الباب الأول

التركيب والوظيفة فى الكائنات الحية

الفصل الأول

الدعامة والحركة فى الكائنات الحية

فى نهاية هذا الفصل ينبغى أن يكون الطالب قادر على أن:

- يتعرف مفهوم الحركة فى الكائنات الحية .
- يتعرف مفهوم الدعامة فى الكائنات الحية.
- يفسر سبب التفاف المحاليق حول الدعامة .
- يفرق بين الشد فى المحاليق وفى جذور الكورمات والابصال .
- يذكر وظائف الجهاز العضلى فى الانسان .
- يتعرف تركيب العضلة.
- يفسر آلية الحركة .
- يوضح التآزر بين الأجهزة الثلاث « الهيكلى والعصبى والعضلى».
- يتعرف الوحدة الحركية التى تعتبر الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.
- يفسر سبب اجهاد العضلة .
- يكتسب مهارة :

أ - التعبير بالرسم مثل رسم الفقرة العظمية .

ب - الفحص المجهري لحركة السيتوبلازم فى خلايا ورقة نبات الالوديا.

جـ - الربط بين التركيب والوظيفة فى الهيكل العظمى والجهاز العضلى .

الدعامة فى النبات

يحتوى النبات على وسائل وأجهزة دعامية تدعمه وتحافظ على شكله وتقيه وقد تكون وسيلة هذه الدعامة فسيولوجية تتناول الخلية نفسها ككل أو تكون الوسيلة تركيبية بأن تترسب على جدر الخلية أو فى أجزاء منها مواد صلبة قوية كالسليلوز واللجنين. وقد تتجاوز ذلك لتشمل موقع انتشارها.

أ - الدعامة الفسيولوجية

إذا وضعت بعض ثمار الفاكهة المنكمشة أو الضامرة فى الماء فإنك تلاحظ بعد فترة أنها قد امتصت الماء وكبرت فى الحجم.

وبالعكس اذا أخذت بعض البذور الغضة كالبسلة أو الفول وتركتها مدة فانها لا تلبث أن تنكمش وتضمر ويزول انتفاخها نتيجة لفقد خلاياها للماء وبالتالى يزيل عنها انتفاخها وتوترها.

ويقال للخلية أنها قد انتفخت إذا دخل فيها الماء بالخاصية الأسموزية ليصل إلى فجوتها العصارية ٠ فيزيد حجمه وبالتالى يزيد ضغطه. فيضغط على البروتوبلازم ويدفعه للخارج نحو الجدار٠ الذى يتمدد نتيجة لزيادة الضغط عليه . وكذلك ذبول سوق وأوراق النباتات العشبية عندما تعانى من جفاف التربة فترتخى. فإذا ما رويت التربة استعادت استقامتها نتيجة لانتفاخ خلايا أنسجتها الداخلية.

ب- الدعامة التركيبية :

يلجأ النبات إلى وسائل أخرى كثيرة لدعمه منها أن يرسب بعض المواد فى جدر خلاياه فلكى تتحمل خلايا النباتات الخارجية مسئولية الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية والحيلولة دون فقد الماء من خلالها فإنه قد يزيد من سمك جدر خلايا البشرة وبخاصة الخارجية منها أو يرسب عليها مادة الكيوتين غير المنفذة للماء أو يحيط النبات نفسه بطبقة من خلايا فلينية غير منفذة للماء مرسب فيها مادة السيوبرين . و قد يرسب فى جدر خلاياه أو فى أجزاء منها مادة السليلوز أو اللجنين ليكسبها صلابة وقوة مثل الخلايا الكولنشيمية وكذلك الخلايا الاسكلرنشيمية مثل (الألياف والخلايا الحجرية) كما أن موقع هذه الخلايا وأماكن تواجدها وانتشارها يدعم النبات.

الجهاز الهيكلى فى الإنسان

يتكون الجهاز الهيكلى من الهيكل العظمى، الغضاريف والمفاصل والأربطة والأوتار

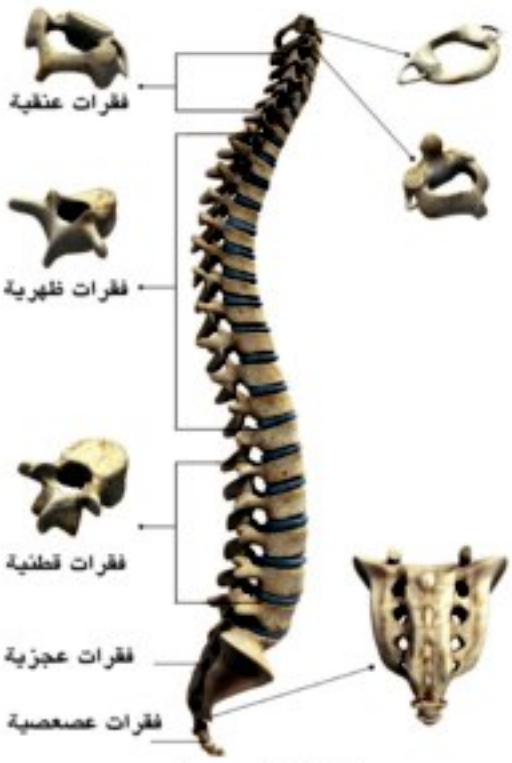
أولا : الهيكل العظمى يتكون من ٢٠٦ عظمة ولكل عظمة شكل وحجم يناسبان الوظيفة التى تقوم بها.

ويتكون الهيكل العظمى من محور يعرف بالعمود الفقرى يتصل طرفه العلوى بالجمجمة. كما يتصل به فى منطقة الصدر القفص الصدرى والطرفان العلويان بواسطة عظام الكتف. أما الطرفان السفليان فيتصلان بالعمود الفقرى من أسفل بواسطة عظام الحوض، ويطلق على العمود الفقرى وعظام الجمجمة والقفص الصدرى «الهيكل المحورى» أما الأحزمة والأطراف الأربعة فيطلق عليها «الهيكل الطرفى».

(أ) الهيكل المحورى: يتكون من

(١) العمود الفقرى: يتكون من ٣٣ فقرة تقسم إلى خمس مجموعات وتختلف فى الشكل تبعا لمنطقة وجودها وهى عبارة عن ٧ فقرات عنقية متمفصلة (حجمها متوسط)، ١٢ فقرة ظهرية متمفصلة (أكبر حجما من سابقتها)، ٥ فقرات قطنية متمفصلة (أكبرها جميعا وتواجه تجويف البطن) ٥ فقرات عجزية (عريضة ومفلطحة وملتحمة معا)، ٤ فقرات عصعصية (صغيرة الحجم وملتحمة معا) (شكل١).

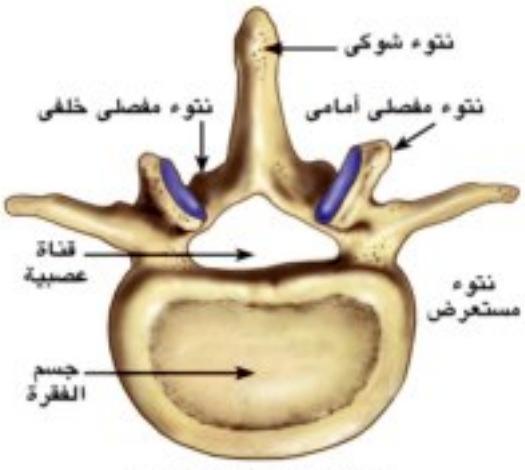
- يعمل العمود الفقارى كدعامة رئيسية للجسم وحماية الحبل الشوكى ويساعد فى حركة الرأس والنصف العلوى من الجسم.



شكل (١) العمود الفقرى

تركيب الفقرة العظمية

- تتكون الفقرة من جزء أمامى سميك «جسم الفقرة» يتصل به من الجانبين زائدتان عظميتان، «النتوءان المستعرضان» كما يتصل به من الخلف حلقة عظمية «الحلقة الشوكية» وتحمل زائدة



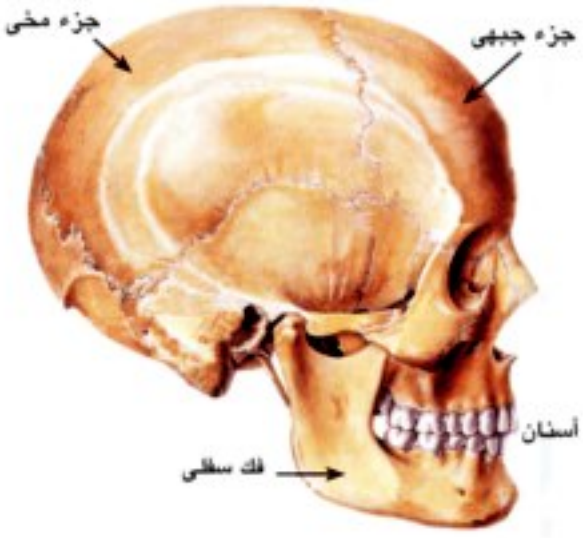
شكل (٢) الفقرة العظمية

خلفية مائلة إلى أسفل تعرف (بالنتوء الشوكى) (شكل ٢).

- تحيط الحلقة العصبية بقناة عصبية يمتد بداخلها الحبل الشوكى لحمايته.

(٢) الجمجمة: علبة عظمية تتكون من:

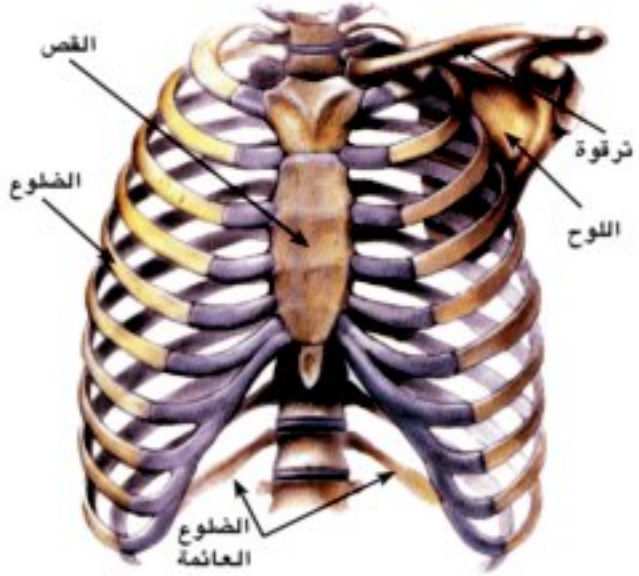
١- جزء خلفى (الجزء المخى) يتكون من ٨ عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة اتصالات متينة وتشكل هذه العظام تجويفاً يستقر فيه المخ لحمايته، ويوجد فى قاع الجزء المخى ثقب كبير يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكى (شكل ٣).



شكل (٣) الجمجمة

٢- جزء أمامى (الجزء الوجهى) ويشمل عظام الوجه والفكين ومواضع أعضاء الحس (الأذنان والعينان والأنف).

(٣) القفص الصدرى: علبة مخروطية الشكل تقريبًا تتصل من الخلف بالفقرات الظهرية (١٢ فقرة) ومن الأمام بالقص (عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل وجزؤها السفلى غضروفى) ويتكون القفص الصدرى من اثنا عشر زوجا من «الضلوع» (شكل ٤). عشرة أزواج منها تصل بين الفقرات الظهرية وعظمة القص وزوجان قصيران لا يتصلان بالقص وهى تسمى «الضلوع العائمة». والضلع عظمة مقوسة تنحنى إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة ونتوئها المستعرض. وتتحرك هذه الضلوع إلى الأمام والجانبين لتزيد من اتساع التجويف الصدرى أثناء الشهيق فى عملية التنفس وبالعكس أثناء الزفير، ويعمل القفص الصدرى على حماية القلب والرئتين.



شكل (٤) القفص الصدرى

(ب) الهيكل الطرفى: يتكون من

(١) الحزام الصدرى والطرفان العلويان:

يتركب الحزام الصدرى من نصفين متماثلين ويتركب كل نصف من لوح الكتف وهو عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلى عريض والخارجى مدبب به نتوء تتصل به (الترقوة) وهى عظمة باطنية رفيعة.. ويوجد عند الطرف الخارجى لعظمة لوح الكتف التجويف الأروح الذى يستقر فيه رأس عظمة العضد مكوناً المفصل الكتفى.

يتكون الطرف العلوى من: العضد والساعد (الزند والكعبرة) - وبالطرف العلوى للزند تجويف يستقر فيه النتوء الداخلى للعضد - والكعبرة أصغر حجما وتتحرك حركة نصف دائرية حول الزند الثابت وعظام اليد التى تتكون من :

- الرسغ يتكون من ٨ عظام فى صفين يتصل طرفها العلوى (بالطرف السفلى للكعبرة)، والطرف السفلى بعظام راحة اليد (شكل ٥) .

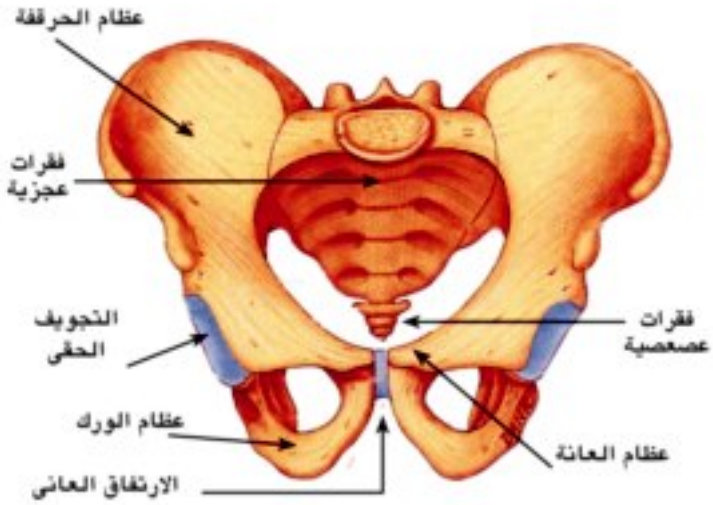
- عظام راحة اليد تتكون من ٥ عظام رفيعة مستطيلة تؤدى إلى عظام الأصابع الخمسة التى يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة عدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط .

عظام الطرف العلوي

شكل (٥) الطرف العلوى

(٢) الحزام الحوضى والطرفان السفليان:

تتكون عظام الحوض (شكل ٦) من نصفين متماثلين يلتحمان فى الناحية الباطنية فى منطقة تسمى بالارتفاق العانى ويتكون كل نصف منهما من عظمة الحرقفة الظهرية التى تتصل من الناحية الأمامية



شكل (٦) عظام الحوض

الباطنية بعظمة العانة، ومن الناحية الخلفية الباطنية بعظمة الورك وعند موضع اتصال عظام الحرقفة والورك والعانة يوجد تجويف عميق يسمى «التجويف الحقى» يستقر فيه رأس عظمة الفخذ ليكون مفصل الفخذ وتلتحم عظام كل نصف ببعضها مكونة عظمة واحدة

يتكون **الطرف السفلى** من عظمة الفخذ والتى يوجد بأسفلها نتوءان كبيران يتصلان بالساق عند «المفصل الركبى».

والساق تتكون من عظمتين إحداهما داخلية «القصبة» والثانية خارجية «الشظية» - وأمام مفصل الركبة عظمة صغيرة مستديرة تسمى «الرضفة».

وعظام القدم تتكون من رسغ القدم الذى يتكون من ٧ عظام غير منتظمة الشكل أكبرها هى العظمة الخلفية التى تكون كعب القدم

- ومشط القدم يتكون من ٥ أمشاط رفيعة وطويلة وينتهى كل منها بالأصبع الذى يتكون من ٣ سلاميات رفيعة عدا الإبهام فله سلاميتان فقط (شكل ٧).

عظام الطرف السفلي

شكل (٧) الطرف السفلى

ثانياً : الغضاريف :

نوع من الأنسجة الضامة ، تتكون من خلايا غضروفية وتوجد غالبا عند أطراف العظام وخاصة عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقاري ، وذلك لحماية العظام من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر ، وتشكل الغضاريف بعض أجزاء الجسم مثل الأذن والأنف والشعب الهوائية للرئتين ، ولا تحتوى الغضاريف على أوعية دموية ، لذا تحصل على الغذاء والأكسجين من خلايا العظام بالإنتشار

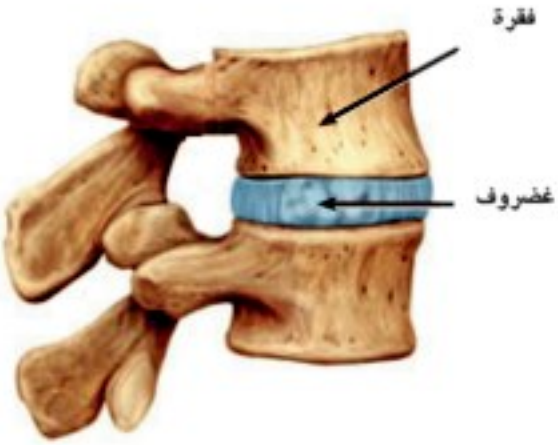
ثالثاً : المفاصل:

يوجد في الهيكل العظمى ثلاثة أنواع من المفاصل هى المفاصل الليفية والمفاصل الغضروفية والمفاصل الزلالية

١- **المفاصل الليفية :** تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية ومعظمها لا تسمح بالحركة ، ومع تقدم العمر يتحول النسيج الليفي الى نسيج عظمي ، كما فى عظام الجمجمة التى ترتبط ببعضها من خلال أطرافها المسننة

٢- **المفاصل الغضروفية :** هى مفاصل تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة ، ومعظمها تسمح بحركة محدودة جدا مثل المفاصل الغضروفية التى توجد بين فقرات العمود الفقاري (شكل ٨)

٣- المفاصل الزلالية : تشكل معظم مفاصل الجسم ، ويغطى سطح العظام المتلامسة في المفاصل بطبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة وملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك وهى من المفاصل المرنة التى تتحمل الصدمات وتحتوى هذه المفاصل على سائل مصلي أو زلالي تسهل من انزلاق الغضاريف التى تكسو أطراف العظام



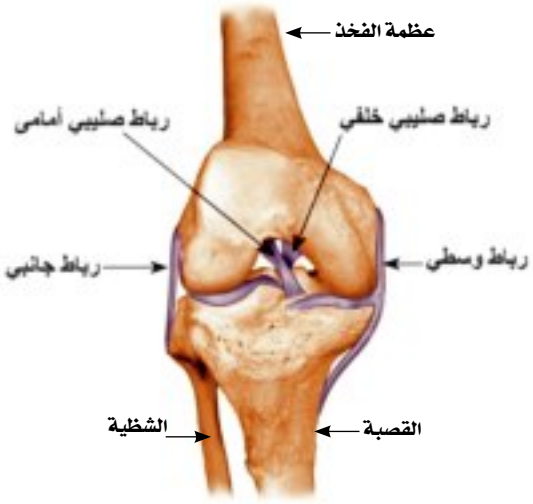
شكل (٨) المفاصل الغضروفية

من أمثلة المفاصل الزلالية :

- مفصل الكوع ومفصل الركبة وهى من المفاصل محدودة الحركة لأنها تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه واحد فقط
- مفصل الكتف ومفصل الورك وهي من المفاصل واسعة الحركة التى تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة

رابعا : الأربطة :

عباره عن حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي ، تثبت أطرافها على عظمتى المفصل ، حيث تعمل على ربط العظام ببعضها عند المفاصل وتحديد حركة العظام في الاتجاهات المختلفة ، وتتميز ألياف الأربطة بمتانتها القوية ووجود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلا حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفصل لضغط خارجي ، ولكن في بعض الحالات قد يحدث تمزق للأربطة عند حدوث التواء في بعض المفاصل كما في الرباط الصليبي فى مفصل الركبة

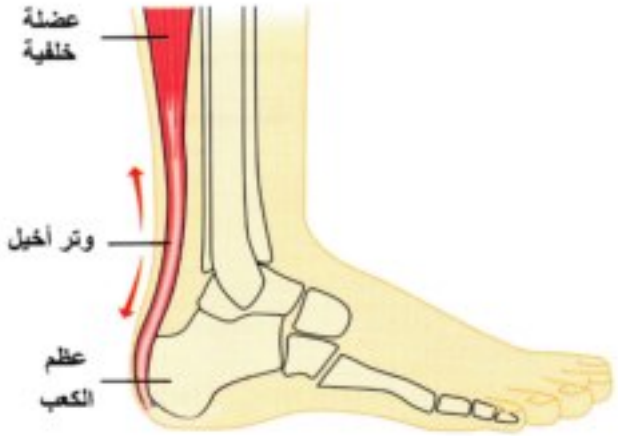


شكل (٩) الأربطة فى مفصل الركبة

خامسا : الأوتار :

عبارة عن نسيج ضام قوى يعمل على ربط العضلات بالعظام عند المفاصل ، بما يسمح للحركة عند انقباض وانبساط العضلات ، ومن أمثلة ذلك وتر أخيل الذي يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق)

بعظمة الكعب ، وفي بعض الأحيان يتمزق هذا الوتر بسبب مجهود عنيف أو تقلص العضلات المفاجئ ، وانعدام المرونة في العضلات ، ومن أعراض تمزق وتر أخيل هو عدم القدرة على المشى وثقل في حركة القدم والام حادة ، ويعالج بالأدوية المضادة للالتهابات والمسكنة للألام ، واستخدام جبيرة طبية ، أما التدخل الجراحي فلا يحدث إلا إذا كان تمزق الوتر كاملا .



شكل (١٠) وتر أخيل

الحركة فى الكائنات الحية

الحركة: ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية، فحركته تنشأ ذاتيا نتيجة لإثارته فعندما يتعرض لإثارة ما فإنه يستجيب لها إيجابا أو سلبا، وفى كلتا الحالتين تكون الاستجابة حركة. والحركة فى الكائن الحى لها أنواع عديدة، فهناك حركة دائبة داخل كل خلية من خلايا الكائن الحى تسير نشاطاته الحيوية كالحركة السيتوبلازمية وهناك حركة موضعية لبعض أجزاء الكائن الحى كالحركة الدودية في امعاء الفقاريات وهناك حركة كلية يتحرك بها الكائن الحى من مكان إلى آخر بحثا عن الغذاء أو سعيا وراء الجنس الأخر أو تلافيا لخطر فى بيئته.

وتؤدى حركة الحيوان وتنقله من مكان إلى أخر لزيادة انتشاره، وكلما كانت وسائل الحركة فى الحيوان قوية وسريعة كلما اتسعت دائرة انتشاره.

ولايمكن لهذا الحيوان أن يحتفظ بتوازنه ولا أن يتحرك دون أن يكون له مرتكز صلب يتصل به العضلات، وقد تكون مثل هذه الدعامة خارجية كما فى المفصليات أو داخلية كما فى الفقاريات فتسمى هيكل الحيوان، وقد يكون الهيكل الداخلى غضروفيا كما فى الأسماك الغضروفية أو عظميا كما فى الأسماك العظمية. وكيفما كان الهيكل فإنه يتكون من قطع تتصل ببعضها اتصالا مفصليا يتيح الحركة.

أولا: الحركة فى النبات Locomotion in plant

تتأثر أوراق بعض النباتات باللمس فتتحرك استجابة لهذا المثير، فعند لمس وريقة نبات المستحية فإنها تتدلى كما لو كان أصابها الذبول، وتعرف هذه الحركة بالحركة عن طريق اللمس.

كما أن نفس النبات وبعض البقوليات تتقارب وريقاتها إذا ما أقبل الليل وبتوالى النور والظلام تنشأ فى الوريقات حركة انبساط وحركة تقارب أى حركة يقظة ونوم ولهذا تسمى هذه بحركة النوم.

كما أن جميع النباتات تتميز بحركة انتحاء وهى استجابات مختلف أجزاء النبات بتأثير الضوء والرطوبة والجاذبية.

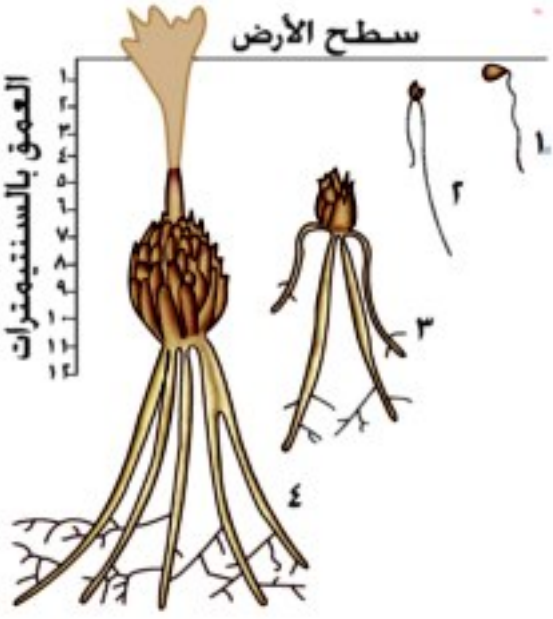
ونضيف إلى ما سبق دراسته فى الإحساس. الحركة عن طريق الشد، وحركة السيتوبلازم داخل الخلية.

شكل (١١) حركة المحاليق

حركة الشد:

تبدأ حركة الشد فى محاليق النباتات المتسلقة كالبازلاء وفى جذور الكورمات والأبصال. ويبدأ الحالق عمله بأن يدور فى الهواء حتى يلمس جسما صلبا، وبمجرد اللمس يلتف حول هذا الجسم الصلب ويوثق التصاقه به، ثم يتموج ما بقى من أجزاء الحالق فى حركة لولبية فينقص طوله وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة أى يشدها إلى الدعامة فيستقيم الساق رأسيا، وبعد ذلك يتغلظ الحالق بما يتكون فيه من أنسجة دعامية فيقوى ويشتد. أما إذا لم يجد الحالق فى حركته الدورانية ما يلتصق به فإنه يذبل ويموت. ويلاحظ أن سبب حركة المحلاق حول الدعامة هو بطء نمو المنطقة التى تلامس الدعامة على حين يسرع نمو المنطقة التى لا تلامسه فتستطيل مما يؤدى إلى التفاف الحالق حول الدعامة (شكل ١١).

أما فى الكورمات والأبصال فتوجد الجذور الشادة

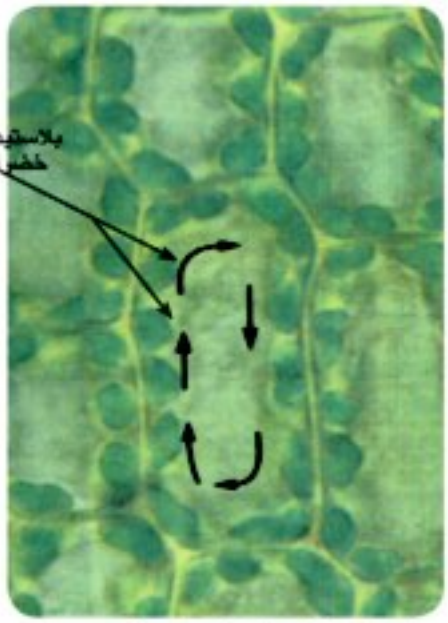


شكل (١٢) حركة الشد فى الجذور لأبصال النرجس

أسفلها، ولذلك تستطيع بتقلصها أن تشد النبات إلى أسفل فتهبط بالكورمة والبصلة إلى المستوى الطبيعى الملائم. وبفضل هذه الجذور تظل الساق الأرضية المختزنة دائما على بعد ملائم عن سطح الأرض يزيد من تدعيمها وتأمين أجزائها الهوائية ضد الرياح (شكل ١٢).

الحركة الدورانية السيتوبلازمية:

من أهم خصائص السيتوبلازم الحى أنه يتحرك فى دوران مستمر داخل الخلية، ويتضح لنا ذلك جليا إذا فحصنا خلية ورقة إيلوديا (شكل١٣)، وهو نبات مائى تحت القوة الكبيرة للمجهر حيث يلاحظ أن السيتوبلازم يبطن الجدار من الداخل بطبقة رقيقة وينساب فى حركة دورانية داخل الخلية فى اتجاه واحد. ويستدل على الحركة بدوران البلاستيدات الخضراء المنغمسة فى السيتوبلازم، محمولة فى تياره.



شكل (١٣) الحركة الدورانية للسيتوبلازم

ثانيا: الحركة فى الإنسان

ولما كان الإنسان أرقى الكائنات الحية فسنتناول بالدراسة فيما يلى الحركة فى الإنسان كمثال للثدييات، ولو أنك تأملت حركة يديك وأنت تقلب صفحات الكتاب أو حركة قدميك وأنت فى طريقك إلى المدرسة لوجدت أنك تعتمد فى الحركة على ثلاثة أجهزة هى الجهاز الهيكلى الذى يكون الدعامة للأطراف المتحركة، والجهاز العضلى إذ أن انقباض وانبساط بعض العضلات تحدث حركة الأطراف والجهاز العصبى الذى يعطى الأوامر للعضلات لكى تقوم بعملية الانقباض والانبساط.

الجهاز العضلى Muscular System

الجهاز العضلى عبارة عن مجموع عضلات الجسم التى بواسطتها يمكن تحريك أجزاء الجسم المختلفة. ويتركب الجهاز العضلى من وحدات تركيبية تسمى العضلات Muscles ، وهى عبارة عن مجموعة من الأنسجة العضلية والتى سبق دراستها فى مقرر الأحياء بالسنة الأولى - وهذه العضلات تمكن الإنسان من القيام بحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان لآخر وهى عادة ما تعرف (باللحم). و عدد عضلات الجسم يمكن تقديرها بحوالى ٦٢٠ عضلة أو اكثر.

وظائف العضلات:

تتميز العضلات بأنها خيطية الشكل بوجه عام، ولها القدرة على الانقباض والانبساط، والانقباض العضلى ضرورى لتأدية النشاطات والوظائف التالية :-

أ- الحركة وتشمل تغيير وضع عضو معين من الجسم بالنسبة لبقية الجسم.

ب- الانتقال من مكان إلى مكان آخر.

جـ- استمرار تحرك الدم فى الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم داخل هذه الأوعية الدموية عن طريق انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة فى جدرانها.

د- المحافظة على وضع الجسم سواء فى الجلوس أو الوقوف وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.

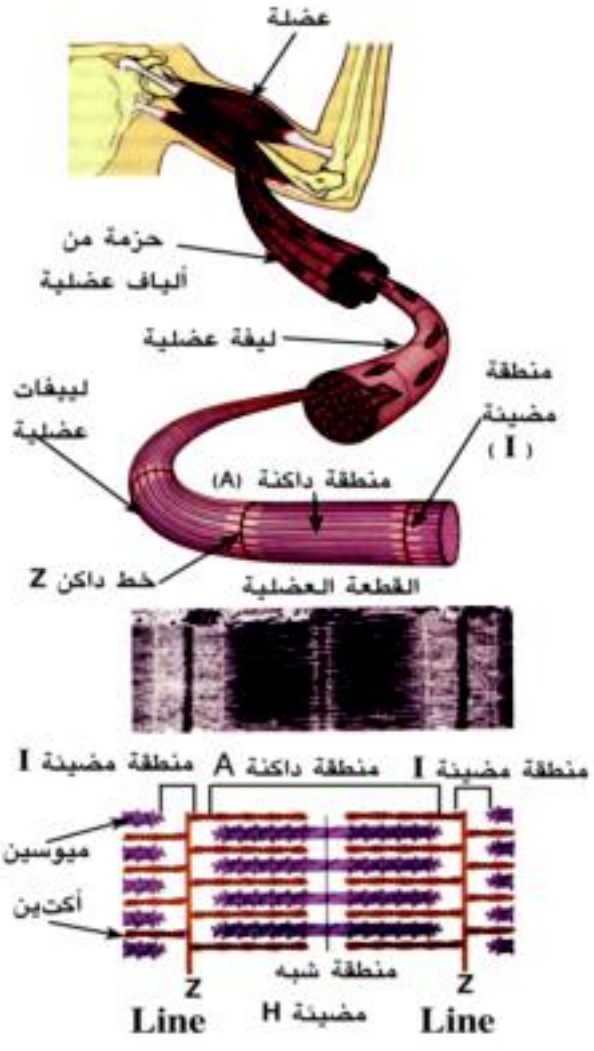
تركيب العضلة الهيكلية:

كما سبق ودرست فإن العضلة الهيكلية تتركب من عدد كبير من خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها تسمى الألياف (الخلايا) العضلية Muscle Fibers ، وكل ليفة (خلية) عضلية تحتوى على مجموعة من ليفات عضلية Myofibrils يتراوح عددها ما بين ألف إلى ألفين ليفة مرتبة طوليا وموازية للمحور الطولى للعضلة وتحتوى الليفة العضلية على عدد كبير من الأنوية. وتتكون من:

أ- المادة الحية (البروتوبلازم) والسيتوبلازم فى العضلات يعرف بالساركوبلازم Sarcoplasm

ب - غشاء خلوى يحيط بالساركوبلازم يعرف بالساركوليما Sarcolemma

جـ- الألياف العضلية دائما توجد فى مجموعات تعرف بالحزم العضلية تحاط بغشاء يعرف بغشاء الحزمة.



شكل (١٤) تركيب العضلات الهيكلية

د- كل ليفة عضلية تتكون من :

١- مجموعة من الأقراص (المناطق المضيئة) يرمز لها بالرمز (I)، يقطعها فى منتصفها خط داكن يرمز له بالرمز (Z) وتتكون هذه الأقراص المضيئة من خيوط بروتينية رفيعة تسمى أكتين Actin.

٢- مجموعة من الأقراص (المناطق) الداكنة يرمز لها بالرمز (A) وفى منتصف كل منطقة توجد منطقة شبه مضيئة يرمز لها بالرمز (H) وتتكون هذه المناطق شبه المضيئة من نوع آخر من الخيوط البروتينية السميكة ويعرف بالميوسين Myosin (شكل ١٤)

٣- المسافة بين كل خطين متتالين (Z) الموجودة فى منتصف المناطق المضيئة تعرف بالقطعة العضلية Sarcomere

- وتلاحظ أن المناطق الداكنة والمضيئة توجد فقط فى العضلات الهيكلية والعضلات القلبية ولهذا جاءت التسمية بالعضلات المخططة وغير موجودة فى العضلات الملساء ولذلك سميت بالعضلات غير المخططة.

الانقباض العضلى:

تمتاز العضلات بقدرتها على الانقباض والانبساط، ولذلك فهى المسئولة عن الحركات المختلفة للجسم. ولكى يتم ذلك على أصول متناسقة لابد من تعاون ثلاثة أجهزة رئيسية هى:

أ - الجهاز الهيكلى (العظمى)، هو يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات من جهة ويعمل كدعامة للأطراف المتحركة من جهة أخرى ولذا فالمفاصل لها دور مهم فى حركة أجزاء الجسم المختلفة.

ب- الجهاز العصبى، هو الذى يعطى الأوامر (على شكل سيالات عصبية) للعضلات فيتم الاستجابة تبعا لذلك بالانقباض أو الانبساط.

جـ- الجهاز العضلى، هو المسئول عن الحركة وغالبية العضلات يسيطر عليها الجسم وتسمى بالعضلات الإرادية (الهيكلية أو المخططة) وتشمل معظم عضلات الجسم، وبعضها لا يستطيع الإنسان التحكم فيها تماما وتسمى لا إرادية كالعضلات الملساء وعضلة القلب.

وبناء على ما سبق لابد من الإجابة على الأسئلة التالية كيف تنقبض العضلة؟ وما تأثير السيالات العصبية على العضلة وفسيولوجية إستجابتها للحفز العصبى؟ وكيف يتم التناسق والتآزر بين الأجزاء السابقة؟

كيفية انتقال السيال العصبى إلى العضلة الهيكلية:

١- فى العضلات الهيكلية الإرادية السطح الخارجى لغشاء الليفة العضلية مشحون بشحنة موجبة بينما يحمل الغشاء الليفى العضلى من الداخل شحنة سالبة. وينشأ عن ذلك فرق فى الجهد للفرق فى تركيز الأيونات بين خارج وداخل غشاء الليفة العضلية.

٢- المؤثر الذى يسبب انقباض العضلة الإرادية هو وصول السيالات العصبية عن طريق الخلايا العصبية الحركية الآتية من المخ والحبل الشوكى والتى تتصل نهاياتها العصبية اتصالا محكما بالليفة العضلية مكونة تشابك عصبى - عضلى Synapse.

٣- النهايات العصبية للخلايا العصبية تحتوى على حويصلات بها بعض المواد الكيميائية تعرف بالنواقل العصبية مثل الاستيل كولين Acetylcholine .

٤- عند وصول السيال العصبى إلى هذه الحويصلات تسبب خروج هذه النواقل العصبية وتقوم أيونات الكالسيوم بدور مهم فى خروج هذه النواقل ، والتى لا تلبث أن تسبح فى الفراغ الموجود بين النهايات العصبية وغشاء الليفة العضلية حتى تصل إلى سطح الليفة العضلية الإرادية وبالتالى تسبب تلاشى فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية وانعكاسها، بمعنى أن السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية يصبح موجبا ويصبح السطح الخارجى لغشاء الليفة العضلية سالباً وذلك لزيادة نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم فتدخل بسرعة إلى داخل غشاء الليفة العضلية، وعندئذ يوصف غشاء الليفة العضلية بحالة اللااستقطاب Depolarization وهذا يؤدى إلى انقباض العضلة.

٥- فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية يعود إلى وضعه الطبيعى بعد جزء من الثانية وذلك بفعل عمل أنزيم الكولين استيريز (Cholinesterase) وهو أنزيم متوفر فى نقاط الاتصال العصبى العضلى - والذى يعمل على تحطيم مادة الاستيل كولين (يحوله إلى كولين وحامض خليك) وبالتالى يبطل عمله وتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية إلى وضعها الطبيعى فى حالة الراحة (قبل استقبال السيال العصبى) وتكون مهيأة للاستجابة للحفز مرة أخرى... وهكذا.

آلية انقباض العضلة : (نظرية الخيوط المنزلقة)

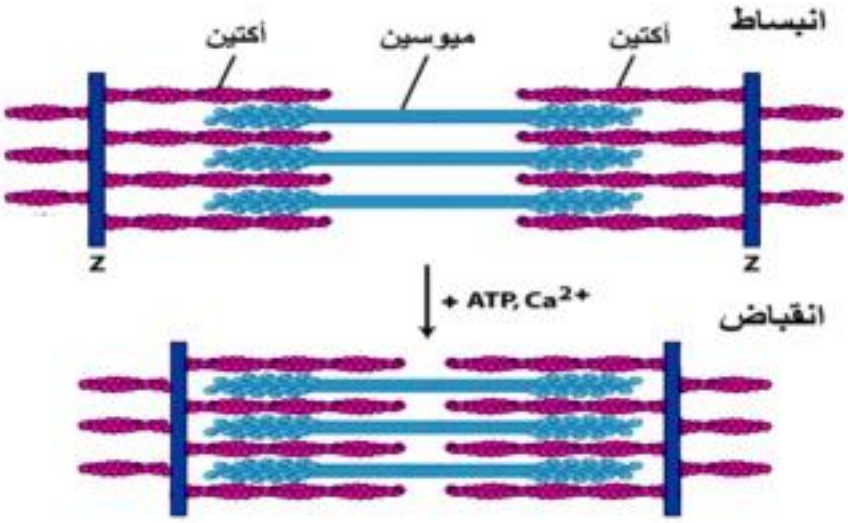
ظهرت عدة فروض لتفسير انقباض العضلات وتعتبر فرضية الخيوط المنزلقة أو (نظرية الانزلاق) التى اقترحها ،هكسلى Huxely، اشهر هذه الفروض.

تعتمد هذه الفرضية على التركيب المجهرى الدقيق لألياف العضلات، إذ أن كل ليفة عضلية كما ذكرنا سابقا تتكون مجموعة ليفات وكل ليفة تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية هما ، الأولى خيوط رفيعة اكتينية Actin والثانية خيوط غليظة ميوسينية Myosin

بعد أن قارن هكسلى باستخدام المجهر الالكترونى ليفة عضلية فى حالة انقباض بأخرى فى حالة الراحة استنتج أن الخيوط البروتينية المكونة للألياف العضلية تنزلق الواحدة فوق الأخرى مما تسبب انقباض أو تقلص العضلة عن طريق وجود روابط مستعرضة تم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم وتمتد هذه الروابط من خيوط الميوسين لكى تتصل بخيوط الاكتين، وبالتالى فان الانقباض العضلى يحدث عندما

تعمل هذه الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب بمساعدة الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP المجموعات المتجاورة من خيوط الاكتين باتجاه بعضها البعض فينتج عنه انقباض الليفة العضلية.

أثناء الانقبضا تتقارب خطوط (Z) من بعضها، وهكذا تنقبض العضلة، وعند زوال المنبه تبتعد الرواط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنبسط العضلة ويتباعد خطوط (Z) عن بعضه وتعود القطع العضلية إلى طولها الأساسى شكل (١٥).



شكل (١٥) الانقباض العضلى

تستهلك العضلة جزء من الطاقة المختزنة فى ATP فى فصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين، لذا عند تناقص ATP قد يؤدى ذلك إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل العضلة فى حالة انقباض وغير قادرة على الانبساط.

تحتاج عمليتى اتصال الروابط المستعرضة بخيوط الأكتين أثناء الانقباض وانفصالها عن خيوط الأكتين عن الانبساط إلى الطاقة المخزنة فى جزئات ATP.

ورغم وجود هذه النظرية التى تفسر انقباض العضلات الهيكلية (المخططة) إلا أنها لم تستطع أن تفسر آلية انقباض العضلات الملساء رغم وجود بعض التقارير العلمية التى تشير إلى أن الخيوط البروتينية فى ألياف العضلات الملساء تتكون من نوع يشبه إلى حد كبير الخيوط الأكتينية فى العضلات الهيكلية.

الوحدة الحركية : Motor Unit

لكى نتعرف على المظاهر الميكانيكية لعملية الانقباض العضلى لابد هنا أن نتعرف على الوحدة الحركية والتى تعتبر الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية، لان انقباض العضلات ما هو إلا محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المؤلفة للعضلة.

وتتكون الوحدة الحركية (شكل ١٦) من مجموعة من الألياف العضلية والخلية العصبية التى تغذيها وعند دخول الليف العصبى الحركى إلى العضلة، يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية، وكل ليف عصبى حركى يغذى عددا من الألياف العضلية يتراوح ما بين (٥ - ١٠٠) ليف عضلى بواسطة تفرعاته النهائية التى يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية Motor End Plate لليفة العضلية ويعرف مكان الاتصال هذا بالوصلة العصبية العضلية Neuromuscular Junction

شكل (١٦) الوحدة الحركية

إجهاد العضلة: Muscle Fatigue

انقباض العضلة بصورة متتالية وسريعة يسبب اجهادها وتعبها وذلك لان الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من التنفس وانتاج الطاقة. ولهذا تلجأ العضلة إلى تحويل مادة الجلايكوجين (نشا حيوانى) إلى جلوكوز الذى لا يلبث أن يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائى (لا يحتاج إلى أكسجين) لانتاج طاقة تعطى العضلة فرصة اكبر للعمل وينتج عن هذه العملية تراكم حامض معين يسمى حامض اللاكتيك Lactic Acid الذى يسبب تعب العضلة واجهادها، وتناقص جزيئات ATP فى العضلة يسبب عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة فى حالة انقباض مستمر، وهذا ما يسبب حدوث الشد العضلى المؤلم.

عند الراحة تصل العضلة كمية كافية من الأكسجين فتقوم بالتنفس الهوائى وإنتاج كمية كبيرة من ATP تعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين وانبساط العضلة، وبالتالى تبدأ العضلة من جديد فى تتابع من الانقباضات والانبساطات.

يمكن أن يتسبب الشد العضلى الزائد عن الحد فى تمزق العضلات وحدوث نزف دموى، وقد يحدث الشد العضلى أيضا بسبب وصول النبضات العصبية غير الصحيحة من المخ إلى العضلات مما يتعارض مع الأداء الطبيعى لها.

أسئلة

س ١ اختر الاجابة الصحيحة مما يلى :

١- تحدث الحركة فى الانسان بتآزر مجموعة من الاجهزة وهى :

أ- الجهاز العضلى والهيكلى والدورى .

ب - الجهاز التنفسى والعصبى والهيكلى .

جـ - الجهاز الهيكلى والعصبى والعضلى .

د - الجهاز الهيكلى والتنفسى والدورى .

٢- المخزون المباشر للطاقة فى العضلة هو :

أ- جزيئات ATP ب - الجليكوجين جـ - الجلوكوز د - حمض اللاكتيك

٣- يرجع الاجهاد العضلى عند التعب إلى تراكم مركب كيماني هو :

أ- ثانى اكسيد الكربون ب - الكحول

جـ - حمض اللاكتيك د - الاحماض الامينية

٤- الدعامة الفسيولوجية فى النبات تتمثل فى :

أ- تغلظ جدران الخلايا النباتية لمنع الماء من الخروج من النبات .

ب - انتفاخ الخلايا النباتية نتيجة امتلائها بالماء .

جـ - امتلاء الأوعية الناقلة بالمحاليل الغذائية .

د - ترسيب مادة السليلوز على جدران الخلايا .

س٢ علل لما يأتى :

١- التفاف المحلاق حول الدعامة .

٢- وجود الاحزمة عند اتصال اطراف الحيوان بهيكله المحورى.

٣- حدوث اجهاد للعضلة الهيكلية .

٤ - الدم فى حركة مستمرة داخل الاوعية الدموية

٥ - تعتبر فرضيه الخيوط المنزلقة اصح الفروض التى تفسر آليه الحركة .

٦ - يتوافر انزيم الكولين استيريز فى نقاط الاتصال العصبى - العضلى .

س٣ ارسم شكلا مبسطا لإحدي فقرات العمود الفقرى فى الانسان .

س٤ ماذا تعرف عن :

الرباط الصليبى - وتر أخيل - المفاصل الزلالية - العصعص - الحزام الحوضي - الحزام الصدرى - لوح الكتف - الحزم العضلية.

س٥ تعتبر الوحدة الحركية هى الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية - وضح ذلك مع ذكر مكوناتها

س٦ . تحدث الحركة نتيجة تآزر أو تعاون اجهزة رئيسية فى جسم الإنسان هى الهيكلى والعصبى والعضلى " فسر ذلك .