الجهـاز الهيكلـيSkeletal System

يتركب الجهاز الهيكلي من غضروف cartilage وعظم bone وأوتار tendons وأربطة ligaments يبقى الهيكل كله غضروفياً في حالة الأسماك الغضروفية ، ويتم ترسيب أملاح الكالسيوم لتدعيمه وتقويته . في الأسماك العظمية ورباعيات القدم ، يتكون معظم الهيكل من العظم ؛ عظم بديل replacing bone يحل محل عظام الجنين الغضروفية ، وعظم غشائي dermal bone يتكون مباشرة في النسيج الضام دون المرور على الطور الغضروفي .

يكون الغضروف معظم الهيكل العام للجسم في المرحلة الجنينية للفرد وينشأ من الاديم المتوسط ويتحول الى عظم عند البلوغ في اغلب الفقريات عدا مناطق الممرات التنفسية وجزء من الاذن وفي مناطق المفاصل. يحتوي الغضروف على مادة مخاطية تدعى كبريتات الكوندرويتين Chondroitin التي تعطي الصلابة والمرونة، بينما يتميز العظم بوجد املاح الكالسيوم مثل فوسفات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم التي تكسب العظم الصلابة والقوة.

يتكون العظم بطريقتين :

- التكون الداخل غشائي حيث يتكون من نسيج ضام وينشأ من طبقة الاديم المتوسط مثل عظام الجمجمة المسطحة.
- التكون داخل غضروفي تسمى العظام التي تتكون بهذه الطريقة بالعظام الغضروفية cartilage bone كعظام الاطراف.

وظائف الهيكل العظمي

1. دعم الجسم: يعطي الهيكل العظمي للإنسان شكله المميز ويصلب الجسم.
2. الاتصال: يتصل بالهيكل العظمي العضلات والأربطة والأوتار.
3. الحركة: الهيكل العظمي هو محور الحركة في جسم الإنسان.
4. الحماية: يوفر الهيكل العظمي الحماية للأعضاء الحيوية كالمخ داخل الجمجمة، أيضا القفص الصدري يحمي القلب والرئتين.
5. تكوين الدم: تكوين كرات الدم الحمراء يتم داخل العظم.
6. تخزين الأملاح: يقوم العظم بتخزين الأملاح الكالسيوم وغيرها.

ينقسم الهيكل عموماً إلى هيكل محوري axial skeleton وهيكل طرفي appendicular skeleton؛ الهيكل المحوري عبارة عن الجمجمة Skull التي تتكون حول الدماغ والعمود الفقري Vertebral column الذي يتكون حول الحبل الظهري وقد يحل محله كليا ويدعم الحبل الشوكي ، بالإضافة إلى القص sternum والاضلاع ribs ، والهيكل الطرفي يشمل هيكل الحزام الصدري والحزام الحوضي وهيكل الأطراف الأمامية والخلفية .

الهيكل العظمي المحوري

يضم هذا القسم العظام التي تقع على المحور المركزي للجسم . ويضم نحواً من 80 عظمة تشمل عظام الجمجمة، العمود الفقري، الأضلاع، عظمة القص.

الجمجمة skull

تنشأ الجمجمة في جنين الفقاريات على خط أو نموذج واحد ، مكونة من جزئين رئيسين : الجمجمة العصبية وهي تحيط بالدماغ وتحميها كما يحيط أعضاء الحس المزدوجة ، والجمجمة الحشوية التي تنشأ مزدوجة في جذر البلعوم ؛ ولذلك تسمى أقواساً بلعومية pharyngeal archesأو أقواساً حشوية visceral arches القوس الأول هو القوس الفكي mandibular archالذي يكون الفكوك (فيما عدا اللافكيات) ، والثاني هو القوس اللامي hyoid arch الذي يدعم منطقة اللسان ويعلق الفكوك في الأسماك ، أو يتحور إلى أجزاء أخرى في رباعيات القدم .

عظام الجمجمة

تتألف من عظام مترابطة بشكل وثيق، تنعدم معه الحركة باستثناء عظام الفك السفلي. وتضم عظام الجمجمة في الانسان 28 عظما وتضم عظام الجمجمة مجموعتين:

اولا. عظام القحف

وهي مسطحة الشكل تؤلف صندوقاً يضم في داخله الدماغ وتفصل بين عظم وآخر خطوط مسننة الحواف متعرجة تسمى الدروز. وعظام القحف تتألف من:

1. العظم الجبهي وعددها (1) Frontal ، يقع فوق الكتلة الوجهية، ويتألف من جزئين علوي وسفلي. يتقوّس العظم الجبهي لتكوين الجبهة والجزء العلوي من الحاجبين، حيث تستقرّ العينان.

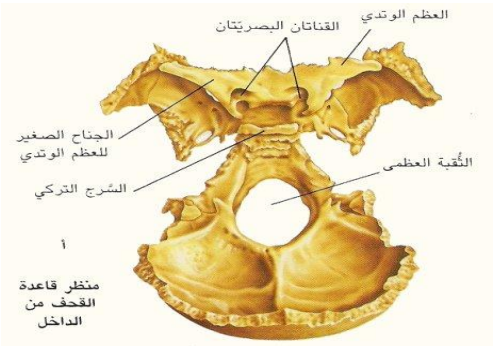
2. العظم الغربالي(المصفوي) وعددها (1) Ethmoid وهو عظم مفرد يقع أسفل العظم الجبهي وهو عظم صغير يشكّل جزءا من المنخرين (الّذين يفصل بينهما الحاجز الأنفيّ). يحوي العظم الغربالي منطقة مثقبة بثقوب صغيرة، تعرف بالصفيحة المصفويّة للعظم الغرباليّ، تمرّ عبرها الأعصاب الشميّة باتجاه الدماغ. وهذا أمر ضروري كي يصل إحساس الروائح إلى الدماغ.

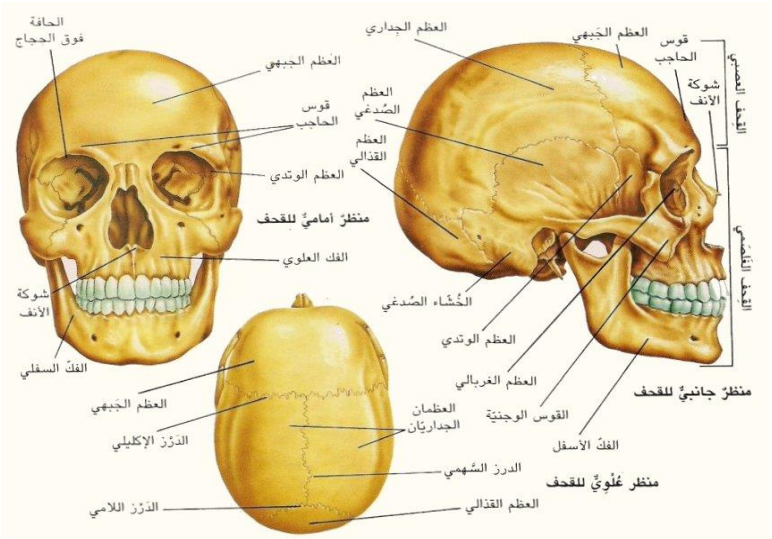
3. العظم الوتدي وعددها (1) Sphenoid يقع في منتصف قاعدة الجمجمة خلف العظمين الغربالي والجبهي وأمام العظم القفوي(القذالي) . يشكّل العظم الوتدي جزءا من قاعدة القحف وهو يحمل العظام القحفيّة الأخرى ويثبّتها.

4. العظمان الصدغيان وعددها (2) Temporal وهو عظم مزدوج يقع في الجزء السفلي الجانبي من القحف أمام العظم القفوي، خلف العظم الوتدي. وهما يشكلان جانبي القحف ونجد في داخلها قنوات تصل إلى الأذن الوسطى والداخليّة.

5- العظم الجداري وعددها (2)- Parietal.

6- العظم القذالي وعددها (1) Occipital . يشكّل العظم القذالي الجزء الخلفي من القحف وجزءا من قاعدته. وما يلفت النظر في هذا العظم هو الثقب الكبير في قسمه السفلي والمعروف بالثقبة العظمى أو الثقبة القذاليّة. والتي يمر من خلالها النخاع الشوكي

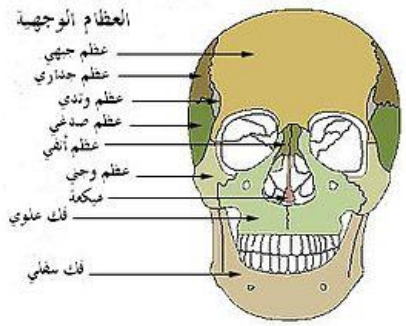




ثانيا :العظام الوجهية

تتألف من 14 عظمة، تشكل هيكل الوجه الذي ينقسم إلى:

- عظام الوجه



Mandible

Inferior

- فك علوي وعددها (2) Maxilla
- الوجني وعددها (2) Zygomatic
- فك سفلي وعددها (1)
- الأنفي وعددها (2) Nasal
- الحنكي وعددها (2) Platine
- محارة الأنف السفلية وعددها (2) nasal concha
- الدمعي وعددها (2) Lacrimal
- الميكعة وعددها (1) Vomer

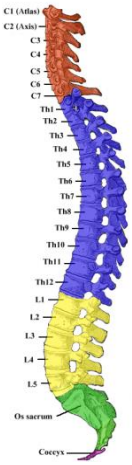
- العُظَيماتُ السَّمْعِيَّة – (Auditory Ossicles)

- مطرقة وعددها (2) Malleus اي واحدة لكل جهة
- سندان وعددها (2) Incus واحدة لكل جهة
- ركاب وعددها (2) Stapes واحدة لكل جهة

العظم اللامي (Hyoid) و هي عظمة واحدة داعمة للحنجرة، ولا تعتبر جزءا من الجمجمة، حيث أنها لا تتصل بأي عظمة أخرى. تحتوي هذه العظمة على قرن كبيرة Greater cornua، وكذلك على قرن صغيرة Lesser cornua.

العمود الفقري :

يتكون العمود الفقري من فقرات vertebrae تتفصل مع بعضها لتكون مرونة العمود الفقري ، فيسمح بالحركة التموجية الجانبية في جذع الأسماك، وفي رباعيات القدم ، بالإضافة إلى الحركة الجانبية فإن الحياة على الأرض تستلزم حركة ظهرية بطنية يؤديها العمود الفقري ، يقع الرأس في أعلاه.ويرتكز عليه القفص الصدري والذراعان، بداخله النخاع الشوكي طوله حوالي 70 سم في الرجال، و60 سم في النساء. وتوجد في العمود الفقري انحناءات، من جميع الجهات.وتوجد



بين كل فقرتين أنسجة رابطة تربط الفقرات ببعضها تسمى الأقراص الفقرية وهي تعمل على امتصاص الصدمات.

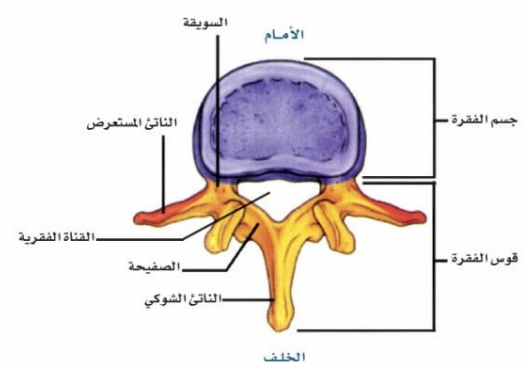
يتألف العمود الفقري من 33 فقرة Vertebra ، منها :-• 7 فقرات عنقية• 12 فقرة صدرية• 5 فقرات قطنية• 5 فقرات عجزية• 4 فقرات عصعصية .

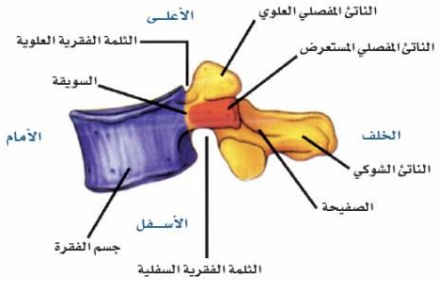
تتألف الفقرة من الجسم والقوس . ويتوضع بين كل فقرتين قرص (دسك) . Disc ويمتد على طول العمود الفقري رابطتان Ligaments أمامية وخلفية تساعدان على حماية العمود الفقري أثناء الانثناء.

تتالف الفقرة النموذجية من:

-جسم الفقرة :

عبارة عن كتلة عظمية قصيرة اسطوانية ، يلتصق كل جسم بالذي يليه بواسطة قرص يبلغ سمكه ما بين ثلث أو خمس جسم الفقرة ، ويتكون هذا القرص من الغضروف الليفي ومن كتلة مركزية من نسيج لين ، وتعمل هذه الاقراص على التقليل من الثقل على اجسام الفقرات ، كما أنها تكسب العمود الفقري قابلية الانثناء والحركة.





-

قوس الفقرة: يتألف من جزئيين:

الأول : قصير دائري ويتجه للخلف ويدعى سويقة Pedicle

الثاني: على شكل صفيحة يدعى الصفيحةLamina تلتقي الصفيحة مع الصفيحة من الجهة الأخرى فيتشكل من تلقائها ثقب Foramen ، وتتوالى هذه الثقوب فوق بعضها البعض مكونة القناة الشوكية التي يمر عبرها النخاع الشوكي. بينما يوجد أسفل كل سويقة نقرة Notch ، وكل نقرتين في فقرتين فوق بعضهما البعض يكونان حفرة أو ثقباً Hole تمر منه الاعصاب والاوعية الدموية المغذية للنخاع الشوكي. و الفقرتين الأوليتين لهما خاصيات منفردة توجب التعريف بهما .

–الفقرة الاولى : الفقهة Atlas وهي الفقرة العنقية الاولى وهي تحمل الجمجمة ، وليس لها جسم ، وإنما تتكون من كتلتين عظميتين جانبيتين ترتبطان بواسطة قوس أمامي وقوس خلفي ، وكل كتلة لها سطح علوي تستند عليه الجمجمة ، والسطح السفلي دائري ومنبسط يتمفصل مع سطح شبيه له من الفقرة الثانية " المحور " وعلى الجانبين يوجد نتوء عظمي ترتبط به الرابطة القوية للأطلس فتقسم الثقب إلى جزئين ، أمامي صغير وخلفي كبير.

–الفقرة الثانية : المحور Axis تمتاز بوجود نتوء عظمي يشبه الضرس غير حاد ، يصدر من جسمها ، وهو في حقيقته جسم الاطلس الذي انفصل عنها وارتبط بجسم الفقرة الثانية " المحور " . ويدخل هذا النتوء في الثقب الأطلسي فيشكل محوراً لها يسمح لها بالحركة المدارية والدائرية حوله.

وظائف العمود الفقري: تتمثل الوظائف الثلاث الرئيسية للعمود الفقري في:

- حماية الحبل الشوكي والجذور العصبية، والعديد من أعضاء الجسم الداخلية.
- توفير دعم هيكلي وتوازن للحفاظ على الوضعية المستقيمة المنتصبة.
- السماح بحركة مرنة.

ملاحظات عامة عن الفقرات:

1. الفقرة من العظام غير منتظمة الشكل (متباينة الشكل) .

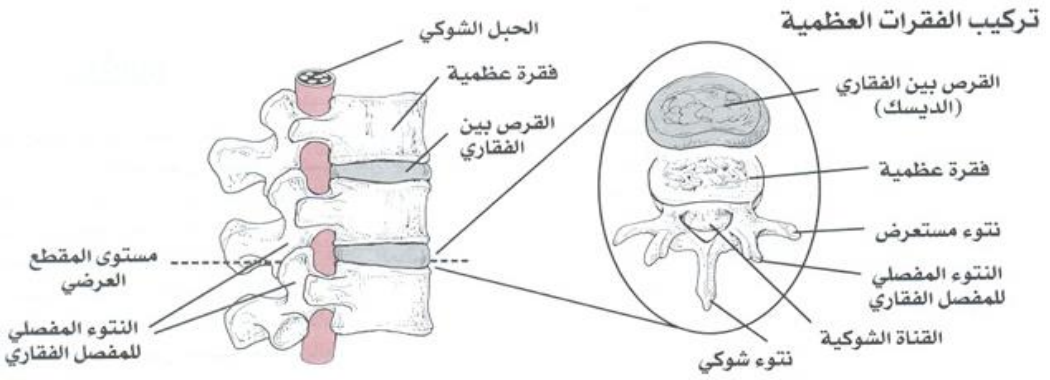
2. متحورة لتتمفصل مع الفقرات الأخرى وأيضا لتسمح بمرور النخاع الشوكي خلالها.

3. يختلف حجم الفقرة من منطقة إلى أخرى فنجد أن جسم الفقرة يزداد حجمه كلما أتجهنا إلى المناطق السفلية من العمود الفقري.

4. أصغر الفقرات هي العنقية وأكبرها هي القطنية والعجزية والسبب في ذلك أن تحميل ثقل الجسم على المناطق السفلية أكبر كثيرا من تحميله على المناطق العليا بمعنى أن المنطقة العنقية لا تحمل سوى الرأس بينما المنطقة القطنية تحمل الرأس والصدر وهكذا.

5. كذلك نجد أن بعض زوائد الفقرة قد تتحور بشكل خاص لتخدم غرضا ما مثل النتوءات المستعرضة للفقرات العنقية التي يوجد بها ثقبا لمرور الشريان الفقري ونتوءات الفقرات الصدرية التي تحمل سطحا مفصليا للمفصل مع حدبة الضلع المقابل في منطقة الصدر.

الأقراص بين الفقرات : يوجد بين كل من أجسام الفقرات "وسادة" تدعى القرص بين الفقرات. يمتص كل قرص الضغط والصدمات التي يتعرض لها الجسم أثناء الحركة ويحول دون احتكاك الفقرات ببعضها البعض. وتعتبر الأقراص بين الفقرات أكبر البنى الموجودة في الجسم التي ليس لها مدد وعائي. حيث تمتص الأقراص العناصر الغذائية التي تحتاجها من خلال الانتشار الغشائي . ويتكون كل قرص من جزأين: الحلقة الليفية والنواة اللبية .

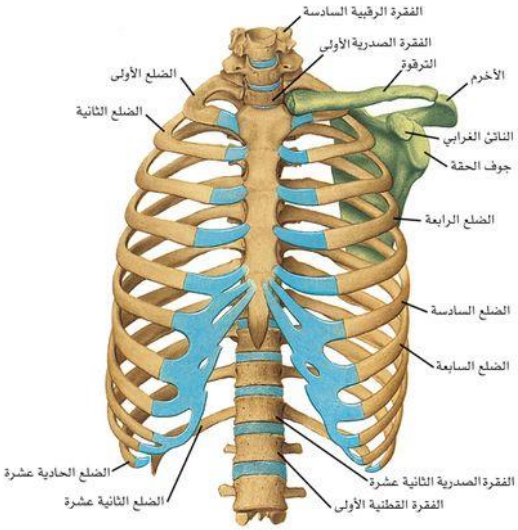


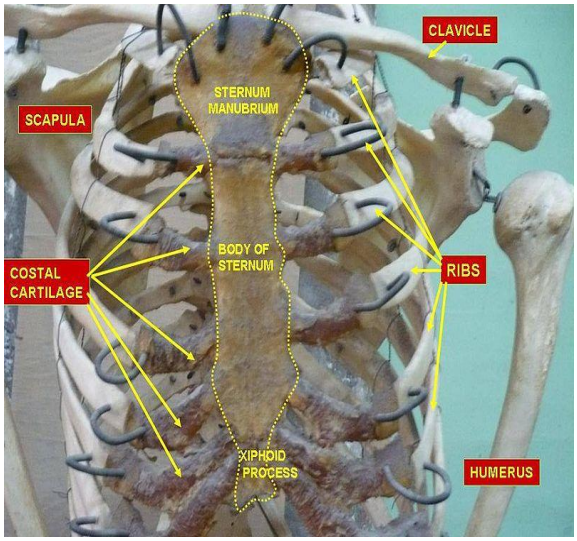
الحلقة الليفية :تعتبر الحلقة تركيبة قوية تشبه الإطار تغلف مركزاً يشبه الهلام يدعى النواة اللبية. وتعمل الحلقة على تعزيز الثبات الدوراني للعمود الفقري وتساعده على مقاومة مجهود الضغط .

وتتكون الحلقة من ماء وطبقات من ألياف كولاجينية مرنة قوية. تأخذ الألياف اتجاهات بزوايا مختلفة عرضياً تشبه تركيب الإطار المتشعع. ويكتسب الكولاجين قوته من حزم البروتين الليفية القوية المرتبطة ببعضها البعض.

النواة اللبية: يمتلئ الجزء المركزي من كل من الأقراص بين الفقرات بمادة مرنة تشبه الهلام. وتعمل النواة اللبية مع الحلقة الليفية على نقل المجهود والوزن من فقرة إلى أخرى. وتتكون النواة اللبية، مثل الحلقة الليفية، إلا أن النسب بين تلك المواد مختلفة في النواة اللبية. حيث تحتوي النواة على ماء أكثر من الموجود بالحلقة.

القفص الصدري thoracic cage: هو جزء محوري يقع في منتصف الهيكل العظمي للجسم تقريباً، تحديداً في منطقة الصدر، ويتكون من مجموعة من العظام المتصلة، والتي تعمل بشكل أساسي على حماية كافة الأعضاء الهامة المتواجدة في داخله، مثل :القلب، الرئتين ... إلخ.
يتكون القفص الصدري من الأجزاء والأقسام التالية:





1- الأضلاع ribs

الأضلاع هي عبارة عن عظام طويلة ورفيعة بعض الشيء تتميز بقوتها، وتكون منحنية بطبيعتها، ويقل انحناء الأضلاع المصطفة على جانبي القفص الصدري كلما نزلنا لأسفل ليصبح الضلع أقل انحناء وأكثر استقامة.

عدد الأضلاع المتواجدة في القفص الصدري هو 24 ضلعاً، تأتي على هيئة 12 ضلع في الجزء الأيسر، يقابلها 12 ضلع في الجزء الأيمن من القفص الصدري.

وهناك نوعان رئيسيان للأضلاع كما يلي:

الأضلاع النموذجية: وهي أضلاع متشابهة تتكون من رأس وعنق وجسم.

الأضلاع غير النموذجية: وهي أضلاع تختلف في شكلها وبنيتها عن الأضلاع النموذجية، وتشمل زوج الأضلاع رقم: 1، 2، 10، 11، 12.

وتمثل السبعة أزواج العلوية من الأضلاع ما يسمى طبياً "بالأضلاع الحقيقية"، لأنها تتصل بعظمة القص عبر الغضاريف الضلعية. بينما الخمسة أزواج المتبقية يطلق عليها اسم "الأضلاع المزيفة"، لأنها لا تتصل بهذه الغضاريف، فهناك:

زوجين سائبين يتصلان فقط بالعمود الفقري.

3 أزواج تتصل بغضاريف لا ضلعية.

2- عظمة القص sternum

وهي عظمة مسطحة طولها 17 سم تقريبا تتواجد في منتصف الصدر تتألف من ثلاثة اجزاء : قطعة صغيرة علوية ذات شكل رباعي الزوايا تسمى quadrangular manubrium وقطعة أطول وانحف تسمى الجسم body وتتصل بها معظم الأضلاع المذكورة أعلاه عبر مجموعة من الغضاريف . والقطعة الاخيرة ذات شكل خنجري تسمى xiphoid process

3- الغضاريف والمفاصل الضلعية costal cartilage

يحتوي القفص الصدري على مجموعة من الغضاريف والمفاصل التي تمثل نقاط اتصال بين:

الأضلاع وعظمة القص من الأمام.

الأضلاع والفقرات الشوكية من الخلف.

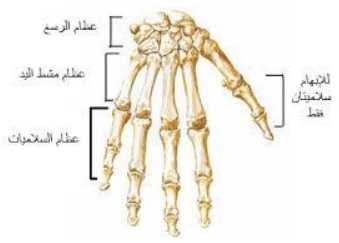
وتساعد هذه المفاصل والغضاريف على منح الأضلاع المتواجدة في القفص الصدري نوعاً من المرونة يسمح لها بالحركة أثناء التنفس ليزيد اتساع الصدر ويقل في حركات متتابعة أثناء الشهيق والزفير.

الهيكل الطرفي

الطرفان العلويان

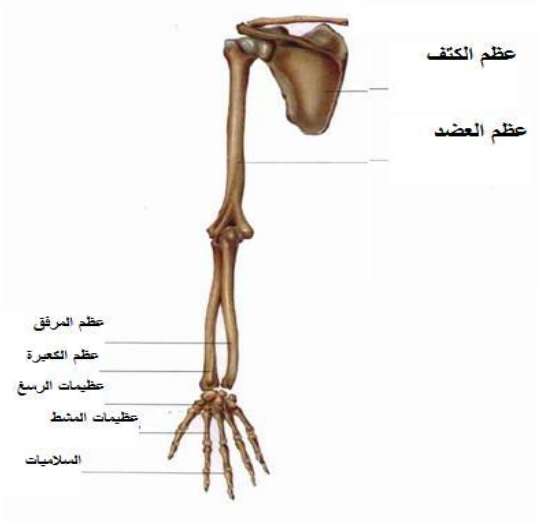
يتركب الطرف العلوي من عظام الكتف ثم العضد فالساعد ثم الرسغ ثم الأمشاط وتسمى راحة اليد. فالأصابع، ويتصل الطرف العلوي بالهيكل المحوري بواسطة الكتف.

- لوح الكتف: وهو عظم منبسط الشكل مثلث موجود جهة الظهر، طرفه الداخلي عريض والخارجي مدبب، به بروز صغير يتصل به عظم رفيع متجه إلى الأمام ليتصل بالقفص الصدري ويسمى هذا العظم الترقوة.
- الترقوة: وهي عبارة عن عظم طويل يتصل بالكتف وبأعلى القفص الصدري وهي تساعد على توجيه الكتفين إلى الخلف.
- العضد: وهو عظم طويل قوي يكون الجزء الأعلى من الذراع ورأسها مستدير، يستقر في تجويف المفصل الكتفي وطرفها



السفلي، وبه نتوءات بارزة تتصل بالزند اتصالا مفصليا لتكون المفصل المرفقي.

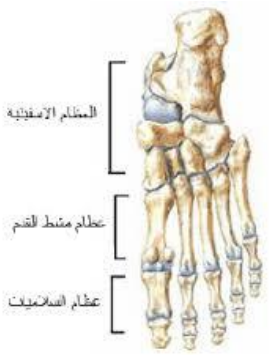
- الساعد: يتركب من عظمتين هما: الزند والكعبرة، والطرف العلوي للزند سميك، ويتصل بالعضد، أما الطرف السفلي فرفيع ويتصل بعظمتين من عظام الرسغ، والزند هو العظم المواجه للخنصر أما الكعبرة فهي عظم أصغر من الزند ومواجه للإبهام، والزند يظل ثابتا في موضعه إذا قلبت اليد إلى الأسفل، أما الكعبرة فهي تتحرك بحيث تقاطع الزند، وهذا يساعد في انطلاق اليد في الأعمال اليدوية التي تؤديها.
- رسغ اليد: وهو يتركب من ثمانية عظام موضوعة في صفين متوازيين يتصل بعضهما مع العظام المجاورة لها بواسطة أربطة تسهل لكل منها حركة انزلاقية تمكن اليد من الانثناء على الساعد وحركة الرسغ مضافة إلى حركة الزند والكعبرة تعطيان اليد مرونة في حركتها.
- الأمشاط والسلاميات: تكون عظام راحة اليد وتسمى الأمشاط، وعظام الأصابع تسمى السلاميات، والأمشاط هي خمسة عظام طويلة رفيعة يتصل بكل منها أصبع مكون من ثلاث سلاميات ماعدا الإبهام فهو مكون من سلاميتين، ويتحرك الإبهام حركة واسعة لكي يمكنه من مقابلة الأصابع الأخرى وهذا يمكن الإنسان من استعمال أصابعه في التقاط الأشياء الكبيرة والصغيرة



الطرفان السفليان

يتصل الطرفان السفليان بالهيكل المحوري بواسطة الحزام الحوضي الذي يتركب من عظام الحوض وهم العجز والعصعص في الخلف وعظم الورك في الجانب والأمام، ويوجد على جانبي عظم الورك تجويفان يعرف كل منهما بالتجويف الحقي ويستقر فيه رأس عظم الفخذ. ويتركب الطرف السفلي من عظم الورك الذي يتصل به عظم الفخذ ثم الساق ثم رسغ القدم ثم القدم.

- عظم الورك هو عظم كبير ذو شكل غير منتظم، يتصل من الناحية الأمامية الباطنية بارتفاق العانة ومن الناحية الخلفية الظهرية بعظم العجز.
- عظم الفخذ هو عظم طويل قوي رأسه مستدير يستقر في التجويف الحقي وبطرفه الأسفل نتوءان كبيران يتصلان بالظنبوب اتصالا مفصليا، مكونان المفصل الركبي.
- الساق يتركب من عظمتين هما الظنبوب وهي كبراهما والشظية وهي الصغيرة منهما، ويوجد أمام المفصل الركبي عظم صغير مستدير يسمى الرضفة. وظيفتها حماية هذا المفصل ومنع انثناء الساق للأمام.



- رسغ القدم يتكون من سبعة عظام إحداها كبيرة ممتدة إلى الخلف وتكون عقب القدم.
- القدم يتكون من الأمشاط والسلاميات. والأمشاط خمسة رفيعة طويلة (راحة القدم)، وتتصل بكل مشط أصبع مكونة من ثلاث سلاميات ماعدا الإبهام فهو مكون من سلاميتين. وإبهام القدم لا يتحرك بسهولة كإبهام اليد.