

* ١- النمو : Growth

النمو: هو الزيادة بحجم الكائن الحي أو أعضاءه نتيجة بناء مكونات البروتوبلازم(من سايتوبلازم ونواة). ومن الخطأ اعتبار الطول كدالة للنمو . ويحصل النمو نتيجة ١- انقسام الخلايا خيطيا وبالتالي زيادة عددها ٢- زيادة حجم الخلايا المنقسمة نتيجة لزيادة مادة السايتوبلازم والمادة النووية ٣- زيادة المادة بين خلويات حيث زيادة كثافة النسيج أو نموها نتيجة زيادة بناء المواد خارج خلوية مثل بناء المادة البنية للعظام أو ألياف النسيج الضام والتي تؤلف جزء من الأنسجة الضامة للكائن الحي .

ملاحظات : أ- إن الزيادة بالحجم لا تكون بنفس المعدل في الأماكن والأعضاء المختلفة من جسم الكائن الحي ، كما إنها لا تكون متساوية في جميع مراحل حياته .

ب- أن النمو يحصل إذا كان معدل العمليات الحيوية البنائية anabolic processes تزيد على العمليات الهدمية catabolic processes (كما في مرحلة الطفولة)، أما إذا انعكست الحالة فيحصل ما يعرف (degrowth)، إذ يبدأ وزن الكائن الحي بالتناقص(كما في حالة الشيخوخة).

٢- التمايز: differentiation : ويشمل نوعين

- **التمايز الخلوي Cellular differentiation :** وتعني العملية التي تصبح فيها خلايا الكائن الحي أو أجزاء هالآخرى مختلفة عن بعضها وعن منشأها (كما في عدسة العين) حيث تتحول الخلايا الجينية المتماثلة والمبكرة في النمو وتتصبح هذه الخلايا الجينية مختلفة عن بعضها البعض من حيث الشكل والوظيفة، فتصبح ذات شكل معين ووظيفة محددة.

- **التمايز النسيجي histological differentiation:** تتضمن اكتساب خلايا الحيوان قدرة على إنجاز وظيفة خاصة بها لا تستطيع الخلايا الأخرى القيام بها ، كما في الخلايا العصبية التي تنقل الإياع العصبي ، وقد تكتسب هذه الخلايا صفات مظهرية كما في الأهداب ، أو ليفات عضلية ، أو غيرها تساعدها على إنجاز وظائفها. أو قد تقوم الخلايا بإنتاج مواد تطرح مابين الخلايا وتبقى في النسيج كجزء من تركيبة (كما في المادة البنية للغضروف). كذلك فإن بعض الخلايا تبقى بشكل غير متمايز يمكن أن تعمل كاحتياطي للنسيج (كما في الخلايا الجذعية stem cell).

- مراحل نمو الجنين المبكرة تمر بعملية التمايز الخلوي لكي تعطي الخلايا والأنسجة المختلفة فمثلا **الطبقة الخارجية (الإكتوديرم)** (تعطي خلايا بشرة الجلد والخلايا العصبية، والطبقة المتوسطة (الميزوديرم) : تنشأ منها معظم الأجهزة كالعضلات والجهاز الدوري والجهاز البولي والتناسلي، والطبقة الداخلية (الأندوديرم) : تعطي القناة الهضمية وملحقاتها والجهاز التنفسي .

- السيطرة الهرمونية على النمو والتمايز :

يمكن توضيح دور الهرمونات في النمو والتمايز من خلال العلاقة القائمة بين الغدة النخامية والغدة الدرقية في جنين الضفدع حيث أثبت التجارب أن استئصال الغدة النخامية في مرحلة جنينية مبكرة يؤدي إلى عدم تمثيل الغدة الدرقية وضمورها وإن إعادة زرع الغدة النخامية مكناها من استئناف تمثيل الغدة الدرقية ونموها التي تلعب دوراً في نمو وتمثيل الكثير من أعضاء الجسم بما فيها الأطراف من خلال إفراز هامرون الثايروكسين.

تعمل أكثر الهرمونات في الفقريات بنظام التغذية الاسترجاعية feedback mechanism حيث تعمل الغدة النخامية والدرقية بمحاذيب هذا النظام حيث تفرز الغدة النخامية الهرمون المحفز للدرقية Thyroid-Stimulating hormone TSH ويرمز (TSH) الذي يحفز الغدة الدرقية على إفراز هامرون الثايروكسين وانطلاقه في الدم فإذا زادت كمية الأخير في الدم يؤدي إلى تحسس مركز تحت المهاد الذي بدوره يرسل إيعازاً للغدة النخامية بتقليل إفراز الهرمون TSH وبالتالي يقلل من إفراز الثايروكسين والعكس صحيح .

سبحان الذي خلق فسوى سبحان الذي قدر فهوى خلايا ليس لها عقل ولا إدراك
تفعل هذه العجائب كأحسن ما يكون من العقل والإدراك وأحسن ما تكون البراعة والدقه
في التنظيم ... سبهاتك ربي سبهاتك

انتشرت المحاضرة بعون الله

Instructor: