

التشريح المقارن

Comparative Anatomy

م.د. غسان حمدان جميل القيسي

* صفات الفقريات

يعرف علم التشريح المقارن بالانماط التركيبية للحيوانات ووجه التشابه والاختلاف بين هذه الانماط في مختلف الفقريات .

لجميع الفقريات خصائص معينة مشتركة منها :-

١. تكون جميع الفقريات جانبية التناظر Bilaterally symmetrical اذ

يُنظر احد جانبي الجسم الجانب الاخر .

٢. تظهر جميعها صفة الترتيس cephalization وهي تركيز اعضاء الحس

والنسيج العصبي في الراس اذ يسبق نمو الراس فيها بقية اعضاء الجسم .

٣. يظهر الجسم الفقري تعقيلا (تقسيم تعقلي) Metamerism على الاقل في

الادوار الجنينية ، علما بان الحلقات المتعاقبة مختلفة .

٤. لجميع الفقريات حبل ظهري Notochord سواء كان ذلك في البالغ منها

او خلال الحياة الجنينية .

٥. لها جوف حقيقي Coelom مبطن كليا بالاديم المتوسط Mesoderm .

٦. لجميعها على الاقل اثناء النمو بلعوم Pharynx ذو شقوق Slits واقواس

arches وجيوب بلعومية pouches .

٧. وجود جهاز عصبي مركز ي ظهري Dorsal central nervous

system وحيد ومجوف

٨. يتميز الجهاز الهضمي الى فم mouth بلعوم pharynx، معدة stomach

، امعاء Intestine ومجمع cloaca .

٩. جهاز دوران مغلق closed Circulatory system .

١٠. يضخ القلب heart البطني والامامي الموقع الدم الى الجسم ويبقى الدم في حركة ودوران .

تتبع الاجنة قانون النمو الراسي الذنبي فيتقدم النمو كموجة تتحرك من الامام الى الخلف ، اذ ينشأ الراس اولا في مراحل النمو الجنيني المبكرة ثم تعقبه بقية الاجزاء بالتدرج .

وعندما ينمو كل جهاز عضو رئيس تتمايز اجزائه الامامية قبل الخلفية داشما ، فيكون الراس بذلك اقدم الاجزاء وافضلها تكوينا في الجنين وفي البالغ ، بينما يكون الذنب اكثرها بداءة حتى في الفقريات البالغة .

لجميع الفقريات تنظيم تركيبى معين او مخطط جسم body plan ويستطيع الدارس ان يتعلم قدرا كبيرا عنه بعمل سلسلة من المقاطع بوضع قائم على المحور الطولي للجسم كما في السمكة ودراسة كل مقطع في منطقة الذنب ، وفوق المركز تماما .توجد فقرة vertebra ذات قوس علوي واخر س فلي تحت جسم الفقرة . centrum .

يحيط القوس الظهري بالعصب Nerve او الحبل الشوكي Spinal cord ، اما القوس البطني فيحوي الاوعية الدموية ، بينما يمر الحبل الظهري من خلال جسم الفقرة .

تحتل كتلتان كبيرتان من العضلات الجزء الظهري للجسم بينما تحتل اخريان الجزء البطني وتفصل هذه الاجزاء عن بعضها بصفائح ليفية .

يشابه مخطط الجسم في منطقة الجذع ذاك الذي في منطقة الذنب عدا وجود تراكيب اخرى ، فللفقرة قوس ظهري يضم الحبل الشوكي بينما يمر الحبل الظهري خلال جسم الفقرة ، وهناك فسحة واسعة تحت الفقرة تمثل الجوف او التجويف ال جنبي البريتوني Pleuro Peritoneal cavity .

تكون العلاقة خاصة بين الاحشاء والجوف ، اذ يتدلى المعى من الخط الظهري الوسطي للجوف بواسطة المساريق mesentry وهي صفيحة غشائية رقيقة تتألف من طبقتين من البريتون peritoneum لذا يكون المعى داخل المساريق وخارج الجوف .

تشكل المساريق البريتون الحشوي Visceral Peritoneum فوق المعى يستمر البريتون عند قاعدة المساريق بصورة جانبية على جدار الجوف ليكون البريتون الجداري Parietal Peritoneum .

يكون الكبد والكليتان والاعضاء الاخرى التي تبرز او تتدلى بوضوح داخل الجوف خلف غطاء من البرتون . وينتشر مقدار صغير من السائل البريوني داخل التجويف البريتوني ليزيت الاحشاء . يمكن تشخيص اعضاء او تراكيب معينة ذات اصل مشترك في جميع اصناف الفقريات . ففي المجاميع المختلفة من الحيوانات اعضاء او انسجة يبدو انها انحدرت من اعضاء مشابهة في كائن سلف وتدعى مثل هذه الاعضاء والانسجة المتماثلة Homologous . فالعظم المفصلي في الفك الاسفل للسمكة مثلا يماثل العظم المطرقي في الاذن الوسطى للبانن . بينما تدعى التراكيب او الاعضاء المتشابهة في تركيبها العام في وظيفتها والتي تختلف عن بعضها اصلا ومنشأ بالاعضاء المضاهاة analogous وكمثال على هذا النوع من المضاهاة تضاهي اللسان في الجلدي والضفدع . وتدعى ظاهرة نشوء تراكيب متشابهة في انواع لا تربطها قرابة كنشوء عين الحبار وعين الفقريات بالتقارب .Convergence

تتعلق ظاهرة التوازي parealleism بتراكيب تنشأ بصورة مستقلة في انواع متقاربة جدا كقواطع الارانب وقواطع القوارض . وهكذا تعكس القدرة الوراثية المشتركة الموروثة من سلف مشترك .

لقد عانت الانواع المتقاربة جدا والتي تتخذ اشكالا مختلفة بشكل بارز كالسحالي والحية الزجاجية تباعدا divergens ويدعى المجموع الكلي لاحداث نمو كائن ما بنشوء الفرد ontogeny بينما يطلق على تاريخ نشوء السلالة او المجموعة بنشوء النوع Phylogeny.

ويعتمد قانون التكوين الحيوي Biogenetic law او نظرية التلخيص Recapitulation theory على المبدأ القائل بان (نشوء الفرد يلخص نشوء النوع) ان مثل هذا التعميم المفصل الجارف قد درس بدون حرج لطلاب علوم الحياة لعشرات السنين وهذه العبارة تكون مقبولة جدا بحيث يصعب اقتلاعها من الاذهان بعد ان تعلموها ، فهذا المبدأ خاطيء اذن .

فبالرغم من ان الجنين قد يظهر خلال نموه الشيء القليل من بعض مراحل نمو اسلافه ، غير ان بعض التراكيب قد تحذف او يتم تجاوزها وقد تختصر بعض اطوار النمو او تطول وتظهر بعضها في غير موعدها . ويبدو ان بعض التراكيب تنشأ ذاتيا ، بينما تبرز غيرها كتكيفات لكائنات تبعا لظروف نموها الخاصة ، وهكذا تلخص الاجنة بعض احداث النمو لبعض انواع اسلافها فقط .

وكما افاد العالم دي بير DeBeer (يعيد نشوء الفرد خطوات اساسية في نشوء الفرد للانواع السلفية) خاصة عندما تكون هذه المراحل ذات اهمية تركيبية ووظيفية للفرد . (ونشوء النوع ناتج عن نشوء الفرد المحور) .

لقد كشف علماء التشريح والاجنة المقارنين ودراسة البقايا المتحجرة في رسوبيات الارض كثيرا من الحقائق التي تشير الى ان الفقريات نشأت من اصل مشترك ، وفي عام ١٨٥٩ وضع دارون اصل الانواع The origin of species مخططا اعاد فيه التاكيد على حقيقة ان الحيوانات متقاربة وانها نشأت من اشكال مشتركة ، وتمايزت او تطورت الى مجاميع مختلفة خلال تراكم تغيرات بطيئة وتدرجية .

ان هذه التغيرات الخلقية الذاتية تنتقل الى الانواع وهكذا تيقى الانواع الافضل تكيفا او الاصلح بينما تقنى الاقل تكيفا . ان الانواع لا تيقى ثابتة فهي تتحرك وتتغير باستمرار او تعاني تطورا .

تطبق التعابير التشريحية التالية على الحيوانات التي تقف على اطرافها الاربعة او بوضع تتجه فيه البطن نحو الاسفل والظهر نحو الاعلى وكما يلي :-

١. ظهري Dorsal يشير الى الظهر .
٢. بطني Ventral يشير الى البطن او الجهة السفلى .
٣. امامي anterior او قحفي Cranial وراسي cephalic يشير الى الراس او باتجاهه .
٤. خلفي posterior او ذنبي caudal يشير الى الذنب او اتجاهه .
٥. وسطي median يشير الى الوسط .
٦. جانبي lateral يشير الى الجانب .
٧. علوي superior يعني اعلى
٨. سفلي inferior يشير الى الاسفل .
٩. قريب proximal قريب من نقطة معينة .
١٠. بعيد Distal
١١. مركزي central
١٢. محيطي Peripheral يشير الى الحافة او السطح .
١٣. سطحي superficial بالقرب من السطح .
١٤. عميق deep على مسافة من اسفل السطح .

ولوصف الموقع الصحيح لاعضاء الجسم من المناسب ان نقسم الجسم بمستويات اعتبارية معينة وكالاتي :-

١. المقطع السهمي Sagittal section وهو المستوى الطولي المار خلال محور الحيوان الممتد من الجهة الظهرية الى الجهة البطنية .
٢. المقطع السهمي الوسطي Median sagittal section وهو المستوى الذي يقسم الحيوان الى نصفين متساويين .
٣. المقطع جنب السهمي parasagittal فيعني أي مستوى مواز للسهمي الوسطي .
٤. المقطع الجبهي Frontal او الافقي horizontal وهو المقطع الموازي الى السطحين الظهرى والبطني ويشكل زاوية قائمة مع المستوى السهمي .
٥. المقطع المستعرض cross or transverse section هو المقطع المار في أي مستوى في الجسم بزواوية قائمة مع المستويين السهمي والجبهي .

المميزات الاربع الرئيسة للفقریات :

تؤلف الفقریات شعبيية (الفقریات Vertebrata او القحفيات Craniata) من شعبيية الحليليات . وهي تظهر اربع ميزات تركيبية محددة :

- ١ - وجود حبل ظهري في الجنين على الاقل
 - ٢ - وجود بلعوم مع جيوب او شقوق في جداره في الجنين على الاقل
 - ٣ - وجود جهاز عصبي انبوبي ظهري
 - ٤ - وجود عمود فقري
- ** الحبل الظهري والعمود الفقري _ Notochordal and vertebral column**

يعد الحبل الظهري اول تركيب هيكلى يظهر في اجنة الفقریات ، ويكون في اوج نموه قضيبيا يتألف من خلايا حية . يمتد الحبل الظهري من الدماغ التوسط الى نهاية الذيل ويفسر موقعه جزئيا ، نشوئه من سقف المعى القديم او المعى الجنيني .

يصبح جزء الحبل الظهرى الذي يقع في الرأس في اثناء مراحل النمو الاخيرة مقعاً في قاع الجمجمة ، كما يصبح الجزء الذي في الجذع والذيل بأستثناء اللافكيات ، محاطاً بحلقات غضروفية او عظمية تدعى الفقرات vertebrae التي توفر دعماً قوياً للجسم اكثر مما يوفره الحبل الظهرى وحده.

تتألف الفقرات النموذجية من جسم الفقرة ، وقوس عصبي ينمو فوق الحبل الشوكي ، وفتحات متنوعة . يوجد في الذيل قوس دموي قد يحيط بالشريان والوريد الذنبين . يبقى على امتداد الجذع والذيل ، ولو انه يتخسر داخل كل جسم فقرة . وتطمس معالم الحبل تقريبا من الزواحف الحديثة والطيور واللبائن اثناء النمو ، ويبقى اثر منه في اللبائن داخل الاقراص التي بين الفقرات ، اذ يتألف الاثر من كتلة كروية طرية من نسيج تدعى النواة اللبية pulp nucleus لا وجود لهذا الاثر في الزواحف والطيور . يختل مصير الحبل الظهرى في الحبلات واللافكيات ، ففي الرميح يستمر نموه مع نمو الحيوان ، ولا يحاط بفقرات لذا يبقى هو الهيكل المحوري الرئيسي طول الحياة . وفي البرمائيات الذيلية ، يقتصر وجود الحبل الظهرى في الذيل ، ويختفي في مرحلة التحول ، عند ضموره .

في اللافكيات ينمو الحبل الظهرى باستمرار نمو الحيوان ، ولكن تنشأ غضاريف عصبية جانبية زوجية على جانبي الحبل الظهرى جزءا مهما من الهيكل المحوري للبالغ ، فانه يكون غلظا مرنا قويا في الخارج ، وغلظا ليفيا في الداخل .

• البلعوم Pharynx

البلعوم ، هو جزء القناة الهضمية الذي يظهر جيوبا بلعومية في مرحلة الجنين . وقد تتفتح هذه الجيوب الى الخارج لتكوّن شقوقا بلعومية وقد تبقى طول الحياة ، او قد تكون وقتية . فاذا استمرت طول الحياة يكون البلعوم البالغ جزءا من القناة الهضمية التي لها شقوق . اما اذا كانت الشقوق وقتية ، فيكون البلعوم البالغ جزءا من القناة الهضمية ويصل التجويف الفمى بالمريء .

• الجيوب والشقوق البلعومية Pharyngeal Pouches and slits

يتمثل النمط الاساس لبلعوم الفقريات في جميع اجزاء الفقريات . تنشأ سلسلة زوجية من جيوب بلعومية (حشوية) Visceral كردوب من اندوديرم بلعومي.

تغزو الجيوب جدران البلعوم وتنمو نح و سطح الحيوان . ينموفي الوقت نفسه لحدود اکتوديرمي نحو كل جيب بلعومي .

تفصل صفيحة خيشومية رقيقة Branchial plates احدود الاکتوديرم عن الجيب البلعومي في وقت مبكر . وعند تمزق الصفيحة الخيشومية كما يحدث عادة ينشأ ممر بين التجويف البلعومي والخارج يعرف بالشق البلعومي (الحشوي) الذي قد يكون دائما او مؤقتا .

تكون الشقوق البلعومية دائمية في الحيوانات البالغة التي تعيش في الماء وتتنفس بواسطة الغلاصم ، ففي اجنة كلب البحر (سكوالس squalus) مثلا تنشأ ستة جيوب بلعومية تفتح جميعها الى الخارج . وتنشأ سطوح غلصمية غنية بالأوعية الدموية في جدران الجيوب البلعومية الخمسة الاخيرة للسكوالس لذا تعرف بالجيوب الغلصمية Gill Pouches ينشأ في الجدار الامامي للجيب الجنيني الاول سطح غلصمي مسقط (خيشوم كاذب branch Pseudo) ، ويصبح الجيب منفسا Spiracle . ويصل اكبر عدد لهذ الجيوب التي تتكون في أي حيوان فكي من الفقريات الى ثمانية . وتوجد كثير من هذه الجيوب في الكواسج البدائية فقط . يبلغ عدد هذه الجيوب في اللافكيات خمسة عشر جيبا وشقا ، وتحفظ بعض البرمائيات الذيلية بعدد من الشقوق يتراوح من شق واحد الى ثلاثة شقوق طول الحياة . وتكون الشقوق البلعومية وقتية اذا قدر الحيوان ان يعيش فوق اليابسة ومن بين الجيوب البلعومية الستة التي تنشأ في اجنة الضفدع ، تعطي اربع منها شقوقا غلصمية في الدعاميص . تريند هذه الشقوق بصورة دائمية عندما يمر الدموص بمرحلة التحول الى ضفدع بالغ .

• الاقواس البلعومية Pharyngeal arches

يفصل كل جيب بلعومي جنيني او شق بلعومي عن البالغ الذي يليه بعمود من نسيج يدعى قوس بلعومي (حشوي)

يحتوي كل قوس بلعومي نموذجي سواءا في سمكة او في انسان على اربعة تراكيب اساسية او اروميات تنشأ منها هذه التراكيب وهي :

١ -عنصر هيكلي بلعومي (حشوي)

٢ -خدمية خيشومية Branchimeric

٣ -فروع من اعصاب قحفية معينة

٤ - قوس ابهري يربط الابهرين البطني والظهري مباشرة في الجنين على الاقل و عليه فالقوس البلعومي ، هو عمود من نسيج يقع بين جببين او شقين بلعوميين متتاليين اضافة الى وقوعه امام الجيب الاول او الشق الاول و وراء الجيب الاخير مباشرة . يغطي القوس من الخارج بأكتوديرم ومن الداخل بانوديرم

يؤلف الفكان العلوي والسفلي والعضلات والاعصاب المرتبطة بهما ، القوس الاول وهو الفكي Mandibular arch ويقع القوس الثاني وهو اللامي Hyoid وراء القوس الاول او الشق الاول .

الاقواس البلعومية في معظم رباعيات الاقدام هي تراكيب تشريحية توجد في الاجنة فقط .

• الجهاز العصبي المركزي الظهري المجوف

Dorsal, hollow central nervous system

يتألف الجهاز العصبي المركزي في الفقريات من دماغ وحبل شوكي ، ويحتوي على تجويف مركزي او جوف عصبي neurocoel .

توجد الاجهزة العصبية المركزية الظهريّة المجوفة في الحيوانات الحبلية فقط . ويعد موقعها الظهري ، ووجود تجويف فيها نتيجة لنشوء الجهاز العصبي المركزي نموذجيا كأخدود عصبي neural groove طولي في الاكتوديرم الظهري ، الذي يغوص في الجدار الظهري للجسم في وقت لاحق ليؤلف انبوبا عصبيا Neural tube مجوفا . يكون الانبوب العصبي عند طرفه الامامي اعرض ، ويصبح هذا الجزء دماغا مع تجاويفه .

تربط الاعصاب القحفية والشوكية الجهاز العصبي المركزي اعضاء الجسم وتؤلف الاعصاب مع العقد العصبية والظفائر المرتبطة بها الجهاز العصبي المحيطي تترتب الاعصاب الشوكية لمعظم الفقريات ترتيبا تعقليا اذ تنشا عند مستوى كل قطعة جسمية وتمر بجلد وعضلات تلك القطعة والى الاحشاء .

تنشأ في الاسماك والبرمائيات عشرة ازواج من الاعصاب القحفية واثنا عشر زوجا في الزواحف والطيور واللبائن . العصبان الاضافيان في الفقريات الراقية هما عصبان شوكيان (احتبس) داخل الجمجمة .

الميزات الثانوية

satellite characteristics

الجلد skin

يتألف غطاء الفقرات او جلدها من بشرة تنشا منن الاكتوديوم Ectoderm وتقع تحتها ادمة تنشا من الميزوديوم . كما تختلف بشرة الحيوانات التي تعيش في الماء عن بشرة الحيوانات التي تعيش واجسامها معرضة للهواء .

كانت ادمة الفقرات القديمة عظمي . تنشا من الجلد انواع كثيرة من الغدد وتفتح على السطح . كما ويتحور الجلد موضعا ليكون اغشية مثل منظمة العين ، الشفافة والاغشية المخاطية للشفاه ، السطوح التنفسية . وتعد اعضاء الاضاءة في الاسماك التي تعيش في اعماق البحر غددا جلدية متحورة .

التعقيل الرتيب metamerism

ويعني التكرار المتسلسل لتراكيب الجسم في المقطع الطولي كما في القطع ال جسمية المتتالية لدودة الارض من الخارج و الداخل . ويظهر التعقيل الرتيب في الروبيان في المنطقة الذيلية ولن يظهر في المنطقة الظهرية لوجود الدرع.

كما تظهر الفقرات تعقيل رتبيا اساسيا يتمثل بالاجنة ويحتفظ به في كث ير من الاجهزة عند البلوغ ، ولا يظهر التعقيل الرتيب في الجلد ولكن اذا سلخ جلد الاسماك او البرمائيات وحتى في بعض الزواحف فتشاهد سلسلة في القطع العضلية المتماثلة.

ويعد الترتيب التسلسلي للفقرات والاضلاع ، والاعصاب الشوكية ، ونبيبات الكلية الجنينية ، والشرايين والاوردة العقلية وع ضلات الجدار الجسمي كلها تعبي ر عن التعقيل الرتيب الاساسي للفقرات .

الآليات التنفسية respiratory mechanis

تؤدي معظم الفقريات مهمة التنفس الخارجي (تبادل الغازات التنفسية بين الحيوان وبيئته) بواسطة اغشيتها الغنية بالاووعية الدموية والمشتقة اساسا من الجدار البلعومي او قاعه .

تقع الغلاصم الداخلية في جيوب غلصمية تفتح الى الخارج خلال شقوق غلصمية ، وتنشا الغلاصم الخارجية كنمو من القوس البلعومي .

تنشا الرئتان من بروز بطني وسطي للقاع البلعومي الى الخارج ويعرف ببرعم الرئة ، ويندفع داخل الجوف الجسمي لكل نه يبقى مرتبطا بالبلعوم بواسطة قناة هوائية

تتنفس الفقريات احيانا بوسائل اخرى كالجلد ، والبطانة الفمية – البلعومية واغشية خاصة خارج الجنينية (اثناء الحياه الجنينية) تقع تحت قشرة البيضة تماما ، او تكون بتماس مع رحم الام .

الجوف coelom

يوجد جوف في الفقريات بين الجدار الجسمي والانبوب الهضمي . يقسم الجوف في الاسماك والبرمائيات وكثير من الزواحف الى تجويف تاموري pericardial cavity يحيط بالقلب ، وتجويف بروتيني جنبي pleuoperitoneal cavity يحيط بمعظم الاحشاء الاخرى التي تشمل الرئتين .

وفي كثير من ذكور اللبائن ، تحيط جيوب خارجية ذيلية من الجوف ، الخصيتين . ويعد التجويفان الصفنيان scrotal cavities جزءا رابعا من الجوف الجسمي .

الاعضاء الهضمية digestive organs

تظهر القناة الهضمية مناطق تتخصص لتناول الطعام وم عملته بسلسلة من العمليات المتعاقبة وخرنه مؤقتا ثم هضمه وامتصاصه وطرح المتبقي غير الممتص الى الخارج .

يتكون الجهاز الهضمي النموذجي من :

١. التجويف الفمي
 ٢. البلعوم
 ٣. المريء (بطول العنق)
 ٤. المعد والامعاء ، اذ يكون الجزء الاخير ملتقا غالبا والذي يزيد من مساحة الامتصاص من دون زيادة في طول الجسم .
 ٥. الانابيب الأعورية او ردوب (الرتوج) diverticulcm وتشمل كبد liver بنكرياساً pancreas
 ٦. المجمع cloaca ، الذي يفتح الى الخارج عبر المخرج anus .
- ويضمحل المجمع في الاسماك الحديثة كانه لاوجود له . ويقسم في اللبائن بحواجز اذ ينعدم في اللبائن البالغة باشتتاء احدية المسلك وفي هذه الحلة تفتح الامعاء الى الخارج مباشرة عن طريق الشرج .

• الأعضاء البولية التناسلية Urinogenital organs

تكون الاعضاء البولية والتناسلية في الفقريات مرتبطة ارتباطا وثيقا ببعضها البعض ، تنشأ الكلى Kidney والغدد التناسلية Genital glands في سقف الجوف الجسمي قريبة من بعضها البعض ويشترك الجهازان ببعض الممرات .

تعد الكلى (الوحدات الكلوية) الاعضاء الرئيسية لطرح الماء الفائض في تلك الانواع التي يكون فيها هذا الطرح ضروريا (لا يكون ضروريا في الحيوانات البحرية او الصحراوية) .وهي ايضا تساعد في المحافظة على توازن مناسب للكهارب (Electrolytes) .

في اكثر الفقرات بدءا تطرح من الجوف الجسمي بواسطة نبي بلبت مجهرية كلوية مشابهة بذلك الى حد ما نفيديا ديدان الارض .

نجد في معظم الفقرات ، ان المواد التي تبرز الى الخارج تتجمع بواسطة الن ببيات من الدم مباشرة . تنقل النبيبات المواد الى زوج من القنوات الطولية التي تفرغ في المجمع ، او المثانة البولية او الخارج .

تشمل الاعضاء التناسلية غدا تناسلية ، قنوات ، غدد ، ردهات ، خزن واليات جماعية .

تكون اجنة الفقرات في المراحل المبكرة من النمو ثنائية الجنس وتمتلك غدا تناسلية وقنوات بدائية في كلا الجنسين وتتمايز مكونات الجهاز التناسلي حسب الجنس المقدر له ان يكون ، اما انثى او ذكر ويختفي عكس ذلك ويبقى فقط المخصص لاحد الجنسين .

تفتقر دائريات الفم الى قنوات تناسلية ، وتمر النطف والبيوض الى الجوف ثم الى الخارج خلال ثقبين في الجدار الجسمي الخلفي .

• الجهاز الدوراني : Circulatory system

ينحصر وجود الدم باجمعه في الشرايين والاوردة والشعيرات الدموية والجيبانيات ، يقع القلب الى الجهة البطنية او الخلفية في البلعوم ، وهو عضو بطني الموقع ، مفرد ، يتالف من عدة ردهات يقوم بمهمة ضخ الدم الى الابهر البطني ، ثم الى الابهر الظهري عبر الاقواس الابهرية .

ينتقل الدم من الابهـر الظهرى الى المنطقة الخلفية ويوزع الدم المحمل بالاكسجين الى اعضاء واجهزة الجسم كافة لديمومة الحياة ، كما وهناك جهاز وعائى لمفاوى

• اعضاء الحواس Sense organs

للفقرىات اعضاء حواس خاصة كثيرة التنوع عادة (مستقبلات Receptors)
تراقب باستمرار تغيرات البيئة الداخلية والخارجية .

• الرميح والحبليات الاولية الدنيا

Amphioxus and lesser Protochordates

اقام العالم ارنست هيكل شعبة الحبليات عام ١٨٧٤ وقد ضمت شعبيات ذيلية الحبل ، وراسية الحبل والفقرات . وقد تأسست الشعبة لتضم جميع الكائنات التي تمتلك حبالا ظهريا ، وشقوقا خيشومية وجهازا عصبيا ظهريا مجوفا ، واصبحت افراد الشعبتين الواطنتين تعرف بالحبليات الاولية وجميعها كائنات بحرية .

• ذيلية الحبل Urochordates

ينحصر وجود الحبل الظهري لذيلية الحبل في ذيل اليرقات ، اذ تفقد الذيليات الحبلية في اثناء التحول Metamorphosis أي الحقن البحرية sea squirts حبلها الظهري وتصبح بالغة مقعدة عادة .

اما المجموعة الثانية في ذيلية الحبل هي اليرقيات Larvaceans الصغيرة وتبقى بهيئة يرقات حرة السباحة طول حياتها . اما المجموعة الثالثة من ذيلية الحبل هي اليافعات Thaliaceans التي ليس لها ذيل على الاطلاق ، لذا فليس لها حبل ظهري ، وهي تندفع بقوة الى الامام بتأثير تيار الماء الذي يقذف من زراق(سيفون) الزفير .

تحاط جميع افراد ذيلية الحبل بغلالة خشنة شبيهة بالسليولوز تتلون غالبا باللوان جميلة وشفافة عادة ، وقد منحت هذه الغلالة الاسم الى مجموعة فسميت الغلاليات .

• الحقن البحرية : Sea Squirts

تعد الحقن البحرية اليرقية كائنات حرة السباحة يبلغ طوله ا (٦ ملم) ، ليس لها راس مميز لذا فان الحبل العصبي في الجذع يبدأ بانتفاخ شبيه بالدماغ يحوي تجويفا .

يدخل ماء التنفس الى البلعوم عبر الشقوق الغلصمية البلعومية الى البهو الذي هو عبارة عن ردهة تحيط بالبلعوم الذي يتصل بالجزء النهائي للقناة الهضمية ، ثم الى الخارج يندفع عبر فتحة البهو .

عند التحول تثبت اليرقة في القاع بواسطة ثلاث حلقات لاصقة ثم يمتص الذيل ويختفي الحبل الظهري ويعاد تنظيم الاعضاء الداخلية .

تصبح فتحة اليرقة زراق الشهيق ، كما تصبح فتحة البهو زراق الزفير الحيوان فتغذي بالترشيح ، كما تنتثر الامشاج داخل البهو اثناء فصول التكاثر .

في الطور البالغ يكون الجهاز العصبي عبارة عن عقدة عصبية وتعد بمثابة بقية دماغ اليرقة ، وهناك شرائط عصبية تتخذ وضعا شعاعيا يتجه الى سائر اقسام الجسم ، لا وجود لاعضاء حواس خاصة .

وينشأ من كل طرف من القلب يقع بالقرب من البلعوم وعاء دموي ويندفع الدم اولا داخل احدى الاوعية الدموية لعدة نبضات ومن ثم يندفع نحو الاخر .

• الرميح *Amphioxus*

وتعني كلمة رميح (حاد النهايتين) او الرمح الصغير ، الا ان اسم الجنس الصحيح للرميح مختبريا *Branchiostoma* ويعد الاسيميترون *Asymmetron* فقط جنسا اخر في هذه الشعبة .

يوجد الرميح على مسافة قريبة من الشواطئ الرملية ، وتتفاوت اطوال الرميحات البالغة من اقل من ٢ سم الى اكثر من ٨ سم ويعد *Branchiostoma californiense* اكبرها حجما ويبيع الرميح طعاما شهيا .

يتألف الجسم من جذع وذنب فقط بسبب عدم وجود ا لوؤس تقريبا ، ويوجد حرفان طوليان غير معروفين هما الطيطان الجانبيان *Metapleural folds* تكونان معلقتان على امتداد جانبي الخط الوسطي البطني تحت البلعوم .

• الحبل الظهري Notochord

يمتد الحبل الظهري من مقدمة الخطم الى قمة الذيل ، ويتالف من اقراص عضلية مرتبة عموديا مفصولة عن بعضها البعض بفسح مملوءة بسائل ، وتمتد الالياف العضلية من كل قرص بهيئة مستعرضة ولها امتدادات ظهرية تنتهي بالقرب من النهايات العصبية .

تتكون العضلات من مادة المايوسين ويزداد الحبل الظهري صلابة عند التقصص العضلي وهذا ما يساعد الحيوان على السباحة .

يحيط بالحبل الظهري غلاف غراوي كثيف ، اما الهياكل الاخرى في الرميح فتتالف من قضبان ليفية فقط تدعم القضبان الغلصمية ، والذؤايات الفمية والزعانف .

الجلد Skin

يتالف جلد الرميح من طبقة من خلايا البشرة وتقع تحتها ادمة رقيقة وينتشر بين خلايا البشرة غدد وحيدة الخلية ، يكون جلد اليرقة مهدبا ، غير ان الاهداب تختفي اخيرا ، وتفرز البشرة كيوتكل شبيها بالكيوتكل الموجود في الديدان الحلقية ، وتقع عضلات الجدار تحت الادمة مباشرة .

الجهاز العضلي للجدار الجسمي : Body wall musculature

يتالف الجهاز العضلي من سلسلة من قطع عضلية ذو ترتيب تعقبلي ترتيب ومتواصلة على شكل خط مستقيم تدعى الخذميات العضلية Myomeres تمتد من القمة الامامية للجسم الى قمة الذيل ، ويفصل النسيج الرابط بين خزمتين عضليتين يدعى الحاجز العضلي Myoseptum وتعتبر الخذميات العضلية عضلات للتحرك

Nervous system الجهاز العصبي

للمريخ جهاز عصبي يشبه في تركيبه الاساس الجهاز العصبي للفقریات ، فالدماغ يقسم الى قسمين الاول امامي يعرف بالدماغ الامامي Prosencephalon يضم بطينا واحدا ، وقسم خلفي يعرف بالدماغ الثنائي deuteroencephalon . يبطن الدماغ الامامي باهداب وبيوزات خيطية طويلة من خلايا البطانة العصبية ويندمج الدماغ بصورة غير مدركة بالحبل الشوكي . تبطن القناة الواقعة داخل الحبل الشوكي بعناصر سائدة غير عصبية تدعى خلايا البطانة العصبية Ependymal cells يحيط بالدماغ والحبل الظهري غشاء سحائي مفرد Meninx.

تبرز الاعصاب الشوكية من الحبل بترتيب تعقيلي رتيب ولها جذور ظهرية تحوية اليافا حسية وحركية وتقوم هذه بتجهيز الاعضاء الحشوية فقط .

Special sense organs اعضاء الحواس الخاصة

يرتبط صغر حجم الدماغ النسبي بقلة اعضاء الحواس الخاصة ، فليس للمريخ شبكيات retinas ولا قنوات نصف دائرية او اعضاء خط جانبي ، ومن المشكوك فيه وجود نسيج طلائي شمي .

المستقبلات الكيميائية كثيرة العدد عند الذؤابات الفمية cirri واللوامس النفاذية حيث تراقب تيار الشهيق وهي تنتشر على سطوح اخرى من الجسم . يكون الذنب اكثر حساسية من الجذع ، اما مستقبلات اللمس التي تؤدي الى انسحاب الحيوان الى الخلف فتوجد فوق سطح الجسم كله .

اكثر اعضاء الحواس تميزا هي الاعضاء الحساسة للضوء والعينات Ocelli الصباغية المطمورة داخل الجدران البطنية الجانبية للحبل الشوكي ، وتقال ف كل

عينية من خلية مستقبلية و خلية ميلانية تشبه القنسوة ، وتقع الخلية الميلانية بين الخلية المستقبلية والاشعة الضوئية القادمة .

الجوف والبهو Coelom and atrium

تملاً ردهة البهو الواسعة المحيطة بالبلعوم الجو تقريبا ، وتوجد بقية مضغوطة من الجوف بين جدار البهو وجدار الجسم ، وكما توجد بقايا اخرى من الجو ف بجوار الغددالتناسلية وحول الابهر البطني وداخل الطيتين الجانبين

الافتذاء بالترشيح وعملية التنفس Filter feeding and respiration

تكون القناة الهضمية برمتها مهدبة ، وتوجد فتحة في النقاب وتؤدي الى البلعوم ، تهيء الاهداب التي على السطح البلعومي للقضبان الغلصمية مجرى مائي مستمر ينساب عبر الفم ومنه الى البلعوم .

يعامل الطعام كالاتي : اذ يوجد اخدود تحت خيشومي Hypobranchial groove او (قلم داخلي Endostyle) في القاع البلعومي ، واخدود فوق خيشومي Epibranchial groove في سقفه ، كما توجد اشرطة هديبية حول بلعومية per pharyngeal bands فوق القضبان الغلصمية تربط الاخدودين ببعضهما .

تفرز خلايا الاشرطة و الاخدودين مخاطا يفتتص دقائق المواد العضوية التي ت قحم داخل حبل من الطعام الخيطي الدبق الذي يدفع بواسطة الاهداب الى المعى المتوسط الواقع خلف البلعوم ثم يمتزج مع العصارات الهاضمة ويمر قسم من الغذاء المهضوم الى المعى الخلفي ، كما يسحب بعضه الى الامام تجاه الاعور المعوي . Intestinal cecum

يقوم الاعور بافراز انزيمات وتلتهم خلاياه المبطنة دقائق الطعام الصغيرة وتهضمها بواسطة الهضم الداخل خلوي Intracellular digestion .

يحدث الهضم الخارج خلوي Extracellular digestion في اجزاء اخرى من القناة الهضمية وتفتح الامعاء الى الخارج عبر المخرج .

الجهاز الدوراني circulatory system

للمريح نمط دوراني اساس للفقریات ، يتالف القلب من جيب ور يوي ويضخ الدم العديم اللون بواسطة وعائين عضليين نابضين هما الوريد الاعوري المؤدي الى الجيب الوريدي ، الابهر البطني الذي يخرج منه .

لكل الاوعية الدموية التي تشمل الشرايين والاوردة والوعية الشعرية جدران رقيقة وتتشابه نسيجيا .

يتجه الدم الشرياني في الابهر البطني المتقلص المار تحت البلعوم والذي يبدأ من الجيب الوريدي نحو الامام ، يوزع الابهر الدم باوعية زوجية الى الجدار الجسمي ومنه الى الاعضاء الحشوية عن طريق اوعية وسطية ، يستمر الابهر الظهري داخل الذيل كشریان ذيلي .

تشبه القنوات الوريدية ، القنوات الوريدية الجنينية للفقریات ، ويتجه من الشعيرات للذنب وريد ذنبي نحو الامام وينقسم الى وريدين رئيسين خلفيين ايمن وايسر يمران الى الامام في الجدار الجسمي الجانبي الى نقطة تقع خلف البلعوم تماما .

وهناك يلتقي الوريدان الرئيسان الخلفيان بالوريدين الرئيسين الاماميين القادمين من الخطم والجدار البلعومي . يدخل الدم بعدئذ وريدا رئيسا مشتركا يؤدي الى الجيب الوريدي . يصرّف وريدان جداريان الناحية الظهرية الجانبية للجدار الجسمي الواقع خلف البلعوم ، وينتهي هذان الوريدان في الجيب الوريدي ايضا .

يصرّف الدم من الاعضاء الحشوية بواسطة وريد تحت معوي وسطي ينشأ من الوريد الذيلي ، يتجه الوريد تحت المعوي نحو الراس على امتداد السطح البطني

للامعاء اذ يتفرع هناك الى قنوات اصغر وتستلم روافد ، ويعاد تجميعها لتستمر نحو الامام كوريد بابي ينتهي في الاوعية الشعرية للاعور ، يبدأ الوريد الاعوري المنقلص من الاعور ليصب في الجيب الوريدي .

الجهاز البولي - التناسلي Urinogenital system

الرميح ثنائي المسكن Dioecious أي ان الاجناس منفصلة ، وتشاهد الغدد التناسلية الناضجة خلال عضلات الذرع وجلده وتقذف النطف والبيوض في الماء مباشرة داخل البهو .

تتجز عملية ازالة الفضلات الجوفية بواسطة النفريديا الاولى الواقعة بجانب القضبان الخيشومية الثانوية ، تتالف كل نفريديا اولية من عناقيد من خلايا انبوبية (ابرازية) Solenocytes تبرز في الجوف ، وردهة تفتح في البهو عبر ثقب صغير ويحدث السوط تيارا من سائل جوفي ليدخل الى خلية انبوبية ويمر اسفل السويق .
تشبه الالية الابرازية نفريديا الديان الحلقية البحرية والخلايا الالهية لبعض اللافقرات الاخرى .

Vertebrate taxons	الحيوانات الفقارية
Agnatha	• اللافكيات - اولى الفقريات
Lampreys	اللاميرات (الجلئيات)
Hagfishes	الاسماك الرخوة
Placodermi	• الاسماك الصفيحية الجلد - اولى الاسماك الفكية
Chondrichthyes	• الاسماك الغضروفية
Elasmobranchs	الاسماك الصفيحية الخياشيم
Holocephalans	الاسماك كلي الرأس
Osteichthyes	• الاسماك العظمية
Ray – finned fishes	الاسماك الشعاعية الزعانف
Lobe – finned fishes	الاسماك القصير الزعانف
Amphibians	• البرمائيات - ادنى رباعيات اقدم
Caudata (Urodela)	الذيليات (الذنبيات)
Anura	اللاذيليات (القافزات)
Apoda	اللاقدميات
Reptiles	• الزواحف - ادنى السلويات (الرهليات)
Anapsida	عديمة القوس (الحفرة)
Lepidosauria	العظايا الحرشفية (القشرية)
Archosauria	العظايا القديمة
Euryapsida	واسعة القوس (الحفرة)
Synapsida	متحدة القوس (الحفرة)

Birds	● الطيور – فقريات ذات ريش
the earliest birds	الطيور الاولى (المبكرة)
Late birds	الطيور اللاحقة (المتأخرة)
Mammals	● اللبائن – فقريات ذات شعر
Monotremata	احادية المسلك
Insectivora	آكلات الحشرات
Dermoptera	جلدية الاجنحة
Chiroptera	الخفاشيات (يدوية الاجنحة)
Primates	الرئيسيات
Carnivora	الضواري (آكلات اللحوم)
Cetacea	الحيتان
Tubulidentata	نبيبات الاسنان
Pholidota	فوليودوتا
Rodentia	القوارض
Lagomorpha	الارنبيات
Perissodactyla	وترية الاضلاف (الاصابع)
Artiodactla	شفعية الاضلاف (الاصابع)
Probscidea	الخرطوميات
Hyracoidea	الوبريات
Sirenia	المنذرات

Mainstreams of vertebrate evolution **الخطوط الرئيسية لتطور الفقريات**

- التغيرات Variation
- العزل Isolation
- التنوع Speciation

يوجد حوالي ٤٩٠٠٠ نوع مختلف من الحيوانات التي لها اعمدة فقرية ، ان ما يقارب ٣٠٠٠٠ نوع منها هي اسماك ، تفضل العيش في البرك وبحيرات الماء وتأخذ منه موطن دائمي لها .

اما الباقي منها يعيش في مياه مالحة (بعض الضفادع) ومنها مثل الحيات وعظايا الاغوانا تققات على الطحالب البحرية والسلاحف البحرية والتماسيح تعيش في البحر بصفة غالبية او دائمة ، ومن الطيور ما يفضل العيش بصورة دائمة في البحر ، تققات على كائنات بحرية ، على اية حال ان جميع الحيوانات السالفة الذكر غير الاسماك هي اخلاف انحدرت من اسلاف كانت تعيش فوق اليابسة ثم عادت ثانية الى الماء .

المجاميع التصنيفية للفقريات : Vertebrate Taxons

ويعني التصنيف الطبيعي ، وسيلة لوضع الحيوانات المتشابهة وراثيا في مجاميع تصنيفية ، ويشمل مراتب تصنيف الفقريات ما يأتي :-

- اصناف Classes
- صنيفات Sub – class
- فوق رتب Supra – order
- رتبيات Sub – orders
- عوائل families

- اجناس Genuses
- انواع Species (spp)

تفتقر اللافك يات الى الفكوك ، وعليه فهي حيوانات عديمة الفكوك agnathostomes ، اما الفقريات الاخرى فهي حيوانات فكية ganthostomes.

للفقريات ابتداءا باليومائيات ، اربعة اطراف (تتحول احيانا كاجنحة او رفاسات) وعليه فهي رباعيات اقدام Tetrapods ، وللفقريات ابتداءا بالزواحف ، غشاءا خاصا يحيط بالجنين النامي يدعى ال سلي Amnion وتعرف الحيوانات التي تمتلكه السلويات (الرهليات) amniotes . وليس للأسماك والبرمائيات هذا الغشاء فهي لا سلويات (لارهليات) anaminotes .

منذ عصر كارل فون لينيه Carl von linne (لينوس Lonnaeus) في اللاتينية وهو عالم طبيعي سويدي ، تحولت التسمية العلمية التصنيفية الى اللغة اللاتينية بالاتفاق مع علماء الحيوان في العالم .

الجلد The Skin

الجلد ... اكبر اعضاء الجسم ، اذ يعمل كغطاء واق للانسجة من الجفاف او فقدان الماء . يستطيع الجلد تكوين تراكي ب غريبة التعقيد كريش الطيور ، والحراشف فضلا عن الشعر ، الاشواك ، القرون ، المخالب ، الحوافر ، وانواع من الغدد التي تفرز كثيرا من المواد المختلفة .

الجلد عضو قابل للتغير حتى يتمكن من تلبية مختلف الاحتياجات ، اذ تتحكم بتمايز خلايا الجلد قوى معينة لتغير صفة هذه الخلايا وتقوم بتكوين ملحقات اخرى . يتكون الجلد من بشرة Epidermis من الخارج اذ تتألف من نسيج حرشفي طلائي متعدد الطبقات مشتق من الاديم الظاهر Ectoderm ومن الادمة Corium or Dermis

التي تقع تحت البشرة وتتألف من نسيج رابط مشتق من الأديم المتوسط
.Mesoderm

تعد الأدمة الأساس الذي تنمو فوقه تراكيب البشرة فهي التي تغذي البشرة وتحدث قدرات وراثية معينة فيها بينما تكبت أخرى .

تشتق اللواحق الخارجية External appendages كالحرشف ، الريش ، الشعر ، المخالب ، القرون ، الأطراف ، اللواحق الداخلية Internal appendages كالغدد الدهنية ، العرقية ، اللبنية ، المخاطية و العطرية ، جميعها من البشرة .
وتتألف البشرة من طبقتين رئيسيتين هما:-

١. المالبيجية Malpighian .. وهي طبقة متباينة السمك مؤلفة من خلايا حية وتقع في الأسفل .

٢. المتقرنة Corneal وهي طبقة سطحية من خلايا متقرنة ميتة

تقسم الخلايا القاعدية للطبقة المالبيجية وترتفع تدريجياً إلى السطح مكونة أثناء ذلك مادة متقرنة تدعى الكيراتين Keratin ، إذ تموت هذه الخلايا عند وصولها الطبقة المتقرنة ، فمهمة هذه الخلايا إذن تكوين الكيراتين قبل أن تموت .

تعطي أنواع من الصبغة ومقادير متفاوتة منها لون الجلد ، وأكثر هذه الصبغ شيوعاً هي الميلانين Melanin التي تنشأ من الخلايا الميلانية وتشتق من العرف العصبي
.Neural crest

وتدعى جميع الخلايا الصبغية بالخلايا الميلانية melanocytes ويعزى لون الجلد إلى ثلاثة مصادر هي البشرة وتشتق من الأديم الظاهر ، والأدمة وتشتق من الأديم المتوسط ، والخلايا الميلانية تشتق من العرف العصبي .

التشريح المقارن للجلد :

• الرميح : Amphioxus

تؤلف البشرة طبقة واحدة من النسيج الطلائي مغطاة بكيوتكل رقيق . وتفرز الخلايا الغدية المنفردة او الخلايا الكأسية Goblet cels المخاط الذي يقي السطح من الضرر، والجلد غير ملون . الادمة رقيقة او تكاد لا تتميز من النسيج الرابط الذي يقع تحتها الا بصعوبة .

• دائرية الفم : Cyclostomata

البشرة رقيقة ، تتألف من نسيج طلائي حرشفي طبقي يفرز جليد Pellicle واقيا على السطح . تفرز الغدد احادية الخلية Unicellular glands بين خلايا البشرة كمية كبيرة من المخاط الذي يعكر الماء حول الحيوانات عندما تنزعج . اما الادمة فرقيقة وتحتوي خلايا ميلانية تقع تحت البشرة مباشرة . وتعد الاسنان في القمع الخدي Buccal Funnel من ملحقات البشرة المتقرنة فعلا .

• الاسماك Ichthyos (fishes)

تكون بشرة الاسماك طبق يي ، تفرز الخلايا السطحية طبقة الكيوتكل . وتقوم بالمحافظة على الجسم كثير من الغدد المخاطية احادية الخلية وعديدتها الشبيهة بالاكياس اذ تكسوه بالمخاط ليساعدها على الانزلاق . لبعض الاسماك غدد سمية في قاعدة اشواك الزعانف الكتفية . كما ان الاعضاء المضيفة لأسماك اعماق البحر هي غدد جلدية متحورة .
تكوّن الخلايا الميلانية العديدة في الادمة اصباغ سوداء حمراء وصفراء . وتتكمش الصبغة او تنتشر داخل الخلية بتاثير هرمونات الغدتين النخامية والكظرية

مغيرة لون السمكة حتى تتكيف لبيئتها ان اهم مميزات المظهر الخارجي للأسماك وجود الصفائح العظمية الادمية او القشور او الحراشف وقد يكون بعض منها خالي. يؤلف الغطاء الكلي للحراشف العظمية الهيكل الادمي Dermal Skeleton للأسماك . ويعتقد ان العظام الادمية للهيكل الداخلي قد اشتقت من الهيكل الادمي يوجد اغرب الحراشف في الاسماك الكارونجية ، اذ تتألف من صفائح عظمية مغطاة بطبقة براقية من مادة الكانوين Ganoine التي تكونها الادمة كذلك تترتب الحراشف الكانوية في الخفش بمجاميع او صفوف وتتواحم فوق الرأس اذ تكوّن سقف وجوانب الجمجمة . وفي ابي منقار وغيره يكون الجلد مكسوا كليا بدرع من الصفائح العظمية المعينة .

لصفيحية الخياشم حراشف صفيحية (درعية) Placoid ذات صفيحة عظمية قاعدية تبرز منها شوكة الى سطح البشرة معطية الجلد مظهر ورقة الرمل . للأشواك تجويف لبي عند القاعدة مملوء بنسيج رابط مفكك . وتشبه الحراشف الصفيحية الاسنان اكثر من شبيها بالحراشف . تعاني الحراشف الصفيحية عند حافة فم الاسماك العظمية تحولا تدريجيا الى اسنان مما يدعو الى اعتبار الحراشف الاصل القديم للأسنان . لأغلب الاسماك العظمية حراشف دائرية Cycloid او مشطية ctenoid فالحراشف الدائرية هي صفائح عظمية دقيقة بيضوية الشكل حافاتها الطليقة البعيدة مؤشرة بخطوط دائرية دقيقة متحدة المركز . وتشير الخطوط الخشنة المفصولة بمسافات غير متساوية الى توقف النمو المتسبب عن فصل الشتاء ، او التهيو لعملية وضع البيض . تنمو الحراشف من جيوب في الادمة كما تغطي قاعدة النهاية الطليقة بالبشرة وتكون النهايات الطليقة للحراشف المتعاقبة متراكبة Imbricated ، ومعنى هذا انها متراكبة على بعضها كألواح التسقيف . وتكون هذه الحراشف رقيقة جدا وشفافة لتسمح برؤية لون الخلايا الميلانية التي تقع تحتها .

• البرمائيات Amphibians

تكون البشرة رقيقة في الانواع المائية وسميكة في انواع اليابسة . كما تكون الطبقة المتقرنة والمؤلفة من خلايا كيراتينية ميتة . سميكة جدا في الانواع اليابسة . اما الادمة في الانواع المائية فتكون غنية بالاوعية ويصبح جلدها عضوا تنفسيا مهما . وتنتشر غدد كثيرة متعددة الخلايا في الجلد اذ تفرز المخاط مما يجعله رطبا . وبجميع البرمائيات غدد صم Endocrine gland صغيرة وكبيرة . تشبه الغدد الصم الكبيرة الثآليل وتدعى الغدد النكفية PAROTID Glands اذ تقع على جانبي المنطقة التي تلي الرأس في العلاجيم . وهي غدد تفرز مواد شبيهة بالادرينالين Adrenaline. وللعلاجيم الشجرية اصابع تنتهي بوسائد شبيهة بالم حاجم مجهزة بغدد تفرز مادة لزجة وتوجد الحراشف الادمية في بعض العلاجيم . كما ان لجميع البرمائيات العديمة الاطراف حراشف صغيرة شبيهه بحراشف الاسماك مطمورة تحت البشرة . وتشابه البروزات البشرية المتقرنة في نهاية اصابع الاطراف الخلفية لبعض العلاجيم المخالب او الحراشف البشرية Epidermal scales .

• الزواحف Reptiles

للبشرة طبقة متقرنة سميكة ومتماسكة . وفي الحيات والسحالي طبقتان متقرنتان جيدتا التكوين في كل وقت . تتساقط الطبقة الخارجية بصورة دورية باكملها تقريبا وتعرف هذه العملية بالانسلاخ Ecdysis . وعندما تنفصل الطبقة الخارجية تتكشف الطبقة التي تحتها ثم تتكون طبقة جديدة من الطبقة المالبجية . وفي وقت الانسلاخ تتكون جزئيا طبقة متقرنة ثالثة تقع فوق الطبقة المالبجية .

للادمة طبقة سطحية رقيقة واخرى عميقة اسمك . تتجمع الخلايا الميلانية في بعض الزواحف في الطبقة الادمية السطحية تحت البشرة تماما ، وقد تكون هذه ضمن البشرة في حيوانات اخرى .

للحيات والتماسيح والسلاحف غدد عطرية Scent gland تقع تحت الفك الاسفل او في المجمع . وتفرز الغدد المجمعية في بعض الحيات مادة تنبعث منها رائحة كريهة.

يتميز جلد الزواحف بكونه مغطى بحراشف متقرنة من البشرة ، كما ان للسلاحف والتماسيح صفائح عظمية ادمية . وتشكل الصفائح في السلاحف درعا يشبه الصندوق مغطى بحراشف متقرنة كبيرة Scutes.

للتماسيح والسفينودون حراشف ادمية على الظهر وعظام ادمية تشبه الاضلاع تدعى الاضلاع البطنية Gastralia في ادمية جلد البطن . كما ان لبعض السحالي والحيات الكبيرة صفائح ادمية تحت الحراشف البشرية وتكون حراشف بشرية محورة اشواكا حول الراس والظهر في بعض السحالي . ويتألف الجرس Rattle في الحية ذات الاجراس Rattle snake ، من حراشف بشرية محورة جدا . كما ان خطم السلحفاة مغطى بطبقة سميكة من مادة قرنية كونتها البشرة الواقعة تحتها يغطي المفصل الاخير من اصبع الزواحف بمخلب يتألف من صفيحة متقرنة محدبة من الجهة الظهرية تدعى الصفيحة الظهرية (المخليبية) Unguis واخرى مقعرة من الجهة البطنية تدعى الصفيحة تحت الظفوية Subunguis .

• الطيور Birds

الجلد رقيق نسبيا ، اذ تتألف البشرة من طبقة متقرنة خالية من القشور وطبقة مالبيجية سميكة نسبيا . ولا تحوي الادمة الرقيقة عادة خلايا ميلانية اذ تكون هذه الخلايا مقتصرة في حويصلات الريش يخلو جلد الطيور بشكل ملحوظ من الغدد ما

عدا الغدة الدبرية (الذنبية) Uropygial gland الواقعة فوق الذنب . تفرز هذه الغدة مادة زيتية يستخدمها الطائر لتزييت ريشه وتصفيفه وقد تنعدم هذه الغدة في بعض الطيور .

يغطي رسغ واصابع قدم الطيور بحراشف بشرية متقرنة . ويعتمد على ترتيب هذه الحراشف المتميز جدا في تصنيف مختلف الرتب والاجناس .
تكون ذكور بعض رتب الطيور مهمازا كبيرا يغطي بمخروط متقرن يقع خلف رسغ القدم . وتعتبر المهاميز بمثابة زينات . ولكنها ايضا تستخدم كسلاح في النزال . وقد توجد المهاميز المتقرنة في اجنحة بعض الطيور كالحباري والجاكانا (الخواص)

يغطي المفصل الاخير من الاصابع بمخلب جيد النمو خاصة في الطيور المفترسة . الفكان الاعلى والاسفل في جميع الطيور مغطيان بمنقار بشري متقرن . ان حجم المنقار وشكله يقع ضمن اهم الصفات الم مميزة للطيور ويعكس عادات التغذية . الطيور فقريجات ذات ريش ويقتصر وجوده عليها فقط ومن المحتمل ان يكون الريش قد تطور من حراشف بشرية مشابهة لحراشف الزواحف .

ينمو الريش فوق الجلد وفي مناطق معينة تدعى المنابت Pterylae . كما وتظهر مناطق اخرى خالية من الريش تدعى المناطق العارية Apterina . ولأغلب الطيور المائية مناطق عارية صغيرة عدا البطريق الذي تنعدم فيه كليا . ينمو الريش من حويصلات هي اسطوانات من البشرة السطحية غطست عميقا في الادمة . يمكن أن نميز ثلاثة انواع من الريش :

١ الريش الشبيه بالشعر . وينمو حول الفم والوجه ويدعى الريش الوبري

الخيطي Filoplumes

٢ ريش الزغب Plumulae

٣ الريش القلمي (ريش المحيط) وهو الريش الكبير القوي الذي يعطي للجسم شكله العام . ويؤلف ريش الاجنحة والذنب . وفي صدر مالك الحزين والصقر بقع من الريش تدعى الزغب الدقيقي Powder down يحوي الريش قصبة مركزية قوية تسمى المحور Rachis . تنمو من جوانبها الاسلات (خيوط) Barbs وينمو من الاسلات اسيلات barbules (خويطات) قصيرة وترتبط الخطاطيف الصغيرة Hooklets التي تنمو من الاسيلات باحكام مع الاسيلات التي تقع امامها لتكو ن درعا مسنويا يدعى النصل vane . هناك عدد من الصبغ تعطي الريش لونه ، ينزع الريش موسميا اثناء الانسلاخ ويحل محله ريش جديد . وهو لا ينزع دفعة واحدة . يستبدل الريش عادة بصورة تدريجية حتى لا يتعري الطير فيعاق طيرانه . يعد الريش تراكيب عازلة ممتازة تهب الطير جما لا كما انه بمثابة غطاء ومنظم حراري كفوء .

• اللبائن M ammales

يحوي جلد اللبائن مجموعة لافئة للنظر من اللواحق الخارجية وغدد متنوعة كثيرة . يعد الشعر والغدد اللبانية خاصتين تخص اللبائن فقط . يحتوي جلد اللبائن ايضا من بشرة وادمة ، وسواء كانت البشرة سميكة او رقيقة فان الانتقال من الطبقة المالبيجية الى الطبقة المتقرنة يكون حادا . وتوجد طبقة ثالثة عند اتصال هاتين الطبقتين هي الطبقة الحبيبية Granular layer، التي تحوي خلاياها حبيبات منظورة مجهريا . تكون الطبقة المتقرنة بصورة عامة سميكة وحرشفية رقيقة ، وعندما تفقد الخلايا عند السطح تعوض بخلايا من الطبقة القاعدية Basal Layer . وهناك توازن بين سرعة فقدان وسرعة انقسامات الخلايا .

تضم الطبقة المالبيجية والتي تعد سميكة، طبقة قاعدية ، طبقة شوكية spinous layer . طبقة حبيبية متميزة ، طبقة زجاجية Hyaline layer وطبقة متقرنة سميكة جدا .

يكون السطح الكلي لجلد الانسان محددا بواسطة خطوط متقاطعة تؤلف اشكالا هندسية تختلف بشكل مميز في كل فرد . وتنشأ هذه التجعدات عند الشهر الرابع للجنين وتتألف من احاديد وحروف رقيقة . تحوي بشرة اللبائن اعداد متباينة من الخلايا الميلانية التي تعطي للجلد لونه الخاص به . وفي اللبائن تقع الخلايا الميلانية في الادمة . تكون ادمة اللبائن اسماك من ادمة بقية الفقريات ، وقد يصل سمك هذه الطبقة في الفيل والكركدن عدة انجات . وتتكون الادمة من طبقة سطحية رقيقة تحت البشرة واخرى عميقة واكثر سمكا منها وتكون قوية وليفية . توجد الطبقة الدهنية للجلد تحت الادمة . وهي مستودع للطاقة . جلد اللبائن غني جدا بالغدد .

للقوارض وللضواري والظلفيات غدد عرقية ولا توجد الغدد العرقية في خنازير غينيا والارانب ، وتكثر الغدد العرقية في رتبة المقدمات Primates ومن ضمنها الانسان . تكون الغدد العرقية على نوعين :

١. طرفية الافراز Apocrine

٢. جزئية الافراز Eccrine .

كما ويقتصر وجود الغدد اللبنية Mammary Glands على اللبائن فقط . وهي غدد جلدية معقدة متعددة تنتج الحليب وتكون فعالة بعد ولادة الصغار ، وعند توقف الارضاع تعود الى دور الراحة . تخضع الغدد اللبنية لسيطرة هرمونات الغدة النخامية والمبيض . يفتح الغدد اللبنية الى الخارج خلال بروزات تدعى حلمات Nipples او حلمات كاذبة Teats.

قد تقع الغدد اللبنية البالغة بعيدا الى الوراء بين الاطراف الخلفية كما في البقر والحصان . وقد تكون محصورة في منطقة الكتف كما في اغلب حيوانات رتبة المقدمة والفيلة وبقرة البحر (monatee) . تفرز الغدد الدهنية Sebaceous glands مادة دهنية وزيتية تحفظ الجلد طريا وتقع اغلب هذه الغدد في قنوات الشعر . وترتبط بشكل دقيق مع حويصلاتته وتكون جزء من الوحدات الشعرية الدهنية Pilosebaceous units . يحوي جلد بعض اللبائن حراشف متقرنة من البشرة شبيهة بتلك التي للزواحف . كما توجد حراشف متراكبة ناشئة من البشرة فوق ذنب كثير من القوارض . تنتهي اصابع اللبائن بمخالب Claw او ظفر Nail او حافر hoof تنشأ من البشرة . تتالف المخالب من درع ظهري محدب يدعى الصفيحة المخيلية وآخر بطني مقعر يسمى تحت المخلب وللدرعين نفس الطول تقريبا .

توجد الاظافر في الانسان وغيره من افراد رتبة المقدمات . وتتالف من صفيحة ظفرية عريضة ومسطحة .

توجد الحوافر في ال ظلفيات . وتتالف من صفيحة ظلفية سميكة جدا تحيط بمقدمة الاصبع . ويوجد في الجزء الخلفي للاصبع شق يدعى كلوة الحافر frog مغطى ببشرة متخثرة .

لبعض افراد رتبتي شفعية الاصابع ووترية الاصابع قرون حقيقية . وتتكون القرون الحقيقية من مادة الكيراتين التي تولدها البشرة . يتالف القرن من الياف كيراتينية سميكة التصقت ببعضها ولهذا السبب سميت بقرون الاليف الكيراتينية Keratin fiber horns . وهناك قرون عظيمة تمتد من العظم الجبهي مثل قرون الاي اذ تغطي كليا بالجلد ويقال عنها انها في م خمل In velvet لأن الجلد مكسو بشعر كثيف وقصير ، وبأكمال النمو يجف الجلد ويتقشر . وتزرع القرون سنويا لتنمو محلها قرون جديدة . ان اهم صفة مميزة لجلد اللبائن هي الشعر Hairs ينمو

الشعر من اسطوانات من البشرة تدعى حويصلات الشعر Hair Follicles وقد يلاحظ تباين كبير في الشكل وحجم ولون الشعر .

يتكيف الجلد واللواحق تكيفا ملحوظا للبيئة بصورة جيدة . ان الصوف الكثيف للأغنام وابقار اواسط اسيا هو تكيف واضح للمناخ البارد ، كما ان التكيف الرائع في جلد اللبائن المائية لا نظير له في أي لبون آخر .

يكون لفصيلة الفقمة فرو جيد وغدد جلدية عديدة وطبقة دهنية سميكة نسبيا تحت الجلد . ان المواد الكيماوية التي تفرزها غدد هذه الحيوانات تكون عازلة للماء نسبيا وتقي الشعر والجلد من تاثيرات الماء الضارة . تملك بقار البحر والفظ شعرا قليلا وجلدا سميكاً . بينما تقتصر الحيتان وخنازير البحر الى الشعر والغدد الجلدية عدا الغدد اللبينية .

وبشرة اللبائن المائية ليست فقط اسمك مما هي في الحيوانات البرية ولكنها تختلف ايضا تركيبيا اذ تكون الطبقة المتقرنة السميكة جدا متماسكة وصلدة ولا تسمح بنضوح الماء بدلا من أن تكون بهيئة اجزاء قشرية رقيقة . للحيتان البالينية الكبيرة مشقق جلدي ملحوظ هو البالين Baleen الذي يتألف من صفائح واسعة من الكيراتين تنمو من سقف الفم وحافة البالين مزرکشة جدا تقوم بتصفية الطعام من الماء .

الهيكل الداخلي The endoskeleton

يكون العظم حيا .. في الحيوان الحي ، ويمر بعملية بناء مستمرة ليحفظ نفسه بتناسق مع الجهود والضغوط المتغيرة التي تسلط عليه . والشكل النهائي للعظم هو نتيجة قوى داخلية intrinsic ومؤثرات خارجية extrinsic ، كسحب عضلة او ضغط يسلط من عظام اخرى او عضلات او اوتار . ينمو العظم بشكل غير صحيح ويتشوه سطحه المميز حين تزول القوى الخارجية .

تؤدي العظام وظائف عديدة ،فهي التي تكون المساند الصلبة للجسم ،كما وتقي الاحشاء . وفي كثير من الفقرات تضم الاعضاء المكونه للدم ،فضلا عن كونها مستودعا للكالسيوم .يتكون الهيكل الداخلي للفقرات من عظم وغضروف واربطة ، وهذه كلها انسجة رابطة لها نمط تركيبى مشترك .

يتكون الهيكل العظمي من عظام ادم عي وتعرف كذلك باسم العظام الغشائية membranous or investing bones ، ومن عظام غضروفية cartilaginous bones . وهذان النوعان من العظام متشابهان تركيبيا . تتكون العظام الادمية من اللحمية المتوسطة التي تبدو انها نشات تطوريا كتحويرات في الصفائح العظمية لادمة الجلد ثم انفصلت عن الجلد وارتبطت بالهيكل الداخلي وهي موجودة في الجمجمة ، الفكوك وحزام الكتف .

وانثناء النمو يسبق تكوين العظام الغضروفية نموذج غضروفي ، ثم يزال الغضروف تدريجيا بنفس السرعة التي يتكون فيها بديله العظمي . ولان تكون هذه العظام بتحول الغضروف الى عظم وانما بازاحة الغضروف من قبل العظم . وقد تتكون العظام السمسمية sesamoid bones وهي عقد تنشأ ضمن الاوتار التي تحتك على سطوح عظمية محدبة وفي أي مكان . اكبر هذه العظام هي الرضف (في مفصل الركبة) patella .

تختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية والتركيبية لكل من الغضروف والعظم عن بعضها ، ان التاكيد على الفروق فقط سيؤدي الى استنتاجات خاطئة لانها رغم هذه الفوارق يشتركان باوجه شبه اساسية .

الغضاريف cartilage

هو نسيج براق وشفاف ، يوجد حيث يتطلب الهيكل مرونة اضافة الى القوة ، ويكون على ثلاثة انواع :

١. الغضروف الزجاجي Hyaline cartilage

وهو غضروف رائق مزرق ويوجد في الاجزاء البطنية من الاضلاع حيث تتصل بالقص . كما يوجد على السطوح التمهضية للمفاصل . وفي حلقات القصبة الهوائية والشعبتين الهوائيتين .

٢. الغضروف المطاط Elastic cartilage

وهو غضروف ذي لون اصفر فاتح ويوجد في صهيوان الاذن ، وفي قناة الاذن الخارجية وفي لسان المزمار .

٣. الغضروف الليفي Fibrous cartilage

يوجد في اماكن عديدة وخاصة في الاقراص بين الفقرية . تتالف انواع الغضاريف الثلاثة من شبكة دقيقة جدا من لبيفات كولا جينية متناهية في الدقة ومرتبطة بانتظام مطمورة في مادة بينية صلبة مكونة من املاح حامض الكبريتيك تدعى كبريتات الكوندرويتين Chondroitin sulfates ، وتقطع المادة البينية للغضروف المطاطي الياف مطاطة كثيرة . اضافة الى حُصل من لبيفات دقيقة غير مرئية . ويحوي الغضروف الليفي اليافا كولاجينية مرئية . كما تحاط الخلايا الغضروفية chondrocyte بالمادة البينية . ويجب ان يتم الاتصال بين هذه الخلايا والاعوية الدموية الموجودة خارج الغضروف عن طريق نضوح المادة خ لال المادة البينية . كما يحاط الغضروف بغشاء يدعى سمحاق الغضروف perichondrium ، وهو طبقة من نسيج رابط ليفي يولد الغضروف

ويديجه . كما ويمكن للخلايا الغضروفية ان تنقسم ضمن مقصوراتها وبعد الانقسام تفرز كل خلية بن نية او تساعدها في بناء المزيد من المادة البينية الغضروفية ، فتصبح كل خلية معزولة مرة اخرى .

العظم The Bone

هو نسيج صلب معتم قليل المرونة . كما ان لاغلب العظام تجويفا نخاعيا bone marrow or cavity محاطا بجدار يتالف من عظم صلد او متماسك dense . غالبا ما يملا تجويف النخاع عند طرفي العظم بعظم اسفنجي spongy . يتالف العظم من شبكة من الياف كولاجينية مشبعة بفوسفات الكالسيوم ، اذ يعطي النسيج الليفي قوة ومرونة للعظام . كما تجعلها الاملاح اللاعضوية صلبة . يتالف العظم نظرا لكونه نسيجا حيا من خلايا ومواد بينية مرتبة . تعد قناة هارفس Haversian canal وهي قناة مفتوحة في وسط الخلايا العظمية المتحددة اذ تحمل الاوعية الدموية والاعصاب وتمر تقريبا بصورة موازية للمحور الطولي للعظم . وتغطي السطوح الخارجية للعظام بصفيحة ليفية محكمة الالتصاق تدعى سمحاق العظم periosteum . اما السمحاق الداخلي endosteum فهو غشاء ليفي ارق يبطن السطوح الداخلية . يتالف العظم الطويل من عمد العظم diaphysis او المحور ، ونهايتين او كاردوسين epiphysis .

وتتألف العظام المسطحة من طبقتين او صفيحتين من العظم الصلب بينهما عظم اسفنجي . يكون سطح العظام الجافة املس نسبيا ومتقبا بقنوات تغذية ،وهي عبارة عن فتحات صغيرة عديدة تمر خلالها الاوعية الدموية والاعصاب .

يمكن تقسيم الهيكل العظمي الى :-

١. الجزء المحوري axial

ويتألف من الجمجمة skull العمود الفقري vertebral column ، والاضلاع ribs وعظم القص sternum والهيكل الخ يشومي branchial skeleton او هيكل اقواس الخياشيم .

٢. الجزء الطرفي appendicular

ويتألف من عظام الأطراف وحز امي الكتف pectoral والحوض pelvic اللذين يشكلان قاعدة ومرتكزاً للأطراف .

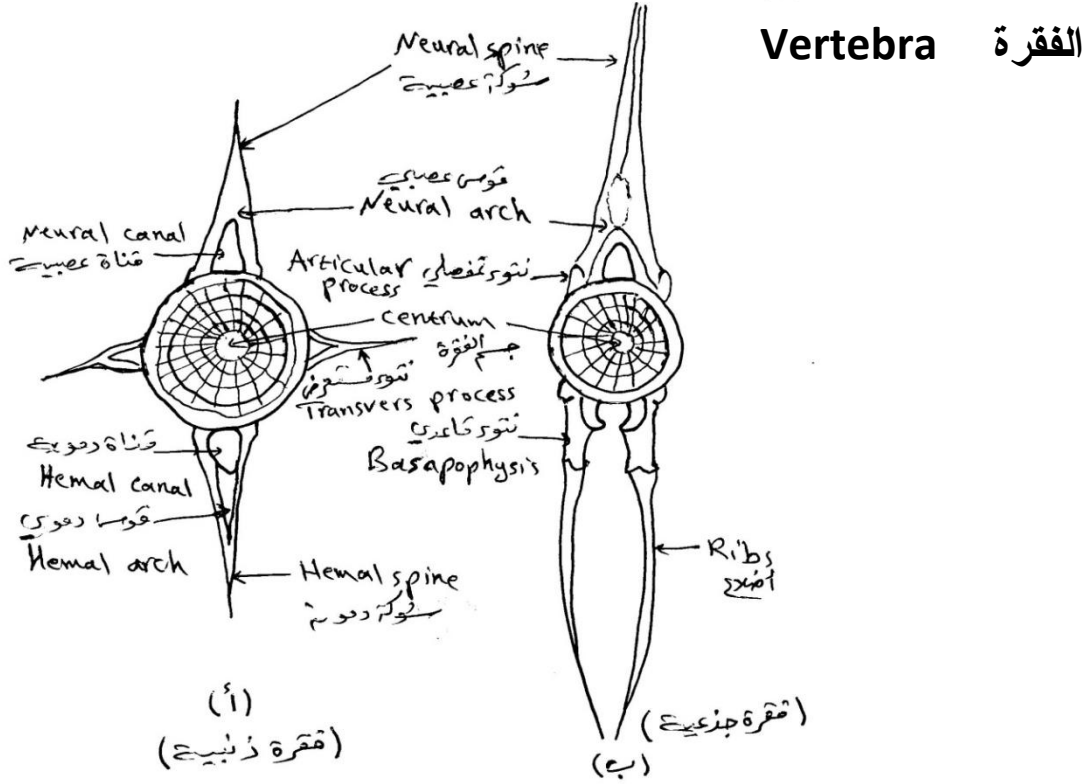
يمثل الحبل الظهري Dorsal cord أقدم عنصر للهيكل الداخلي في الفقريات، وهو قضيب مرن له لب جلاتيني متماسك وغمده ليفي قوي . ويوجد في جميع الحبليات . يشاهد الحبل الظهري لأول مرة في يرقات الغلا لهات ولا يظهر في البالغ منها . ويؤلف الحبل الظهري العنصر الهيكلي الوحيد في الرميح ويرقة الجلكي او الاموسيت ammocoetes . للجلكي البالغ والحفش وكثير من الاسماك الغضروفية العظمية حبل ظهري كبير يعطي الإسناد المحوري الرئيسي للجسم . وفي اغلب أجنة الفقريات يزاح الحبل الظهري تدريجيا بواسطة العناصر الفقرية للهيكل المحوري .

The axial skeleton **الهيكل المحوري**

اثناء النمو المبكر وقبل ان تستقر الطبقات الجرثومية في مواقعها النهائية يكون الحبل الظهري المفترض جزءا من الاديم المتوسط المفترض ، واثناء عملية وضع الطبقات الجرثومية في موضعها المحدد ، يحتل الحبل الظهري موضعا في الخط الوسطي الظهري تحت الانبوب العصبي ، ثم تنشأ الفقرات حول الحبل الظهري فتخفي معالمه في بعض الحالات .

وينشأ الهيكل من الاديم المتوسط ، اذ ينساب باتجاه اماكن معينة في الجسم ويصبح مركزا في الفسح المكونة للهيكل التي تنشأ منها العناصر الهيكلية . ويتكسد الاديم المتوسط الظهري او جنب المحوري على جانب الانبوب العصبي والحبل الظهري بشكل بديلات Somites وتتفصل هذه البديلات عن بعضها باوعية دموية بين قطعيه Intersegmental blood vessels والتي نستعين بها كعلامات فارقة للتشخيص . وإذا بدأنا باقصى الامام وتقدمنا بالاتجاه الراسي الذنبي نجد القطعة الصلبة او الخلايا في الجزء البطني الوسطي لكل بدينة تنتقل حول الحبل الظهري تاركة القطعة الادمية ال عضلية على حالها في الجزء الجانبي الظهري . يعين موقع كل فقرة متوقع تكوينها بواسطة صفائح غضروفية تدعى القوي سرات او مكونات الاقواس . اربعة في كل جانب ، الزوج الامامي الظهري هو القاعديات الظهرية Basidorsala والزوج البطني الامامي هو القاعديات البطنية Basiventrals اما الزوج الظهري الخلفي فيدعى بين الظهري Interdorsals والزوج البطني يدعى بين البطني Interventrals .

وتتمو القاعديات الظهرية فوق الانبوب العصبي ثم تلتحم لتكون القوس العصبي Neural arch . تلتحم القاعديات البطنية في المنطقة الذنبية تحت الحبل الظهري لتحيط بالاوعية الدموية الذنبية مكونة القوس الدموي hemal arch تتكون الفقرات من نموذج غضروفي تظهر فيه مراكز متعددة من التعظم ، يظهر احد هذه المراكز في جسم الفقرة ومركز في كل واحد من جدران القوس العصبي واخر في كل ضلع ويمثل كل مركز من مراكز التعظم او اكثر من العناصر الجنينية .



التركيب النموذجي في علم الحياة هو الذي يجسد كل الخصائص الموجودة في التراكيب ذات العلاقة ، وهكذا فالفقرة النموذجية لا وجود لها ويمثل الشكلين (أ ، ب) فقرتين نموذجيتين من سمكة . للفقرة الذنبية قوس عصبي وشوكة عصبية فوق الجسم الفقرة ، كما ان لها قوسا دمويا وشوكة دموية تحته ، ويبرز النتوان المستعرضان العظميان الجانبيان من جسم الفقرة .

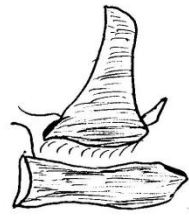
للفقرة قوس عصبي واضح يشمل سقفه الصفيحة lamina وتشمل اعمدته الجانبية السويقات pedicles او الجذور Roots . فالنتوءات المستعرضة الكبيرة هي امتدادات من القوس العصبي .

تتمفصل الاضلاع مع النتوءات الضلعية Costal processes او تلتحم معها وتتداخل الفقرات مع بعضها من الجهة الامامية بنتوءين عظميين هما :-

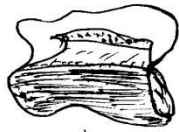
١. النتوءان النيرجلين الاماميان Prezygapophyses

٢. النتوءان النيرجلين الخلفيان Prezygapophyses

ويتمفصل النيرجان الخلفيان مع النيرين الاماميين للفقرة التي تليها ، وهكذا يتجه السطحان التامفصليان لفقرة ما الى اعلى بينما يتجه السطحان الاخران نحو الاسفل ، وعندما تقترن الفقرات تشكل التلمات الموجودة على اسطح قناة جانبية تمر منها الاعصاب الشوكية . قد تكون اجسام الفقرات مقعرة من كلا الجانبين او مقعرة الوجهين كما في الاسماك وبعض الزواحف ، اما اجسام الفقرات المسطحة النهائيين كما في الانسان فهي غير مقعرة او مسطحة الجانبين ، وفي الطيور يشبه جسم الفقرة السرج فتكون الفقرة متباينة التقعر .



Procelous
مقعرة الامام



Opisthocelous
مقعرة الخلف



Amphicelous
ثنائية التقعر



Acelous
غير مقعرة

انواع تمفصل جسم الفقرات

تمايز الفقرات وتشريحها المقارن :

• دائرية الفم

يكون الهيكل المحوري بسيط جدا ، ففي الاسماك الرخوة تمثل الصفائح الغضروفية الموجودة امام وخلف كل مجموعة من الاوعية الدموية القطعية كل العناصر الفقرية الموجودة ، فالامامية منها تقابل القاعديات الظهرية ، بينما تقابل الخلفية منها بين الظهريات وليست هناك اجسام فقرات .

اما في الجلاهي فتتقوس القاعديات الظهرية فوق الحبل الشوكي ، ويشكل الحبل الظهري الكبير جدا الدعامة المحورية الرئيسية في جميع دائريات الفم .

• الاسماك

ان العمود الفقري في سمكة ال حفش دليل قوي على ان فقرات الاسماك نشأت من القويسات ، الحبل الظهري كبير وتتالف الفقرات البدئية من قويسات منفصلة ، وليس هناك جسم فقرة ، تتقوس القاعديات الظهرية وبين الظهريات فوق الحبل الشوكي مكونة قوسا عصبيا .

كما تؤلف القاعديات البطنية وبين البطنيات صفا من دروع عند قاعدة الحبل الظهري ، تمتد اضلاع قصيرة جانبيا من القاعديات البطنية . للاسماك نوعان من الفقرات ، جذعية trunk وذنبية Tail وليس لاي نوع من النوعين في الكوسج قوس عصبي كامل .

للفقرات الذنبية قوس دموي تحت جسم الفقرة يحيط بالشريان والوريد الذنبيين وتكون اجسام فقرات اغلب الاسماك مقعرة الوجهين وتحوي التفرعات بقايا جلاتينية من الحبل الظهري .

ليس لفقرات الاسماك العظمية اقواس مقحمة ، والقوس العصبي يكون اكثر تكاملا ، اما ال رنقعات الشوكية والاقواس الدموية فتكون اطول . ليس للفقرات الجذعية قوس دموي اذ يستعاض عنه بالنتوءات القاعدة basapophyses وهي قوس قاعدية (زوائد عظمية) تنشأ من جسم الفقرة تتمفصل بها الاضلاع .

• البرمائيات

بعد الجمجمة تظهر الفقرة الاولى وهي خالية من الاضلاع وتعد الفقرة العنقية الوحيدة ، بينما تمتلك جميع الفقرات الاخرى بما فيها فقرات الذنب اضلاعا . لفقرات الجذع قوس عصبي ضحل يحمل شوكة عصبية متجهة نحو الخلف ، وتحمل كل فقرة نتؤين جانبيين واضحين هما الظهري والبطني .

الاضلاع ثنائية الراس bicipital احدهما ظهري والآخر بطني ، تحمل الفقرة العجزية الوحيدة نتؤين جانبيين ظهريين واخرين جانبيين بطنيين اكبر من تلك التي في الفقرات الاخرى .

للممود الفقري في القافزات عدد من الفقرات اقل من عددها في الذنبيات ، ففي الضفدع سبع فقرات جذعية تلي الفقرة العنقية الوحيدة ، وتلتحم الاضلاع القصيرة بالفقرات الجذعية ، ويسند ضلعا الفقرة العجزية الوحيدة القويان حزام الحوض ، كما يلي الفقرة العجزية العصعص Urostyle وهو عظم مفرد طويل ربما يمثل فقرات ذنبية ملتحمة . ولا يوجد قوس دموي . اما جسم الفقرة فيكون مقعر الامام او الخلف .

• الزواحف :

للزواحف والطيور واللبائن عدة فقرات عنقية ، وقد تح ورت اولى الفقرتين لاسناد الجمجمة . يتالف الاطلس Atlas وهي الفقرة الاولى الشبيهة بالحلقة من قوس عصبي في الجهة الظهرية ومن جسم فقرة سفلي صغير في القاعدة . تمتلك الفقرة

الثانية التي تدعى المحور axis نتوءا شبيها بالسن يدعى النتوء المسني odontoid process على السطح الامامي لجسم الفقرة . ان جميع فقرات الزواحف مقعره الامام . تحمل الفقرات العنقية في التماسيح اضلاعا ذات راسين متجهة نحو الخلف تدعى النتوءات الجانبية pleurapophyses ، ويدعى الفراغ الناشئ على كل من جانبي الفقرات بين الرؤوس الملتحمة للاضلاع وجسم الفقرة القناة الفقرية الشريانية vertebarterial canal . تتميز الفقرات الجذعية للتماسيح أي الصدرية thoracic والقطنية lambar وتحمل الفقرات الصدرية نتوين مستعرضين كبيرين كما تحمل اضلاعا . تكون الاجزاء الظهرية او الفقرية من الاضلاع عظمي ، بينما تكون الاجزاء المتوسطة والبطنية وهي القصية sternal او الضلعية غضروفية . في الحيات snakes تتشابه جميع الفقرات وتحمل أضلاعا . والمنطقة الجذعية في السلاحف اضلاع صدرية فقط ، وتلتحم هذه بالفقرتين العجزيتين بواسطة صفائح من القشرة العظمي او الدرع (الدرقة) carapace . تتسع الاضلاع ثم تلتحم مع الصفائح الادمية للدرع . وباختصار ان الزواحف تظهر :

١. منطقة عنقية جيدة التكوين تخصصت فيها اول فقرتين (الاطلس والمحور) لتسمحا للجمجمة بالدوران والاسناد .
٢. يتميز الجذع على الاقل في التماسيح الى منطقتين صدرية وقطنية .
٣. توجد فقرتان عجزيتان .
٤. أجسام الفقرات مقعرة الامام

الطيور: Birds

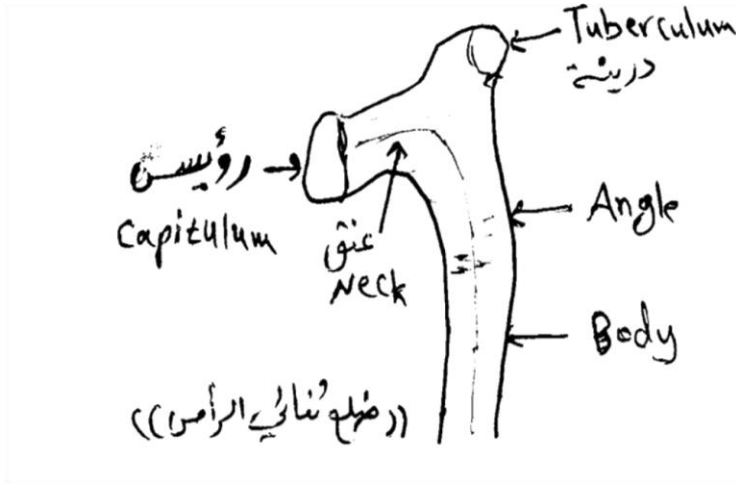
يتشابه العمود الفقري في الطيور بصورة واضحة للعيان بين افراد الصنف ، ويختلف عدد الفقرات العنقية من ثماني فقرات في بعض الطيور الطنانة الى اربعة وعشرين في بعض الأوز العراقي . للدجاجة الاليفة ست عشرة فقرة وللحمام ثلاث

عشرة عنقة . تتحور الفقرتين العنقتان الاوليتان الى اطلس ومحور . ينمو من السطح البطني لجسم الفقرات العنقية ، الصدرية نتوء سفلي بطني . للفقرات الصدرية اضلاع ، وفي الطيور الفتية تكون الفقرات الصدرية قابلة للحركة نوعا ما ، بينما تلتحم الاشواك العصبية والنتوءات السفلية المتجاورة مع بعضها البعض في الطيور البالغة مكونة حافات عظيمة تمتد طوليا عبر النتوءات المتعرضة . ان الفقرتين الصدريتين الاخيرتين والفقرات القطنية والعجزية والفقرات القليلة الاولى من الذنب تلتحم جميعا لتكون العجز المتحد **synsacrum** الذي يلتحم بعظام حزام الحوض . ويوجد خلف العجز المتحد قليل من الفقرات الذنبية حركة . يمثل الشاخص الذيلي **pygostyle** ، وهو عظم مسطح يفترض ان يكون قد نشأ من التحام فقرات ذنبية ، عظم الذنب النهائي . وهكذا فان العمود الفقري للطير قابل للحركة عند نهايته فقط . وتلتحم الفقرات الصدرية والقطنية والعجزية ببعضها . وتكون مع حزام الحوض قاعدة صلبة جدا لاتصال العضلات . ان جسم الطير متماسك وعضلي ومكيف بصورة واضحة للحركة السريعة في الهواء ، الماء ، او على اليابسة .

اللبائن :

ان التمايز الموضعي للعمود الفقري تام ، وعدد فقرات المنطقة العنقية سبعة دائما سواء كان العنق طويلا كما في الزرافة او قصيرا كما في الحوت عدا الكسلان وبقرة البحر .

تتمايز الفقرتان الاوليتان الى اطلس ومحور . للفقرات الصدرية اشواك عصبية طويلة ونتوءات مستعرضة واسعة ، واضلاع قابلة للحركة . يبلغ عدد الفقرات الصدرية الاعتيادي اثنتا عشرة او ثلاثة عشر ، غير ان للحوت ذي الخطم الشبيهة بالقنينة تسع فقرات فقط . وللكسلان ذي الأصبعين اربع وعشرون . وتكون الاضلاع غالبا ثنائية الراس .



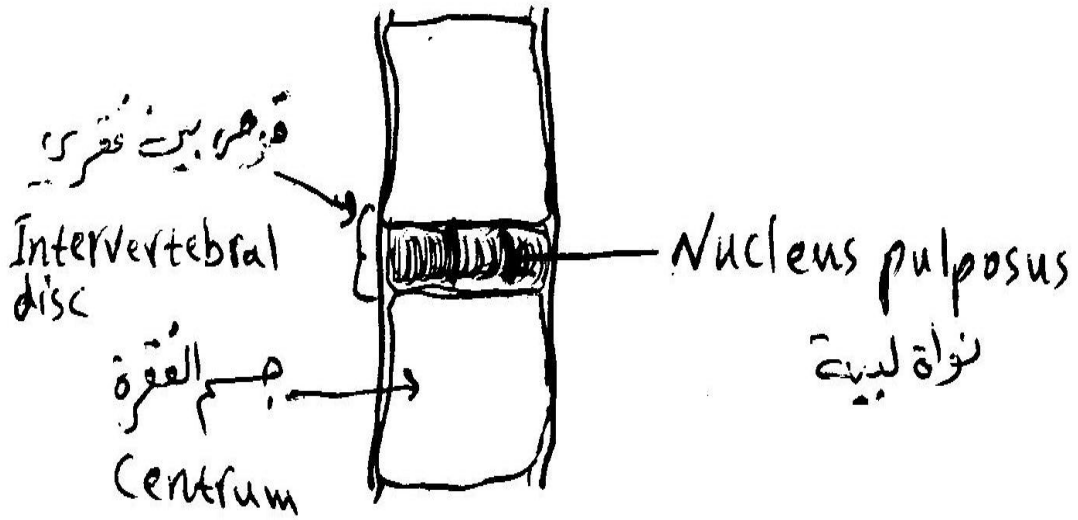
تمتلك الاضلاع الخلفية راس واحد فقط هو الرؤيس ويتم فصل هذا عادة مع النتوء الجانبي البطني عند ارتباط جسمي فقرة ، وتتم فصل الدرينة مع النتوء الجانبي الظهرى للنتوء المستعرض . ويتالف الجزء البطني لكل ضلع من غضروف قد يتم فصل او لا مع عظم القص وتسمى الاضلاع التي تتم فصل مع عظم القص مباشرة بالاضلاع الحقيقية True ribs بينما تلك التي تتصل بعظم القص بصورة غير مباشرة بواسطة نتوءات غضروفية طويلة هي الاضلاع الكاذبة Falseribs . اما الاضلاع السائبة Floating ribs فهي الاضلاع الخلفية التي لا ترتبط مع عظم القص اطلاقا ، وتكون الاضلاع السبعة الاولى في الانسان اضلاعا حقيقية والضلعان الاخيران سائبان .

للفقرات القطنية التي عددها خمس فقرات او اكثر نتوء كبير يبرز على جانبي القوس العصبي ويدعى النتوء المستعرض وهو ايضا نتوء ضلعي ، يكون جسم الفقرة عريض جدا ومسطح من الجهتين الظهرية والبطنية .

لثلاث فقرات العجزية Sacrum المتباينة العدد ببعضها ولها اضلاع قوية جدا لغرض الاتصال بالحرقفة . ويعتمد عدد الفقرات الذنبية على طول الذنب فلانسان خمس فقرات تقريبا ، وتصبح الفقرات الذنبية اكثر بدائية باتجاه نهاية الذنب اذ يكون

لها قوس دموي . وتكون اجسام الفقرات اللبائن عادة مسطحة او غير مقعرة ،
واجسام الفقرات العنقية في الظلفيات مقعرة الخلف .

وتفصل الفقرات عن بعضها اقراص بين فقرية من الغضاريف الليفية تشتق
من جسم الفقرة السفلي ، ويحوي مركز الاقراص بين الفقرية نواة لبية Nuclues
Pulposus وهي بقايا مادة جيلاتينية مخاطية من الحبل الظهري لها القدرة الكبيرة
على الارتباط بالماء وبذا تعمل كماء وبذا تعمل كماء فعالة للصدمة



الاطراف

: الاسماك :

يتالف هيكل الزعانف الزوجية من ثلاثة غصاريف او عظام قاعدية :

• الاول هو الزعينة الاولى Propterygium

• الوسطى هو الزعينة المتوسطة Mesopterygium

• الخلفي هو الزعينة البعدية Meteapterygium

وتتمو غصاريف او عظام شعاعية معقلة كثيرة من القواعد بعيداً عن القطعة

القاعدية . تتحمل الاشعة الادمية الزعنية كثيرا من الدعم الهيكلي .

تشابه الزعنفتان الحوضيتان الزعنفتين الكتفيتين بيد انهما اصغر . وهما

كبيرتان في صفيحة الخياشم وتتحوران في الذكور لتكونا الماسكتين Claspers

تكون الزعانف الحوضية في بعض الاسماك العظمية صغيرة او معدومة او قد

تحركت الى الامام كثيرا بحيث اصبحت خلف الزعانف الكتفية تماما . يعتبر ذيل

السمة العضو الحركي الرئيسي فيها ، وهناك نوعان رئيسان من الذنب تبعا لشكله

هما :

١. الزعانف غير المتناظرة او المتباينة الفصوص heterocercal ،

كالكوسج ، الحفش والسمة المجذاف .

٢. الزعانف المتناظرة او متماثلة الفصوص hemocercal ، اذ يكون فصاً

الزعنفة الذنبية متناظرين ويمثل الذنب النموذجي لمعظم الاسماك الحديثة

اليرماتيات :

رغم ان اطراف الذنبيات ضعيفة الا ان عظامها جيدة التكوين . يتم فصل العضد Humerus وهو اول عظام الاطراف الامامية في نهايته البعيدة مع العظمين المتوازيين الكعبرة والزند . توجد عظام الرسغ بعيدا عن العظمين الاخيرين وهي مختزلة العدد نظرا لأندماج بعضها ببعض الاخر . تحمل الذنبيات اربعة اصابع عادة رغم ان للبعض منها ثلاثة اصابع او اصبعين ، وعندما يكون لها اربعة اصابع يكون الاصبع الاول مفقودا . في الطرف الخلفي يتم فصل عظم الفخذ Femur مع عظمي القصبية والشظية Tibiofibula وفي الجهة البعيدة من العناصر الرسغية توجد خمسة اصابع ، وقد تكون هناك احيانا اربعة اصابع فقط . في القافزات تكون هناك الاطراف اقوى واكثر تخصصا . ليس هناك شيء غير اعتيادي في العضد والفخذ ولكن الكعبرة والزند التحم في عظم واحد كما التحمت القصبية بالشظية للطرف الامامي اربعة اصابع وللخلفي خمسة . ويتألف الصف القريب لرسغ الطرف الخلفي من عظمين مستطيلين هما :

١. العظم القنزعي Astragalus في الداخل

٢. العظم العقبي Calcaneus في الخارج

اما الصف البعيد فيتألف من خمسة عظام صغيرة يقع واحد منها عند

قاعدة كل عظم من عظام مشط القدم الطويلة .

الاصابع طويلة جدا ويوجد عادة عنصر عظمي اضافي هو قبل الابهام

Prehallux في الجانب القصبي الوسطي لرسغ القدم .

: الزواحف :

لا تظهر اللواحق الكتفية والحوضية أي محور غريب ، إلا ، ان القدم الذاتي فقط هو الذي يتطلب ذكره بصورة مختصرة .

يكون رسغ اليد بدائيا ويتألف من عدة عظام . في (السفينودون) تلتحم العظام المركزية في الصف الوسطي من الرسغ ببعضها . ويوجد عظم رسغي قدمي اضافي هو الحمصي Pisiform في الجانب الشظوي البطني من الرسغ . في السلحفاة والتمساح تكون العظام المركزية لرسغ اليد وللقدم ملتحمة ببعضها وبالصف القريب . اما في الطرف الامامي فيلتحم العظم المتوسط مع الكعبري احيانا .

: الطيور :

تحورت الاطراف الامامية او الاجنحة للطيران . كما تستطيع الاطراف الخلفية ان تتجزع عددا كبيرا من الوظائف للاجنحة عدد مختزل من عظام الرسغ والاصابع اكتسبت العظام قنوات هوائية لأختزال وزنها . ويمكن تمييز العضد في الطيور الطائرة دوما بخفة وزنه ورأسه المحذب الكبير ، وكبر حذبتة الصغرى التي تمتد مع الحرف الدالي Deltoid ridge ويوجد على السطح الاسفل للحدبة الكبرى ثقب كبير هو الثقب الهوائي Pneumatic foramen .

الكعبرة انحف واقل انحناء من الزند ويحمل الزند عند حافته الخلفية

الظهرية بصمات ريش الطيران الثانوي Secondary flight feathers يمتد الزند عند طرفه القريب وراء الثلمة لكي يتم فصل مع العضد ويكون النتوء المرفقي Olecran process .

للطيور البالغ عظمين رسغيين حرين فقط هما الكعبري والزندي . امام
العناصر الرسغية المتبقية فتلتحم عظام بقاعدة عظام مشط اليد التي تؤلف معا
الرسغي المشطي لليد Carpometacarpus .

الاصابع مختزلة جدا ، وتحمل الاصبع الثانية سلاميتين للاخيرة منها
مخلب صغير اما الاصبع الثالث فيحمل سلامية اولى عريضة ومسطحة واخرى
طويلة وشبيهة بالمخلب . لصبع الرابع سلامية قاعدية واحدة صغيرة جدا . نشأت
الاطراف الخلفية للطيور على خطوط مختلفة عن الاجنحة . لعظم الفخذ رأس مكور
تقريبا يدخل في الحق . تتصل الرضفة Patella وهي عظم سمسمي بالوتر الذي
ينزلق فوق المفصل .

تلتحم القصبه عند طرفها البعيد بالصف القريب من عظامها رسغ القدم
لتؤلف القصبي الرسغي Tibiotarsus هناك عرف او عرفان عظيميان كبيران
يدعى كل منهما النتوء الساقى Cnemial- process يمتد اما من القصبي الرسغي ،
ويبلغ هذا النتوء حجما كبيرا في الطيور السابحة يكون عظم الشظية قصير ودقيق
في الجهة الخارجية من القصبي الرسغي وباستثناء البطريق يكون للشظية نفس طول
القصبي الرسغي . وفي الجزء النهائي من القصبي الرسغي كعبي (مطيرقتان
(Malleoli

الرسغ المشطي للقدم Tarsometatarsus هو احد العظام المميزة جدا
في هيكل الطائر ، ويتالف من المشطي الاول والثاني والثالث والرابع والتي تلتحم
نهاياتها القريبة بعظام الرسغ المركزية والبعيدة ، اما المشطي الخامس يكون مفقودا .

للايمو Emu ثلاث اصابع وللنعامة اصبعان فقط ، الطيور اصبعية

المشبية Digitigrade حيث يكون الرسغي المشطي للقدم دائما فوق الماء .

اللبائن :

تظهر الاطراف تباينا في تخصصها ، فالاطراف الامامية تظهر تحورا

ضئيلا وقد بقيت اقرب الى النمط خماسي الاصابع البدائي .

يتمفصل العضو من طرفه البعيد بالثلمة الهلالية Semiluar notch للزند

للبنائن مرفق كبير او نتوء مرفقي ، في بعض اللبائن تتمفصل الكعبرة من طرفها

القريب مع الزند بشكل ما بحيث ان اليد تدور من موضع مكبوب الى موضع مقلوب

بدون حاجة الى تحريك الطرف كله ، وفي الحصان ولبا ثن اخرى قليلة تلتحم

الكعبرة بالزند لليد من عظام الرسغ الحرة .

تكون عظام مشط اليد عادة طويلة وتشكل جسم اليد ، وفي الظلفيات تكون

عظام مشط اليد طويلة وقوية وغالبا ما تلتحم مع العظم الهرابي cannon bone ،

للاصابع سلامياتان او ثلاثة ، تحمل البعيدة منها الظفر او المخلب او الحافر ، تحمل

زعانف اللبائن المائية عددا من السلاميات .

في الساق تكون القصبية كبيرة الا ان الشظية صغيرة وتلتحم احيانا مع

القصبية ، وفي القدم تتمفصل القصبية مع العظم الكعبي Talus او القنزعي

Astragalus الذي يتمفصل بدوره مع العقبى Calcaneus وهو عظم م همازي

كبير .

العظم الزورقي Navicular ويؤلف العظم الرسغي القدي الثالث الذي

يتمفصل مع الجانب الامامي الوسطي الكعبي .

اصابع القدم مشابهة لاصابع الاطراف الامامية اذ تتالف من سلاميتين او ثلاثة
ابعدھا تحمل مخلبا او ظفرا او حافرا.

تسمى الحيوانات التي تمشي على ك ل القدم بالحيوانات اخمصية المشية
Plantigrade كالانسان والدب والحيوانات القارضة ، اما التي تمشي على الاصابع
فتسمى اصبعية المشية كالقطة والكلاب ، والتي تمشي على الحافر كالخيول
والخنازير والبقر فتسمى ظلفية المشية Unguligrade.

هناك عدد من التحورات الخاصة في الاطراف ، ففي الخفاش تكون الاطراف
الامامية اصابع طويلة جدا يتخللها جلد رقيق قابل للانبساط . وفي الحصان واغلب
اللبائن التي ترعى تكون عظام المشط اليد وعظام مشط القدم طويلة جدا وعددها
مختزل وتلتحم ببعضها . للخنزير اربعة اصابع وللكركدن ثلاثة وللجمل اصبعان
وللحصان اصبع واحد فقط هي الثالثة ، لقد فقدت بعض اللبائن المائية بعض اطرافها
كلها بالتقريب ، فقد تحورت الاطراف في الفقمة كثيرا لتصبح زعانف ، كما فقدت
خنازير البحر الاطراف الحوظية ولم يبق فيها الا اثار الاحزمة وحتى الاجزاء
الاثرية من حزام الحوض فقد اختفت في الحيتان