كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تشريح مقارن

المحاضرة : البحث السادس /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

أقسام الجهاز الهيكلي The Skeletal System :

تقسم العناصر الهيكلية عند الفقاريات تشريحيا حسب مكان وجودها ووظيفتها إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

١- **هيكل القحف أو هيكل الرأس :** يقسم إلى

قحف عصبي Neurocranium

قحف حشوي Splanchocranium .

٢- **الهيكل المحوري أو العمود الفقري vertebral column:**

يحمل الأجزاء الرخوة من الجذع ويتشكل حول الحبل الشوكي .

٣- **هيكل الأطراف Appendicular skeleton:**

الأطراف الزوجية وهيكل الزنارين(الكتفي والحوضي).

البنية النسيجية للجهاز الهيكلي :

يتكون الجهاز الهيكلي نسيجيا من ثلاثة نماذج من النسج الهيكلية وهي :

أ- النسيج الضام Connective tissue:

يتكون من : مادة أساسية (بين خلوية) لينة ، والياف ضامة كولاجينية ومرنة وخلايا ضامة ذات أشكال مختلفة.

ب- النسيج العظمي Bony tissue:

أكثر النسج الهيكلية الداخلية قساوة ومقاومة إثر تمعدن مادته الأساسية بعد تشربها بالأملاح. ومن أهم العناصر المعدنية التي تدخل في بنية العظم والتي تشكل حوالي ٦٥% من وزنه الجاف ثلاثي فوسفات الكالسيوم وأملاح الكالسيوم . يتم التعظم باليتين: الثانوي والادمي او الغشائي

التعظم الثانوي:

هو أن يسبق تشكل القطعة العظمية وجود قالب غضروفي يهدم بواسطة نسيج ضام يدعى النسيج الاجتياحي الذي يتعظم بدوره لاحقا. وتدعى آلية تشكل العظام بهذه الطريقة باسم التعظم الثانوي، أو التعظم في الغضروف.

التعظم الأدمي:

- يتشكل العظم من النسيج الضام مباشرة دون وجود غضروف، وتدعى باسم التعظم الغشائي أو التعظم الأدمي

- ج- النسيج الغضروفي Cartilage tissue

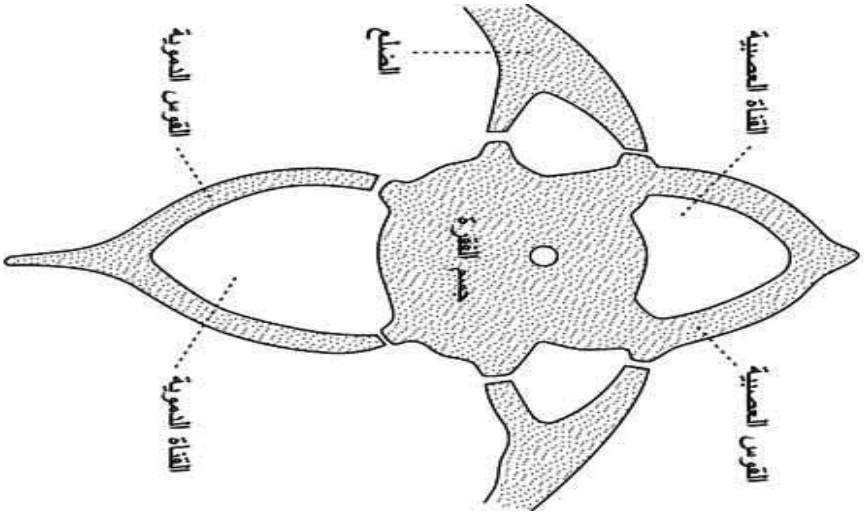
من النسج الهيكلية الهامة عند الأسماك الغضروفية، حيث يتألف من خلايا غضروفية Chondrocytes محبوسة في محافظ غضروفية محفورة في مادة أساسية تدعى الغضروفين.

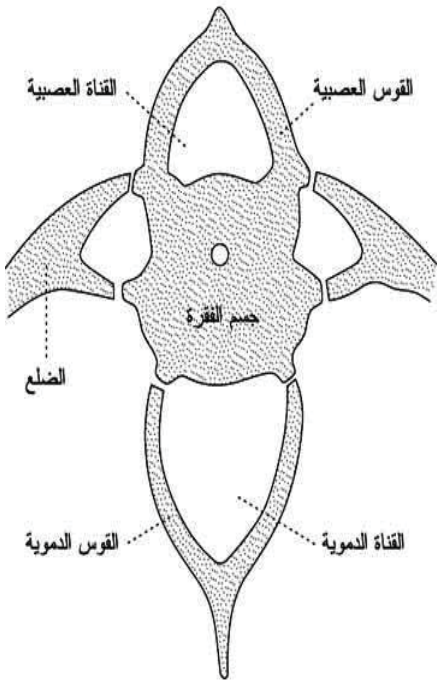
العمود الفقري او الهيكل المحوري

يتالف الهيكل المحوري الابتدائي من الحبل الظهري الذي يوجد عند الفقاريات الدنيا البالغة.

يتألف الهيكل الثانوي من مجموعة فقرات تشكل العمود الفقري الذي يوجد عند الفقاريات العليا.

كيف تتشكل الفقرة؟





تتالف الفقرة من الاقسام التالية:

١ـ الجسم

٢ـ القوس العصبية

٣ـالقوس الدموية

١ـجسم الفقرة او مركزها

(الفقرات ذاتية المركز)

يكون لجسم الفقرة عدة اشكال:

***مقعر الوجهين عند الاسماك الغضروفية**

***امامية التقعر(التجويف) عند البرمائيات المذنبة**

***خلفية التقعر عند بعض الاسماك**

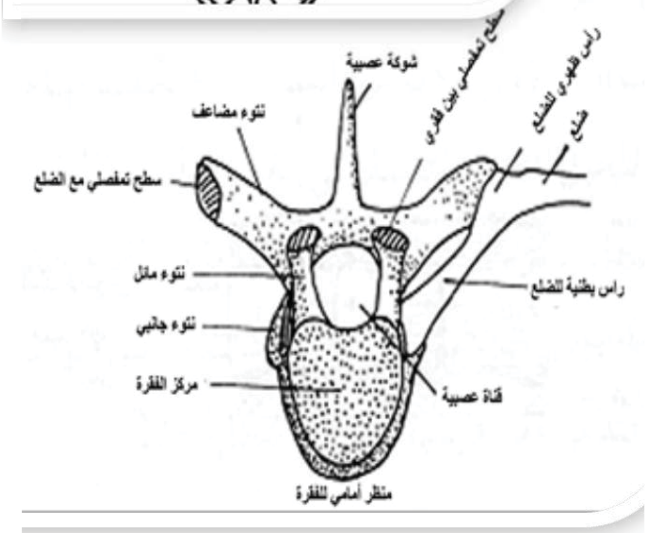
***متباينة الوجوه عند الطيور**

***مسطحة (عديمة التقعر) عند الانسان**

٢–القوس العصبية توجد من الناحية الظهرية تنتهي بشوكة عصبية و يمر منها الانبوب العصبي

٣–القوس الدموية توجد من الناحية البطنية تنتهي بشوكة دموية يمر منها الابهر الذيلي(البطني)

و هذه القوس تتشكل عند الاسماك فقط



يتصل مع الفقرة عدة استطالات (نتوءات)

استطالات مائلة (قاعدة القوس العصبية)

استطالات مضاعفة

استطالات جانبية تتمفصل مع راس الضلع

نميز عدة انواع للفقرات وذلك اعتمادا على بنية الجسم :

١- فقرة ذاتية المركز لان المركز الفقري (الجسم) يتشكل من الميزانشيم الجنيني

٢- فقرة حبلية المركز لان الحبل الظهري يساهم في تشكيل مركز الفقرة

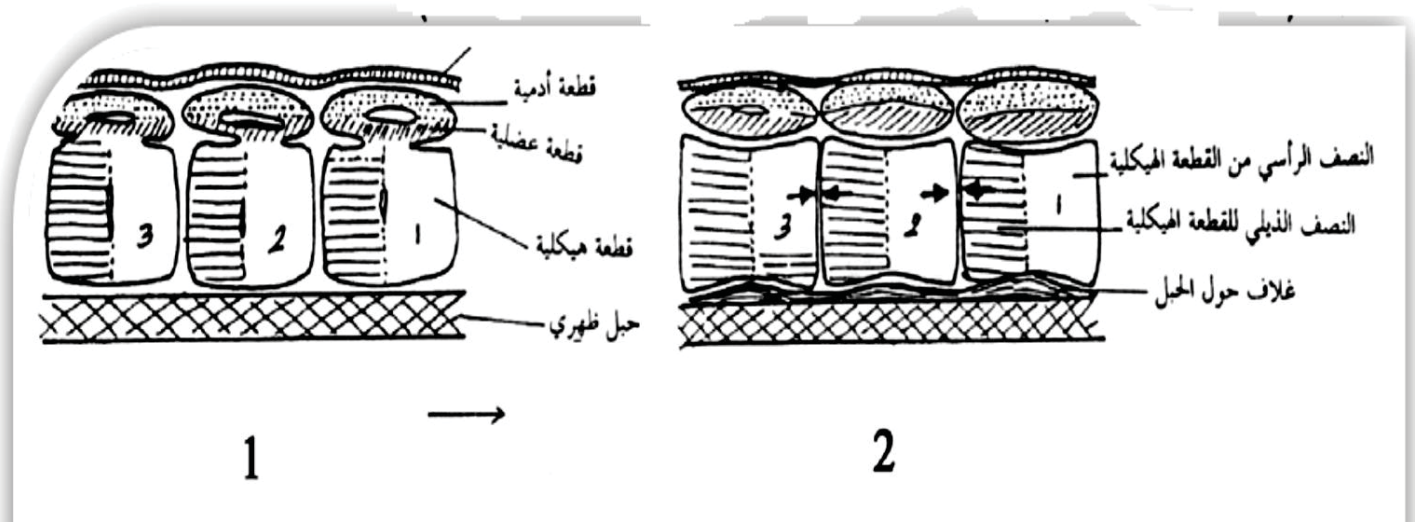
٣- فقرة قوسية المركز لان المركز يتشكل من الاقواس الدموية و العصبية

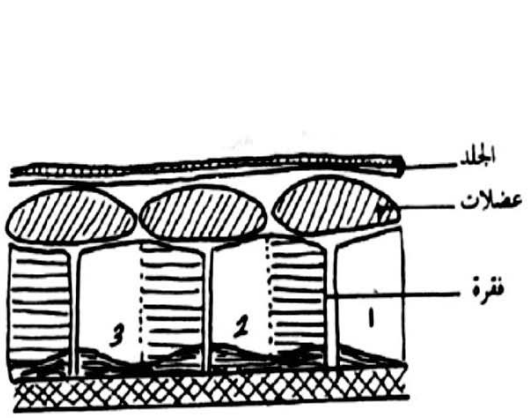
مراحل تشكل الفقرة:

١-تنشا من القطع الهيكلة العضلية التي تحيط بالحبل الظهري

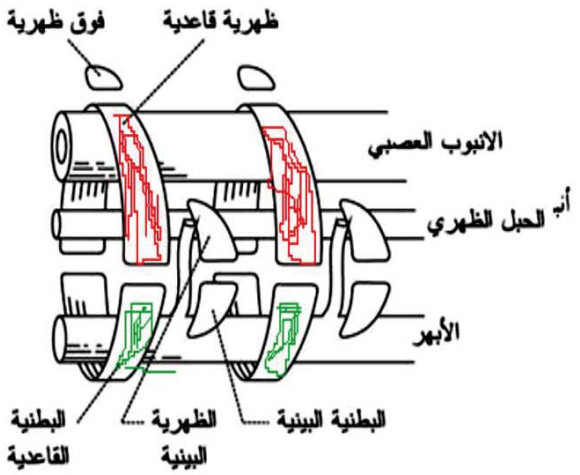
٢- تتحول القطع الهيكلية الى نصفي قطعتين هيكليتين (راسي و ذيلي)

٣-تتالف القطعة من جزء اساسي ظهرية قاعدية و اخر بطنية قاعدية و جزء بين ظهري (ظهرية بينية) و اخر بين بطني (بطنية بينية)





3

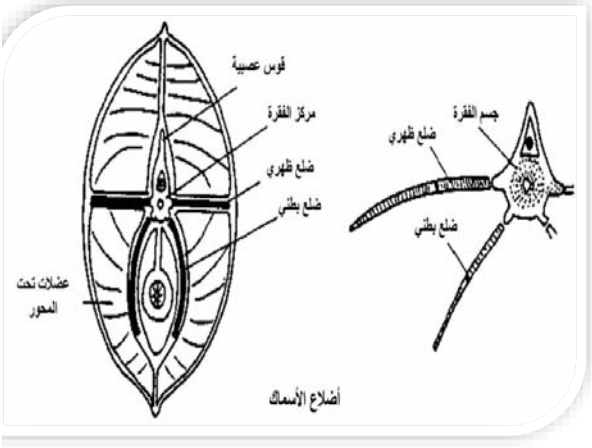


4

•الأضلاع Ribs:

تشكلات هيكلية متطاولة توجد في الفواصل العضلية Myosepta للعضلات الجدارية الصدرية.
يميز في كل ضلع نهاية ظهرية (رأس الضلع) بسيطة، أو متشعبة، تتمفصل أو تلتحم مع الفقرات، ونهاية بطنية حرة عند عديمات الأمنيوس وملتحمة مع عظم القص عند الأمينوسيات.

•عند عديمات الفك Agnatha: تنعدم الأضلاع.



عند الأسماك :

الأضلاع ذات رأس وحيد

يتوضع بعضها في الناحية البطنية ترتبط مع الأقواس الدموية

بعضها الاخر يتوضع في الناحية الظهرية

تتثبت على المراكز الفقرية وتقسم العضلات المحورية إلى (عضلات فوق محورية وتحت محورية).

يلاحظ عند بعض الأسماك وجود شفعين من الأضلاع مقابل كل فقرة صدرية شفع ظهري وآخر بطني.

عدم الخلط بين أضلاع الأسماك التي توجد بين العضلات والتي تدعى حسك الأسماك

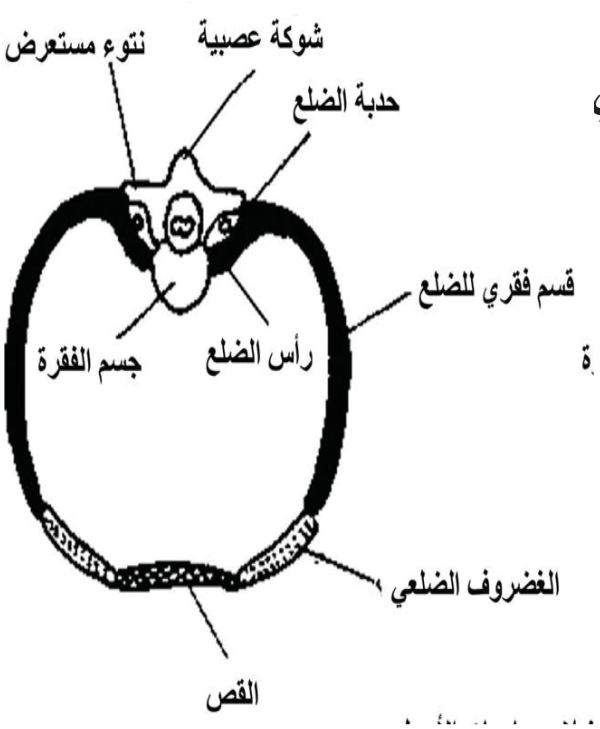
عند رباعيات الأرجل :

تزداد أهمية القفص الصدري بسبب التنفس الرئوي فعند البرمائيات تضمر الأضلاع أو تغيب

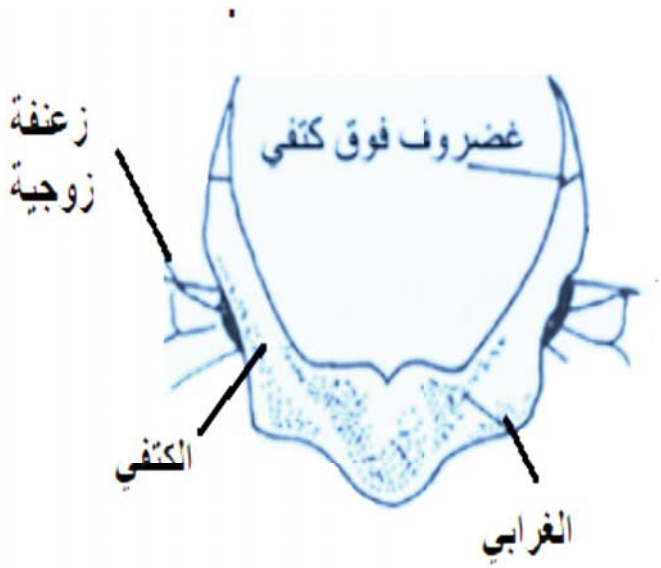
بقية رباعيات الأرجل

تحمل كل فقرة صدرية شفعاً من الأضلاع ترتبط بطنياً مع عظم القص . وللضلع نهاية قصية ونهاية فقرية

تحمل الأضلاع عند الطيور نتوءات (النتوء العقفي يتجه نحو الخلف وترتكز على الضلع التالي يزيد من تماسك وقوة القفص الصدري.



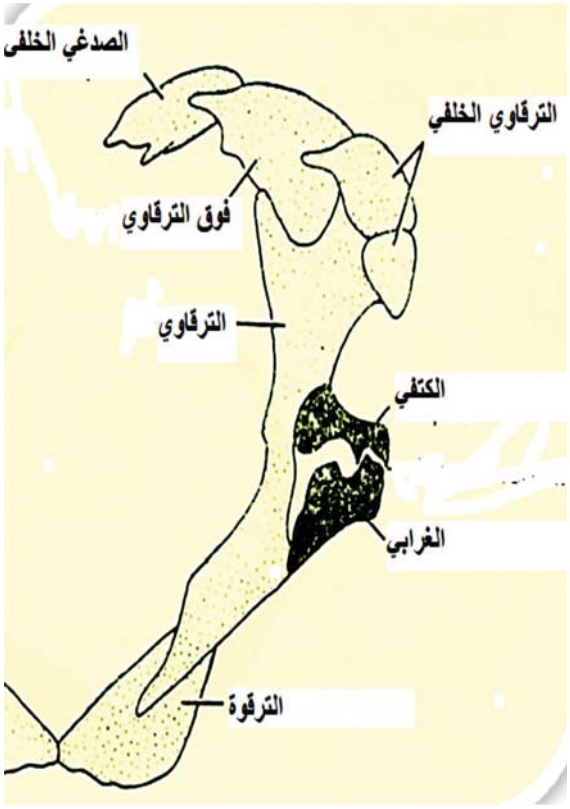
الزنار الكتفى عند الفقاريات



يتألف من نموذجين من العناصر الهيكلية :
الجزء الغضروفي و يدعى الزنار الاولي
الجزء الادمي و يدعى الزنار الثانوى

عند الاسماك الغضروفية:
يوجد الزنار الاولي فقط وهو ملتحم بواسطة الغرابي و يتالف كل جزء من
الكتفي (اللوح)
الغرابي الاولي
غضروف فوق كتفي.

عند الاسماك العظمية:
يرتبط الزنار الكتفي مع عظام غشائية وهي شفعية وتضم:
الترقويان
الترقاوي
فوق الترقاوي
الصدغي الخلفي



بقية الفقاريات:

يتالف الزنار الكتفي من النموذجين حيث يضم :

الزنار الاولي ويشمل اللوح و الغرابي

الزنار الثانوي ويشمل الترقوة و الترقاوي وفوق الترقاوي و الترقاوي الخلفي و الصدغي الخلفي

الزنار الحوضي

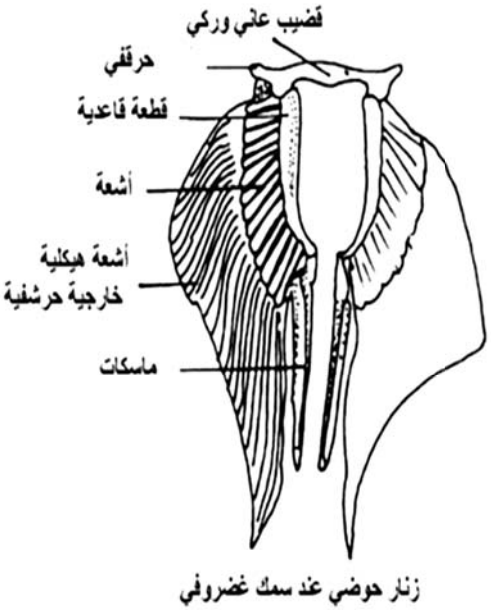
يتشكل من الزنار الاولي فقط ويختفي عند الفقاريات المائية

يتالف عند رباعيات الارجل من (العظم الوركي- العظم العاني –العظم الحرقفي)

عند أسماك القرش يتكون من بنية غضروفية منحنية

زوج من القضبان المستعرضة في الجزء البطني من الجسم أمام المقذرة يسمى بالحرقفي الذي يتصل من الخلف مع قطعة قاعدية. تحمل هيكل الزعانف الحوضية.

الى جانب الزعنفة الحوضية توجد الماسكتان (عضو اقتران ذكري).



زنار حوضي عند سمك غضروفي

هيكل الزوائد الطرفية

١- الزوائد الطرفية عند الفقاريات المائية

زعانف فردية توجد على الجذع والذيل ترتبط بالعمود الفقري.

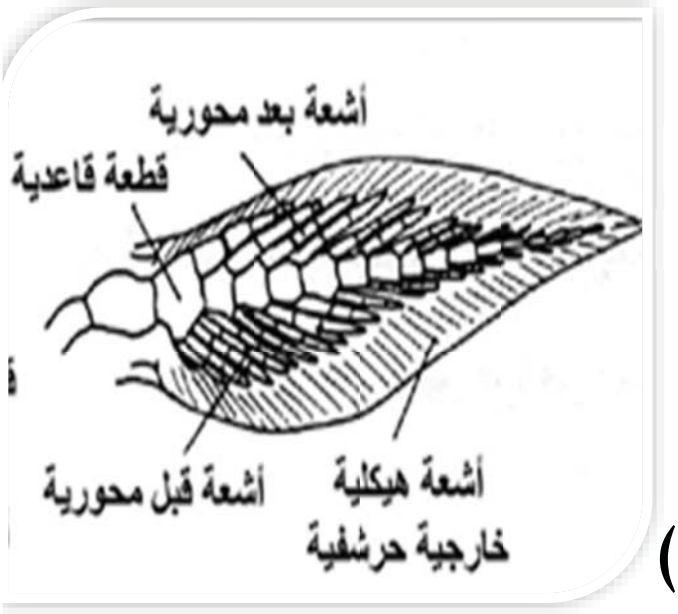
زعانف زوجية توجد في مستوى الجذع تتصل مع الزنارين الكتفي والحوضي وترتبط مع العمود الفقري بقطع قاعدية

تسمح بتمييز ثلاثة انواع من الزعانف الزوجية:

١ – زعنفة ثلاثية القطع القاعدية:

توجد عند الاسماك الغضروفية

تتالف من :
ثلاثة قطع قاعدية(امامية –متوسطة– خلفية)
اشعة هيكلية داخلية
اشعة هيكلية خارجية (تختلف بالشكل الخارجي)



٢- زعنفة احادية القطعة القاعدية

توجد عند الاسماك ذوات التنفسين

تتألف من :

قطعة قاعدية واحدة

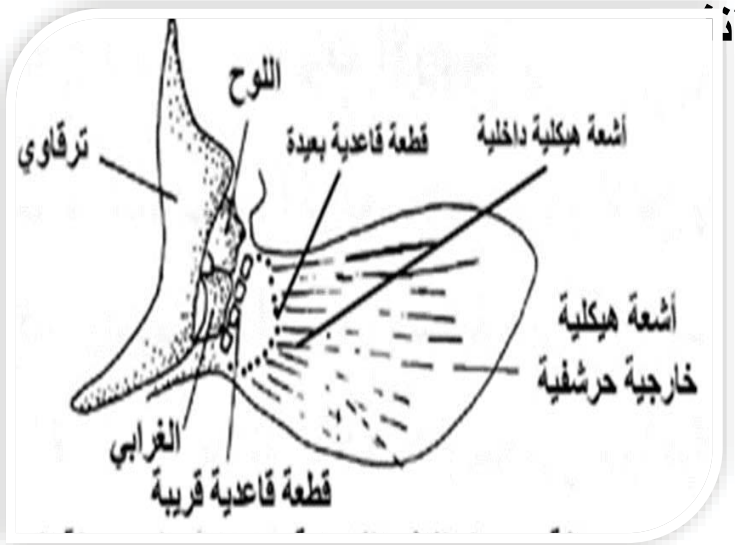
محور متعدد القطع

اشعة هيكلية امامية (بعد محورية)

اشعة هيكلية خلفية (قبل محورية)

اشعة هيكلية خارجية

٣- زعنفة متعددة القطع القاعدية



توجد عند الاسماك شعاعيات الزعانف

يكون الهيكل الداخلي ضامر

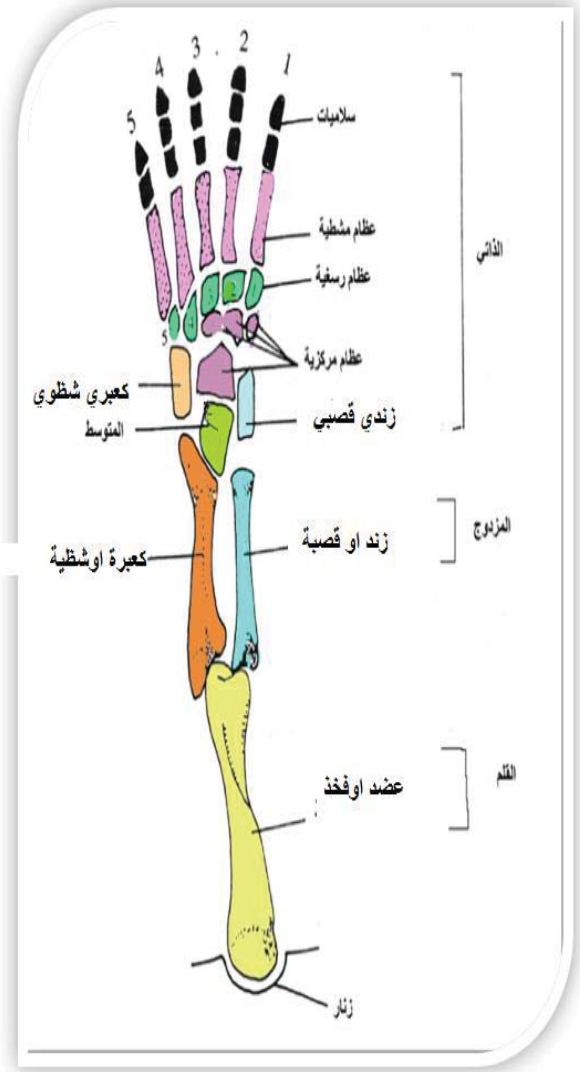
يتكون من صفين من القطع

تشكل القطع القاعدية

(صف قريب فيه ٤ قطع صغيرة

صف بعيد فيه ١٢ قطعة صغيرة)

اشعة هيكلية خارجية



بنية الطرف الحركي
عند الفقاريات الارضية

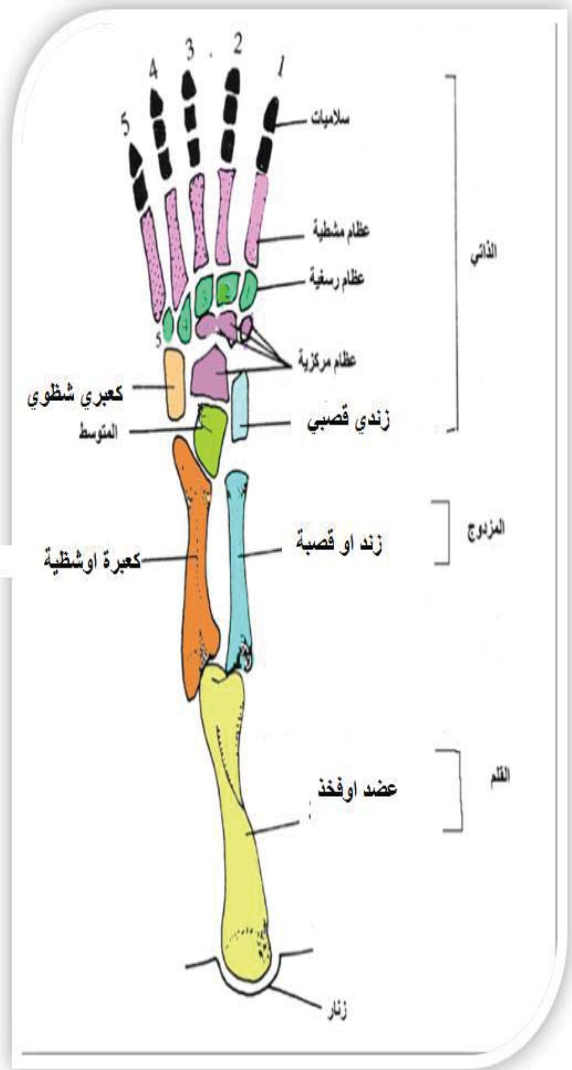
يتألف من ثلاثة اجزاء متمفصلة:

1-القسم القريب(القلم)- العضد او الفخذ

2-القسم المتوسط(المزدوج)-
الزند و الكعبرة-القصبة و الشظية

3-القسم البعيد(الذاتي)

يتالف القسم البعيد من ثلاثة اقسام:



القسم البعيد(الذاتي) و يتالف من ثلاثة اقسام:

١-القسم القاعدي-عظام الرسغ (١٢ عظم)-

القصبي-الزندي او الكعبري الشظوي-المتوسط
ثم اربعة عظام مركزية يليها خمسة عظام رسغية

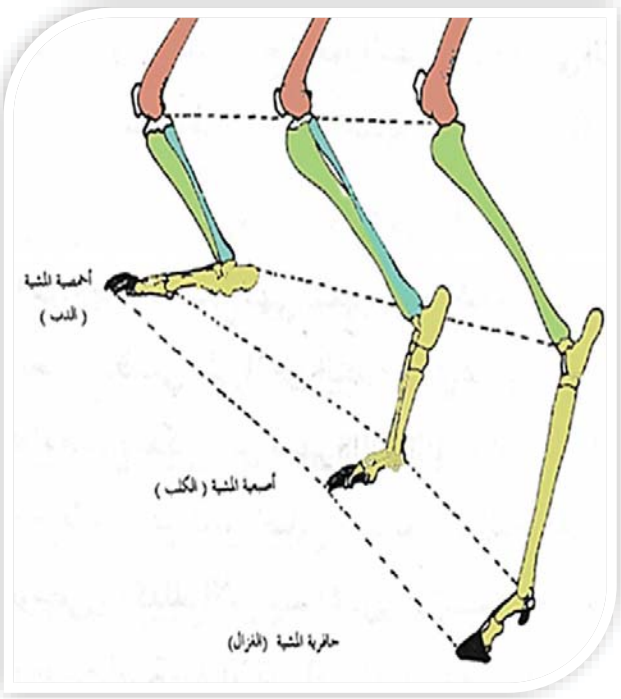
٢- القسم المتوسط يتالف من خمسة عظام مشطية

٣- القسم النهائي يتالف من سلاميات الاصابع

تكيف اطراف الثدييات:

تكيفت أطراف الثدييات للجري على الأربعة من خلال ثلاثة تعديلات هي:

١- تطاول الأطراف الذي يصيب القسم المزدوج (القصبة و الشظية أو الزند و الكعبرة)
٢- التراجع في عدد الأصابع و هنا نميز بين ثنائيات الأصابع (الغنم- الماعز- البقر) و مفردات الأصابع (الحصان- البغل- الحمار)



٣-الارتفاع التدريجي للقسم الذاتي (الرسغ و الأمشاط) و الذي يؤدي الى تحديد عدة أنماط من المشي.

* اخمصية المشي كما في الإنسان و الدببة

*إصبعية المشي كما في الأرنب و الكلب

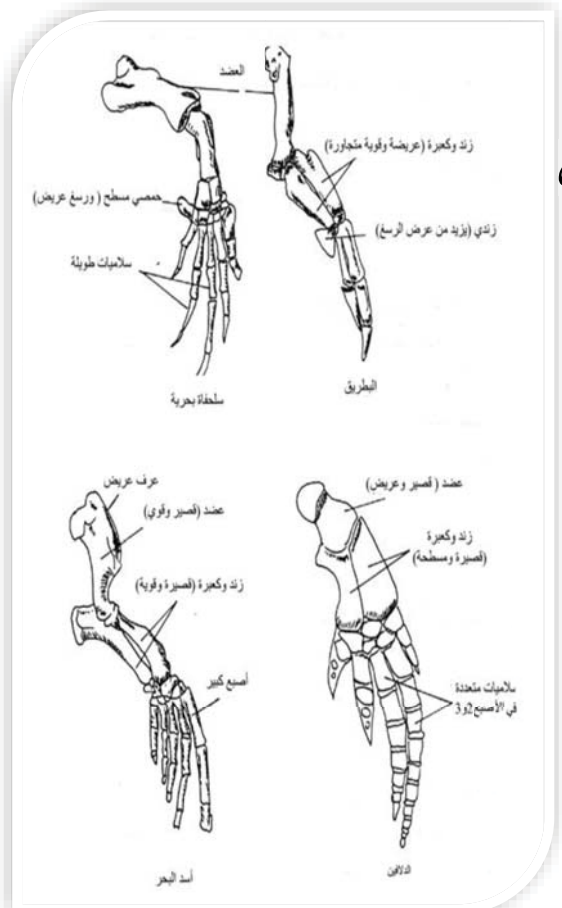
*حافرية المشي كما في الغزال و الحصان

يتراجع عدد الأصابع وخاصة عند الحافريات الى
مفردات الأصابع، erisodactyls
مزدوجات الأصابع . Artiodactyls
مفردات الأصابع، تميزت بكون أصابعها ذات عدد مفرد، فهي تمتلك ثلاثة أصابع (الثاني والثالث والرابع)، أو إصبع وحيد (الثالث) كما في الحصان.
مزدوجات الأصابع تتميز بوجود شفع، أو شفعين من الأصابع.
مثال عن رباعيات الأصابع فرس النهر رغم كون الأصابع (الثانية والخامسة) أقصر وعند الخنازير تضمر الاصابع الجانبية و تصبح أثرية عند الأبقار ويصبح الطرف ثنائي الإصبع كما في الاغنام والماعز والغزال والجمال والزرافات.

التكيف للقفز: عن طريق تطاول اجزاء الأطراف الخلفية بجميع الأقسام او التحام عظمي الساق/ عند الضفدع والأرنب.

التكيف للتسلق على الأشجار:
تحورات الأيدي و عملية المقابلة بين الأصابع/ القردة. من خلال تبدل القسم الذاتي الذي يأخذ شكل الملقط حيث يتقابل الإصبع الأول والثاني مع الأصابع الباقية عند الحرباء .

التكيف للسباحة:
تتحور الأطراف إلى شكل زعانف مجدافية مع تغيرات في شكل و حجم العظام بشكل يتناسب مع الحياة المائية الدائمة أو البرمائية (الحوت- الفقمة- القندس)



تكيف الطيور للطيران

تغيرات في شكل أطرافها الأمامية التي تحورت إلى أجنحة وبنية الأمشاط والسلاميات. فجناح الطيور يتألف من ثلاثة أصابع فقط، أطولها الإصبع الوسطى، والمشطان الثالث والرابع أطول من الاول . ويتألف الإصبع الثالث من شفع من السلاميات والإصبع الرابع من سلامية وحيدة و الأصابع عديمة المخالب.

حدث تعديلات كبيرة في أطرافها الخلفية، وتحولها إلى كائنات ثنائية الأرجل ذات مشية إصبعية

تشكل الأجنحة الجلدية عند الخفاش من اجل القيام بالطيران

التكيف للحياة تحت الأرض:

تتكيف الأطراف لتتمكن من حفر الأنفاق تحت الأرض و تصبح اليد عريضة ويزداد عدد الاصابع/ عند الخلد

هيكل القحف أو هيكل الرأس : يقسم إلى

قحف عصبي Neurocranium، يحيط بالجملة العصبية المركزية (الدماغ) وبعض الأعضاء الحسية الزوجية

قحف حشوي Splanchocranium يحيط ويدعم تجويف الفم والبلعوم.

تشكل القحف العصبي عند أجنة الفقاريات

يتشكل من الاجزاء الغضروفية التالية:

١-شفع من القطع الغضروفية الأمامية تدعى الغضاريف أمام الحبلية أو الدعائم

٢-شفع من الغضاريف قرب او جانب الحبلي

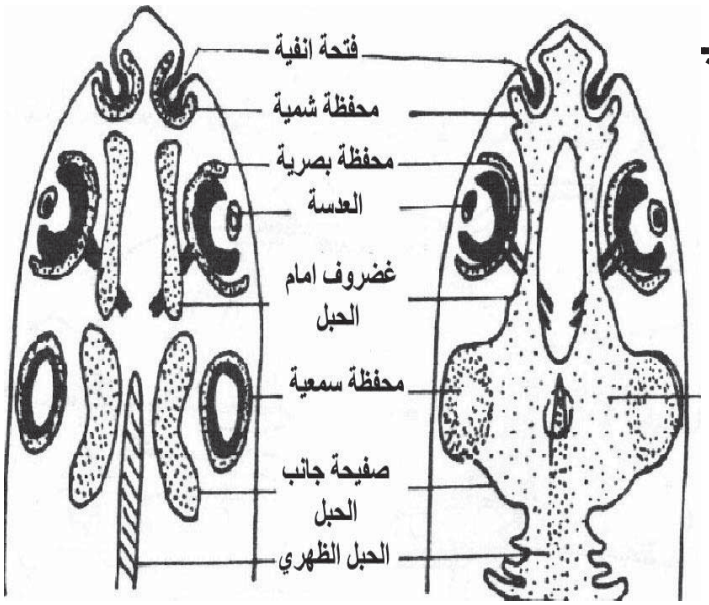
٣-تلتحم هذه الغضاريف مع بعضها لتشكل صفيحة قاعدية

٤-تلتحم مع المحافظ الحسية

مشكلة المنطقة الأنفية

المنطقة الحجاجية الصدغية

المنطقة السمعية والمنطقة القفوية.



تتشكل اشفاع من المحافظ الغضروفية الحسية:

١- محفظتان شميتان في الانف

٢- محفظتان بصريتان حول العين

٣- محفظتان سمعيتان حول الاذن الداخلية

في نهاية التشكل تلتحم الصفيحة الغربالية مع المحفظتين الشميتين

و تلتحم الصفيحة القاعدية مع المحفظتين السمعيتين

ثم تلتحم الصفيحتان الغربالية والقاعدية معا

تتشكل ثقوب لمرور الاعصاب و الاوعية الدموية اضافة الى الثقب القفوي.

القحف الحشوي

يتشكل من التحول الغضروفي للمناطق الميزانشيمية المحيطة بالبلعوم لتشكيل الاقواس الحشوية السبعة وهي:

١- القوس الحشوية الاولى I– القوس الفكية

٢- القوس الحشوية الثانية II– القوس اللامية

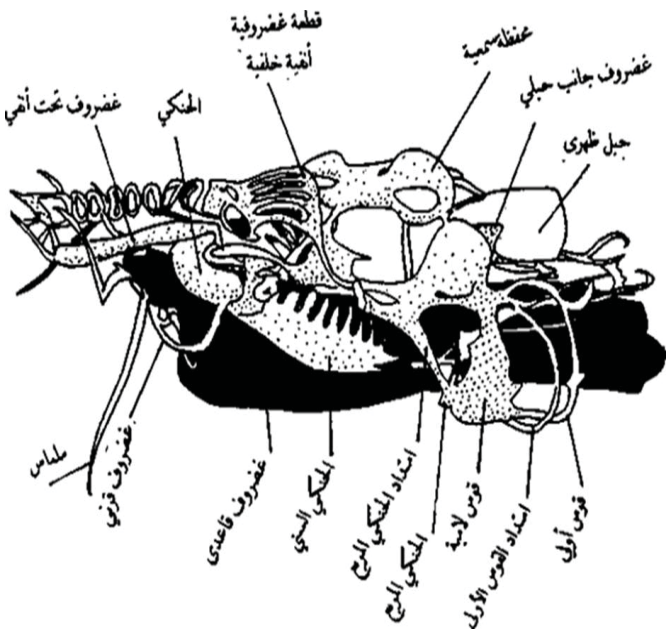
٣- خمسة اقواس حشوية اخرى ترقم من III–VII

•القحف العصبي الغضروفي:

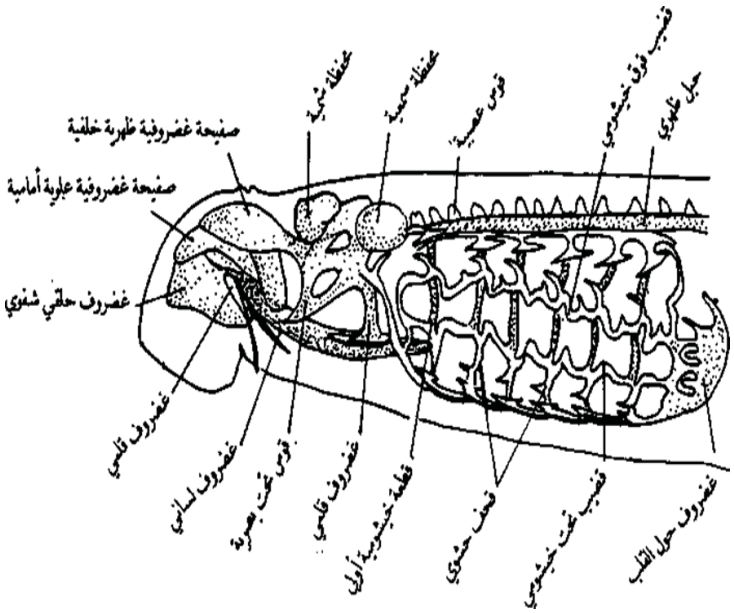
عند الأسماك مستديرات الفم (عديمات الفك):

عند المخاطيات يتألف القحف العصبي من صفيحة غضروفية يستقر فوقها الدماغ، وتحيط به جدران جانبية.

القحف الحشوي ضامر ويتألف من قوس لامية وشفعين من الأقواس الحشوية (الثالث والرابع). أما القوس الفكية فقد التحمت مع القحف



- عند الجلكيات يصبح القحف العصبي أكثر تطوراً ويتألف من امتدادات جانبية ظهرية من الغضاريف أمام الحبل تشكل جدرانا جانبية وسقفاً قحفياً.
- القحف الحشوي يدعم المنطقة الخيشومية يأخذ شكل سلة خيشومية ذات فجوات جانبية وظهرية.



- قحف الأسماك الغضروفية صفيحيات الخياشيم Elasmobranchii
- القحف العصبي :
- يشكل صندوقاً يتألف من قطعة غضروفية ملتحمة، يتمفصل مع العمود الفقري تمفصلاً غير متحرك.
- وجود حيزوم Rostum طويل يفرض وجود الفم في الناحية البطنية الأمامية
- يمكن تمييز أربع مناطق في القحف العصبي وهي من الأمام إلى الخلف :
- المنطقة الغربالية Ethmoid region ، والمنطقة الحجاجية Orbital region، والمنطقة السمعية Otic region، والمنطقة القفوية Occipital region

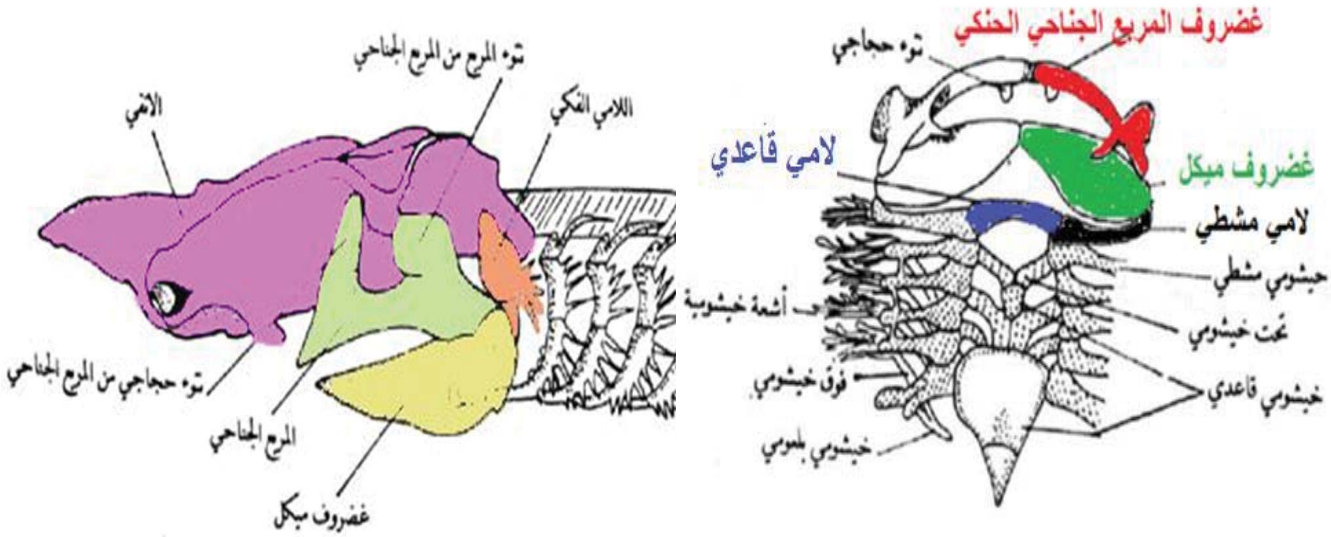
- القحف الحشوي: يتألف القحف الحشوي من سبعة أشفاع من الأقواس الحشوية التي تحيط بالتجويف الفموي البلعومي.

القحف الحشوي عند الاسماك الغضروفية

يتالف من ٧ اشفاع من الاقواس الحشوية:

القوس الفكية – غضروف المربع الجناحي الحنكي (الفك العلوي) و غضروف ميكل (الفك السفلي)

القوس اللامية – اللامي الفكي واللامي المشطي واللامي القاعدي و الاشعة الغلصمية



(III-VII) اقواس خمسة حشوية متشابهة البنية

تتالف القوس الواحدة من:

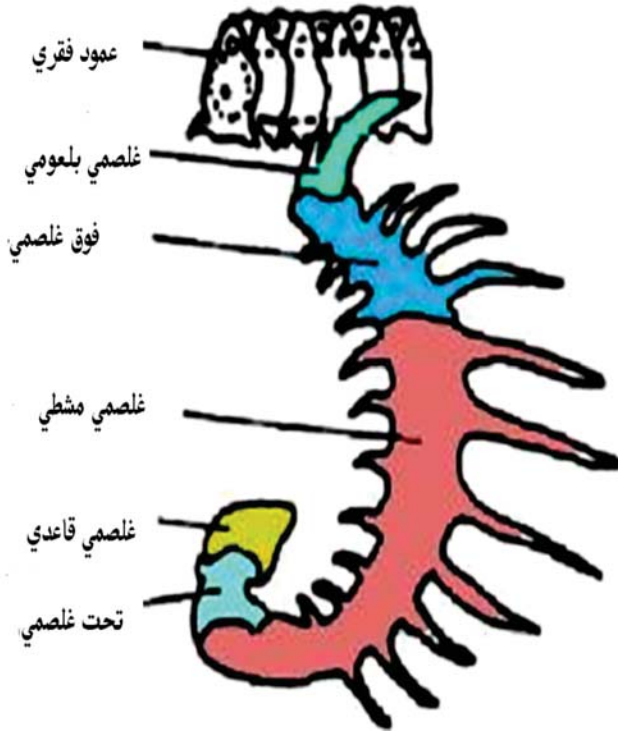
١-غلصمي بلعومي

٢-فوق غلصمي

٣-غلصمي مشطي

٤-تحت غلصمي

٥-غلصمي قاعدي



تطور القحف الغضروفي :

يتالف القحف العصبي عند الفقاريات من اربع مناطق
(القفوية-السمعية-الحجاجية-الغربالية)

القحف الحشوي يلاحظ تحول بالاقواس الامامية و تراجع بقية الاقواس.

عند الفقاريات ذوات الفك نجد اختلاف في العلاقة بين
القوس اللامية و القوس الفكية لذا نميز الحالات التالية:

١- يتمفصل المربع الحنكي مع القحف و يسمى الارتباط الذاتي
Autostylic (عند بعض الاسماك و عند رباعيات الارجل)

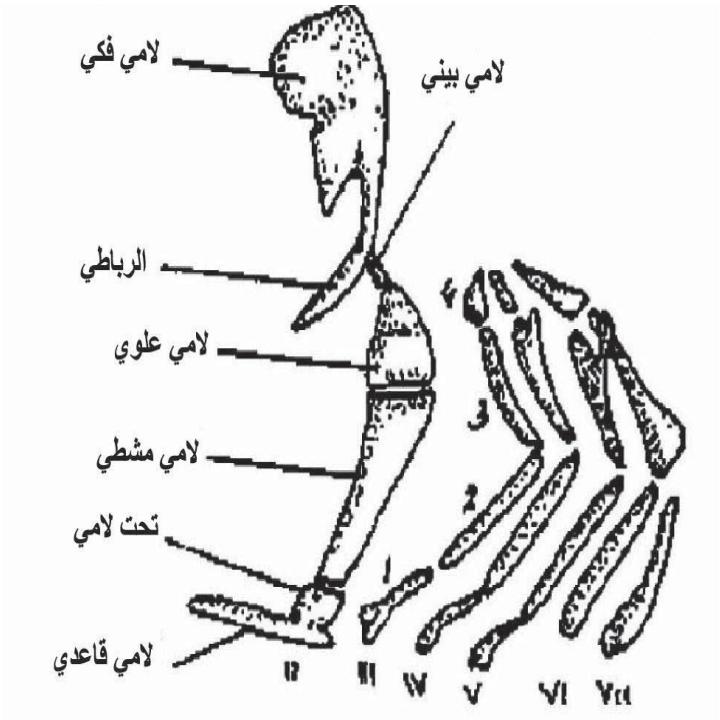
٢- يرتبط المربع الحنكي مع القحف بواسطة اللامي الفكي و يسمى
الارتباط المضاعف Amphistylic (عند الاسماك الغضروفية البدائية)

٣- يتمفصل اللامي الفكي مع القحف ويختفي المربع الحنكي و يسمى
الارتباط اللامي Hyostylic (عند الاسماك الغضروفية الحالية)

بقية الاقواس يتناقص عددها حسب نوع الفقاري

عند مستديرات الفم ٧
عند الاسماك الغضروفية ٦-٧
عند الاسماك العظمية ٥
عند الضفادع ٣-٤
عند الزواحف والثدييات ٢
عند الطيور شفع واحد

تساهم اجزاء من الاقواس الحشوية بتشكيل
عظيمات السمع عند الثدييات
(السندان – المطرقة – الركاب)



القحف الحشوي:
عند الاسماك العظمية
يتألف القحف الحشوي من
٥ اقواس اضافة الى
القوس الفكية و القوس اللامية
القوس الفكية عند العظمية
تشبه ما لوحظ عند الغضروفية

تتالف القوس اللامية من:

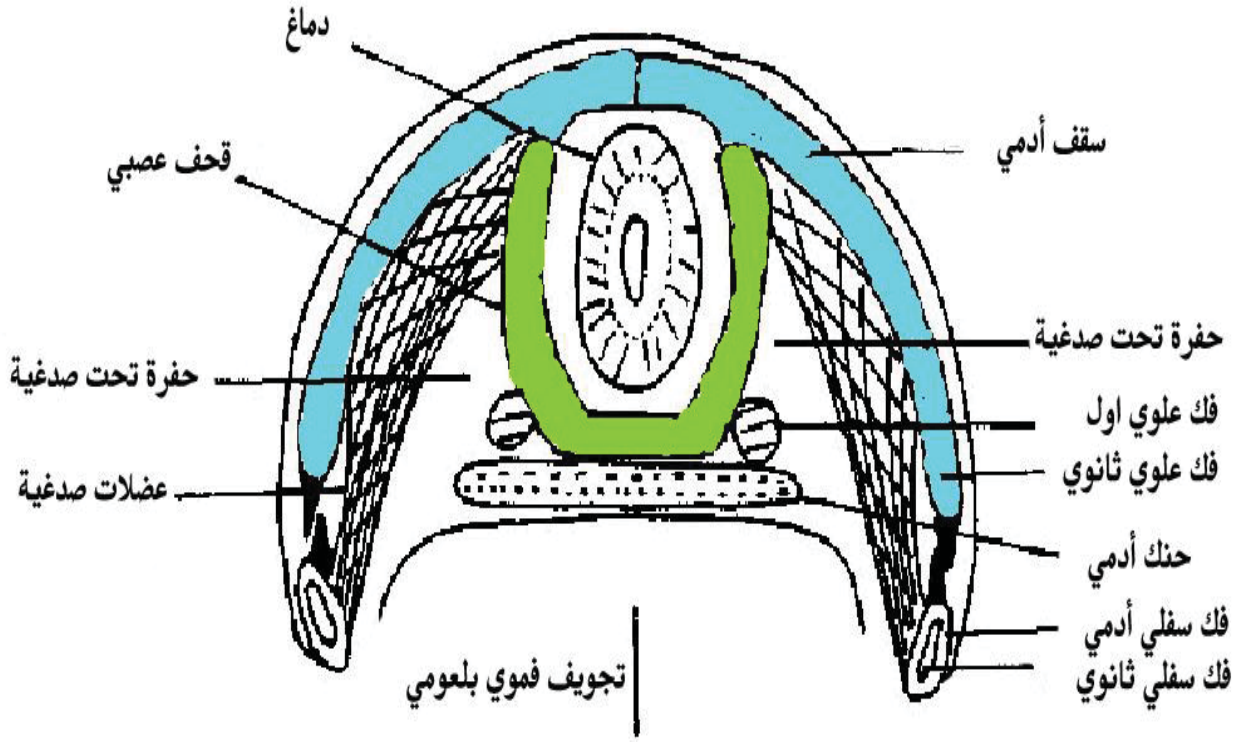
١- لامي فكي ٢- رباطي ٣- لامي بيني ٤- لامي علوي
٥- لامي مشطي ٦- تحت اللامي ٧- لامي قاعدي(الذيلي)

بقية الاقواس تشبه اقواس الاسماك الغضروفية

الأقواس الحشوية	الأسماك الغضروفية	رباعيات الأرجل عدا الثدييات	الثدييات
١- القوس الفكية	غضروف جناحي مربع وغضروف ميكل	جناحي علوي والمربع المفصلي	المربع يعطي (السندان) المفصلي يعطي (المطرقة)
٢- القوس اللامية	اللامي الفكي اللامي المشطي اللامي القاعدي	العمود الطبلي القرون الأمامية جسم العظم اللامي	الركاب النتوء الابري للصدغي قرون أمامية وجسم لامي
٣- القوس الحشوية الأولى	١-غلصمي بلعومي ٢-فوق غلصمي ٣-غلصمي مشطي ٤-تحت غلصمي ٥-غلصمي قاعدي	قرون أمامية وخلفية وجسم لامي	قرون أمامية وخلفية وجسم لامي
قوس الحشوية الثانية	مماثل للسابق	غضروف حلقي وغضروف	غضروف درقي غضروف حلقي

القحف العظمي

يتألف من أربع مناطق: ١-القحف العصبي ٢-السقف الادمي
٣-المعقد الحنكي ٤-الفك السفلي



١-القحف العصبي :ينشا من تعظم الناحيتين البطنية والجانبية من القحف الغضروفي و يتألف من: المنطقة القفوية + السمعية +الحجاجية+الغربالية

٢-السقف الادمي: يغطي القحف العصبي (ظهريا جانبيا) يتألف من عظام زوجية هي:

(الفكي الامامي-الفكي العلوي – الانفي – الجبهي – الجداري –الصدفي- الدمعي – الوجني -المربع الوجني)

يفصل بين القحف العصبي والسقف الادمي حفر صدغية
تتوضع فيها العضلات المسؤولة عن الاطباق (العضلات الماضغة)

٣-المعقد الحنكي: يتألف من قسمين:

الاول- الفك العلوي الاولي مكون من شفع من العظام تنشا من المربع الجناحي العلوي (الفكي الامامي و الفكي)

الثاني- الحنك الصلب يظهر عند التمساح و الثدييات يتالف من:

(العظم الميكعي-حنكيان-جناحيان – جناحيان خارجيان)

٤-الفك السفلي: يتالف من عدة اجزاء عظمية هي:

المفصلي+السني-الطحالي-الزاوي-فوق الزاوي-التاجي

مصير السقف الآدمي:

تميزت برمائيات الحقب الأول والأسماك قوسيات الزعانف وأوائل الزواحف

بقحف قوي مع سقف أدمي كامل ماعدا مكان تواجد الأعضاء الحسية (الشمية والبصرية والسمعية والعين الصنوبرية) يدعى هذا النمط باسم القحف عديم الحفر الصدغية Anapside يوجد عند السلاحف فقط

بقية الأمنيوسيات تتشكل نوافذ جانبية في السقف الادمي خلف حجاج العين من خلال تباعد بعض العظام ويتشكل قحف فيه حفر وتدعى الفقاريات ذوات الحفر الصدغية

مصير المعقد الحنكي:

١ـالفك العلوي يتحول الفك العلوي الأولي الغضروفي (الحنكي المربع) الى الفك الثانوي المكون من الفكي الأمامي والفكي العلوي

القسم الأمامي منه يشكل الجدار الجانبي للمعقد الحنكي

القسم الخلفي (أي المربع) يلتحم مع السقف الآدمي.

٢ـالحنك الصلب عند الثدييات:

يتشكل بمشاركة الفكي الأمامي والفكي والحنكيان لينتج سقفاً عظمياً ثانوياً يكمل السقف الأولي المكون من الميكعي.

نتيجة وجود الحنك يمر هواء التنفس من الفتحات الأنفية الخارجية إلى الفتحات الأنفية الداخلية التي تفتح خلف الحنك.

مصير تمفصل الفك السفلي:

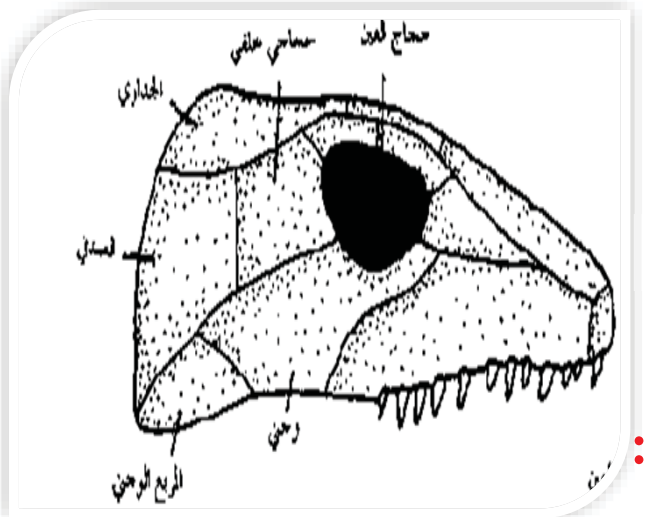
يتمفصل الفك السفلي عند ذوات الفك ماعدا الثدييات مع الفك العلوي بين القسم الخلفي لغضروف ميكل (المفصلي) مع القسم الخلفي من الغضروف الجناحي المربع (المربع) وهذا التمفصل يدعى التمفصل الزاحفي.

عند الثدييات الفك السفلي يتكون من عظم وحيد أدمي التشكل هو العظم السني الذي يتمفصل مباشرة مع العظم الصدفي كما تتشكل ثلاث عظيمات من الفك الغضروفي هي:

١ـ المطرقة من المفصلي

٢ـ السندان من المربع

٣ـ الركاب من اللامي الفكي



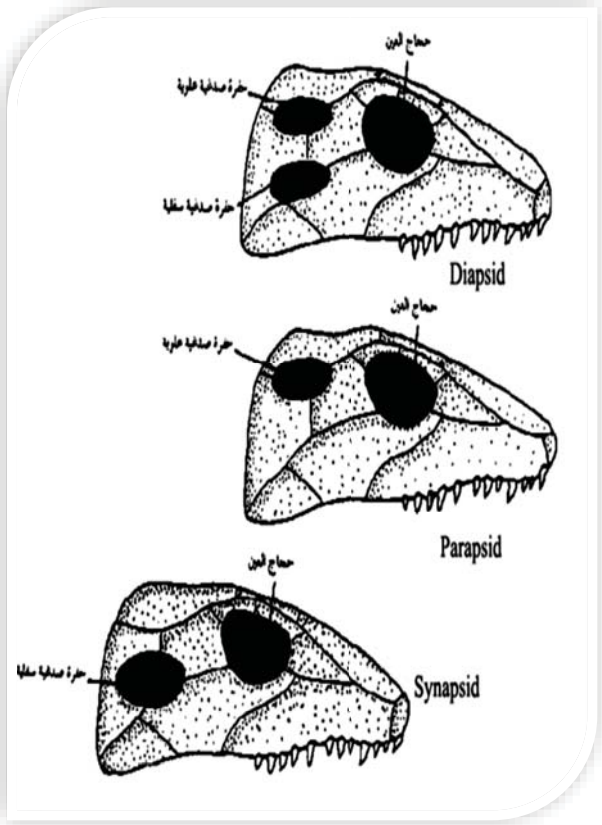
انماط القحف عند الزواحف (حسب الحفر الصدغية) :

الزواحف عديمات الحفر الصدغية :

تتمثل بالسلاحف لا يوجد حفر تدعى بعديمات الحفر الصدغية (عديمة القوس) Anapsid.

الزواحف أحادية الحفرة الصدغية:

تدعى بالزواحف ملتحمة القوس عند الزواحف الثديية ، حيث تتوضع الحفر الصدغية بين الصدفي والحجاجي والوجني.



نميز بين
الزواحف ذوات الحفرة الصدغية العلوية
كما هو الحال عند الزواحف المستحاثة
parapsid

الزواحف ذوات الحفرة الصدغية السفلية
كما هو الحال عند الزواحف الثديية
المستحاثة Synapsid.

الزواحف ثنائية الحفر الصدغية :

تتميز بوجود حفرة صدغية علوية وسفلية Diapsid

حفرة صدغية علوية بين الجداري و الصدفي و الحجاجي الخلفي

حفرة صدغية سفلية بين أربعة عظام
العظم الصدفي
العظم الحجاجي الخلفي
العظم الوجني
المربع الوجني.
عند التماسيح.