

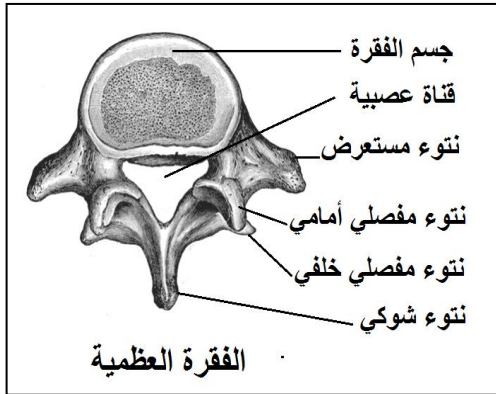
## ملخص الفصل الأول : الدعامات والحركة في الكائنات الحية

### الدعامات في النبات :

الدعامات التركيبية	الدعامات الفسيولوجية
١- تشمل جدر الخلايا ٢- دائمة	١- تشمل الخلية ككل ٢- مؤقتة
٣- تنشأ من ترسيب بعض المواد الصلبة في جدر خلايا النبات خاصة الخلايا الخارجية (البشرة) للحفاظ على أنسجة النبات الداخلية وتقليل فقد الماء منها .	٣- تنشأ من انتفاخ الخلايا نتيجة دخول الماء إلى الفجوات العصارية بالخاصية الاسموزية فتكبر الفجوات العصارية ويزداد حجمها وتضغط على البروتوبلازم ويدفعه نحو الأغشية والجدر فيتمدد ويقوى ويدعم الخلية
<b>أمثلة :-</b> - ترسيب مادة الكيوتين الغير منفذ للماء على خلايا البشرة - يحيط النبات نفسه بطبقة من خلايا الفلين غير المنفذة للماء يترسب بها مادة السيبورين . - ترسيب مادة السليلوز أو اللجنين على جدر الخلايا فتزيدها صلابة وقوة - الخلايا التي يتم تدعيمها مثل :- * الخلايا الكولنشيمية * الخلايا الاسكلرنشيمية ( الألياف والخلايا الحجرية) - موقع هذه الخلايا وتجمعها وانتشارها يدعم النبات	<b>أمثلة :-</b> - انتفاخ البذور عند وضعها في ماء نتيجة كبر حجم خلاياها - انكماش البذور والثمار الغضة ويزول انتفاخها بسبب فقد خلاياها للماء . - ذبول أوراق وسوق النباتات العشبية عند جفافها وعند ريتها تستقيم . <u>س ١ علل : الدعامات الفسيولوجية دعامات مؤقتة بينما الدعامات التركيبية دعامات دائمة.</u>

### الدعامات في الإنسان :

الفقرة رقم ٣٠	الفقرة رقم ٢٠	
فقرة عصبية	فقرة قطنية	المكان
أصغر الفقرات	أكبر الفقرات	الحجم
ملتحمة	متفصلة	التمفصل



أولاً : الهيكل العظمي : يتكون من ٢٠٦ عظمة  
( أ ) الهيكل العظمي المحوري : يتكون من :  
( ١ ) العمود الفقري : يتكون من ٣٣ فقرة مختلفة في الشكل تبعاً لمكانها

- أ - ٧ فقرات عنقية : متوسطة الحجم - متمفصلة  
ب- ١٢ فقرة ظهرية (صدرية) : أكبر حجماً من الفقرات العنقية - متمفصلة  
ج- ٥ فقرات قطنية (بطنية) : أكبر الفقرات حجماً - متمفصلة تواجه تجويف البطن  
د- ٥ فقرات عجزية : عريضة ومفلطحة وملتحمة معا .  
هـ- ٤ فقرات عصبية : صغيرة الحجم وتلتحم معا  
أهمية العمود الفقري :

- ١- يعمل كدعامات رئيسية للجسم  
٢- حماية الحبل الشوكي  
٣- يساعد في حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم  
تركيب الفقرة : كما بالرسم

- ٢- علل : وجود قناة عصبية في الفقرات  
٣- علل : فقرات العمود الفقري منفصلة  
( ٢ ) الجمجمة : - علة عظمية تتكون من :-  
- جزء خلفي (الجزء المخي) : يتكون من ٨ عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة اتصالاً متيناً .  
- الثقب الكبير : يوجد في قاع الجزء المخي من الجمجمة ، يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي  
س ٤ - اذكر مكان ووظيفة : الثقب الكبير  
- جزء أمامي ( الجزء الوجهي) : يشمل عظام الوجه والفكين ومواقع أعضاء الحس ( الأذنان - العينان - الأنف ) .

(٣) الففص الصدري : يتكون من :-

**الضلع** : عظمة مقوسة تنحني إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة وتوؤها المستعرض

١٢ فقرة ظهرية (صدرية) من الخلف يخرج منها ١٢ زوجا من الضلوع.

عظمة القص من الأمام وهي عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل وجزؤها السفلى غضروفي

يتصل بعظمة القص ١٠ أزواج من الضلوع ، أما الزوجان الآخران فهما قصيران

ولا يتصلان بعظمة القص وتسمى "الضلوع العائمة"

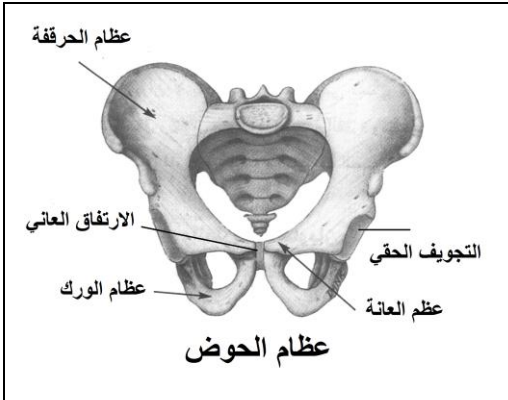
أهمية الضلوع : تلعب دورا هاما في إتمام عمليتي الشهيق والزفير حيث تؤدي حركة الضلوع إلى الأمام والجانبين إلى

اتساع التجويف الصدري فيحدث الشهيق ( والعكس في الزفير ) - أهمية الففص الصدري : حماية القلب والرئتين

( ب ) الهيكل العظمي الطرفي : يتكون من :

( ١ ) الحزام الصدري والحزام الحوضي :

الحزام الحوضي	الحزام الصدري	٥- اذكر مكان ووظيفة كل من :
- يتركب الحزام الحوضي من نصفين متماثلين يلتحمان في الناحية البطنية في منطقة تسمى الأرتفاق العاني - يتركب كل نصف من :- - الحرقفة : عظمة ظهرية تتصل من الناحية الأمامية البطنية بعظمة العانة ومن الناحية الخلفية البطنية بعظمة الورك - التجويف الحقي : تجويف عميق يوجد عند اتصال عظام الحرقفة والورك والعانة وتستقر فيه رأس عظمة الفخذ وتلتحم عظام كل نصف ببعضها مكونة عظمة واحدة.	- يتركب الحزام الصدري من نصفين متماثلين - يتركب كل نصف من : - لوح الكتف : عظمة مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب - الترقوة : عظمة باطنية رفيعة تتصل بنتوء ممتد من لوح الكتف - التجويف الأرواح : يوجد عند الطرف المدبب الخارجي لعظمة لوح الكتف الذي يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونا المفصل الكتفي	- التجويف الأرواح - الأرتفاق العاني - لوح الكتف - الترقوة ٦- قارن بين : - التجويف الأرواح والتجويف الحقي من حيث المكان والأهمية



التجويف الحقي	التجويف الأرواح	المكان
يوجد عند اتصال عظام الحرقفة والورك والعانة في الحزام الحوضي	يوجد عند الطرف الخارجي للمدبب لعظمة لوح الكتف في الحزام الصدري	
تستقر فيه رأس عظمة الفخذ	يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونا المفصل الكتفي	الأهمية

٧- علل : وجود التجويف الأرواح في عظام الحزام الصدري

٨- علل : وجود التجويف الحقي في عظام الحزام الحوضي

( ٢ ) الطرفان العلويان والطرفان السفليان :

الطرفان السفليان	الطرفان العلويان
١- <b>الفخذ</b> : يوجد بأسفلها تنوعان يتصلان بالساق عند مفصل الركبة ومن أعلى تتحرك داخل التجويف الحقي ٢- <b>الساق</b> : تتكون من عظمتين الداخليتين تسمى القصبية والخارجية تسمى الشظية - <b>الرضفة</b> : عظمة صغيرة ، مستديرة توجد أمام مفصل الركبة (لحماية مفصل الركبة) ٣- <b>رسغ القدم</b> : يتكون من (٧) عظام أكبرها الخلفية وتسمى الكعب ٤- <b>القدم</b> : يتكون من (٥) عظام رفيعة وطويلة تؤدي إلى (٥) أصابع ( كل منها يتكون من (٣) سلاميات عدا الإبهام يتكون من سلاميتين )	١- <b>العضد</b> : يلي لوح الكتف ويتمفصل معه (يتحرك داخل التجويف الأرواح) ٢- <b>الساعد</b> : عظمتان هما الكعبرة والزند (الكعبرة أصغر حجما) - يوجد بالطرف العلوي للزند تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد - تتحرك الكعبرة حركة نصف دائرية حول الزند الثابت . ٣- <b>الرسغ</b> :- يتكون من (٨) عظام في صفين ، يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة ، ويتصل طرفها السفلي بعظام راحة اليد . ٤- <b>راحة اليد</b> :- (٥) عظام رفيعة مستطيلة تؤدي إلى (٥) أصابع (كل منها يتكون من ٣ سلاميات عدا الإبهام يتكون من سلاميتين)

## ثانيا : الغضاريف :

أنسجة ضامة تتكون من خلايا غضروفية - توجد غالبا عند أطراف العظام وخاصة عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقري (علل)

- لكي تحمي العظام من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر
- تشكل الغضاريف بعض أجزاء الجسم مثل : الأذن - الأنف - الشعب الهوائية للرنين
- لا تحتوي الغضاريف على أوعية دموية لذا تحصل على الغذاء والأكسجين من خلايا العظام بالانتشار

## ثالثا : المفاصل :

س ٩- قارن بين أنواع المفاصل الليفية والغضروفية والزلائية

المفاصل الليفية	المفاصل الغضروفية	المفاصل الزلائية
- تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية ومع تقدم العمر يتحول النسيج الليفي الى نسيج عظمي	- مفاصل تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة	- يغطي سطح العظام المتلامسة في المفاصل بطبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة وملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك
- معظمها لا تسمح بالحركة	- معظمها تسمح بحركة محدودة جدا	- هي من المفاصل المرنة التي تتحمل الصدمات
- مثال : المفاصل تربط عظام الجمجمة ببعضها من خلال أطرافها المسننة	- مثال : المفاصل الغضروفية التي توجد بين فقرات العمود الفقري	- تحتوى هذه المفاصل على سائل مصلي أو زلائي تسهل من انزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام
		- مفاصل محدودة الحركة : تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه واحد فقط مثال : مفصل الكوع ومفصل الركبة
		- مفاصل واسعة الحركة : تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة مثل مثل : مفصل الكتف ومفصل الفخذ

## رابعا : الأربطة :

- حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي تعمل على :
- ربط العظام ببعضها عند المفاصل
- تحديد حركة المفاصل في الاتجاهات المختلفة

س ١٠- ما الملائمة الوظيفية للأربطة ؟

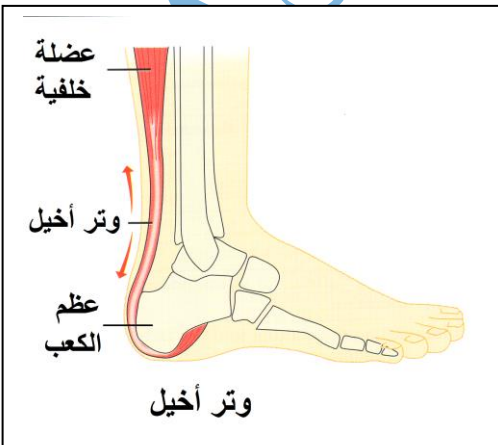
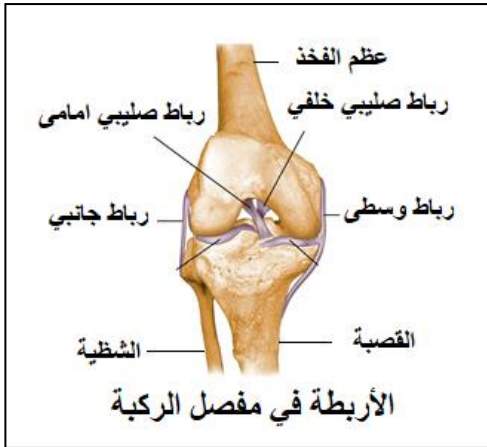
- ١- تتميز ألياف الأربطة بمطانتها القوية
- ٢- جود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلا حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفصل لضغط خارجي
- عند حدوث التواء في بعض المفاصل يحدث تمزق للأربطة كما في الرباط الصليبي في مفصل الركبة

## خامسا : الأوتار :

- نسيج ضام قوى يعمل على ربط العضلات بالعظام عند المفاصل ، بما يسمح للحركة عند انقباض وانقباض العضلات
- مثال : وتر أخيل الذي يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق) بعظمة الكعب

## حالة تمزق وتر أخيل :

- الأسباب :- - بذل مجهود عنيف - تقلص العضلات المفاجئ - انعدام المرونة في العضلات
- الأعراض :- - عدم القدرة على المشي - ثقل في حركة القدم - الام حادة
- العلاج :- - في حالة التمزق الجزئي :- يعالج بالأدوية المضادة للالتهابات - الأدوية المسكنة للألام - استخدام جبيرة طبية
- في حالة التمزق الكامل :- يعالج بالتدخل الجراحي



## الحركة في الكائنات الحية

**الحركة** : ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية وتنشأ الحركة ذاتيا نتيجة الإثارة وتكون الاستجابة سلبا أو إيجابا  
بعض أنواع الحركة في الكائنات الحية :

نوع الحركة	التفسير
حركة دائية	حركة السيتوبلازم داخل الخلايا
حركة موضعية	حركة بعض أعضاء الجسم - مثل : الحركة الدودية لمعاء الفقاريات
حركة كلية	الانتقال من مكان إلى آخر بهدف : - البحث عن الغذاء - السعي وراء الجنس الآخر- تلافي مخاطر البيئة. س ١١ - علل : يتميز الحيوان بالحركة الكلية

- تؤدي الحركة في الحيوان إلى زيادة انتشاره، وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة اتسعت دائرة انتشار الحيوان .
- حركة الحيوان تحتاج إلى مرتكز للعضلات يكون في صورة دعامة خارجية (في المفصليات) أو دعامة داخلية (في الفقاريات)
- أنواع الهيكل الداخلي : أ- غضروفي : مثال الأسماك الغضروفية . ب- عظمي : مثال الأسماك العظمية .
- يتكون الهيكل في الفقاريات من قطع تتصل مفصليا بصورة تتيح الحركة .

## أولا : الحركة في النبات :

نوع الحركة	التفسير
١- حركة اللمس	تتدلى أوراق المستحية عند لمسها
٢- حركة النوم	تقارب وريقات بعض النباتات ( المستحية - بعض البقوليات ) في الظلام وانبساطها في الضوء
٣- حركة الانتحاء	استجابة أجزاء النبات لمؤثرات خارجية (الضوء - الجاذبية - الرطوبة)
٤- الحركة الدورانية السيتوبلازمية	- ينساب السيتوبلازم في حركة دورانية داخل الخلية في اتجاه واحد وبصفة مستمرة - يمكننا رؤية حركة السيتوبلازم في خلايا نبات الأيلوديا ويستدل على هذه الحركة من حركة البلاستيدات الخضراء - يتم من خلال حركة السيتوبلازم توزيع المواد المختلفة إلى جميع أجزاء الخلية .
٥- حركة الشد	
نوع الحركة	أ- حركة الشد بالمحاليق
التفسير	ب- حركة الشد بالجذور
أمثلة	أ- حركة الشد بالمحاليق - يدور المحلاق حتى يلامس جسم صلب فيلتف حوله. * ينمو باقي المحلاق في حركة لولبية فيشد الساق نحو الدعامة فيستقيم رأسيا. * يتغلظ المحلاق بتكوين أنسجة دعامية فيقوى ويشد * سبب النفاف المحلاق حول الدعامة هو بطء نمو المنطقة الملازمة للدعامة وزيادة نمو المنطقة البعيدة عن الدعامة ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيز الاوكسينات على الجانبين. * إذا لم يجد المحلاق ما يلتصق به يذبل ويموت
أمثلة	ب- حركة الشد بالجذور - توجد الجذور الشادة أسفل الكورمات والأبصال * عندما تتقلص هذه الجذور فإنها تسحب الكورمة أو البصلة إلى أسفل وتهبط إلى المستوى الطبيعي الملازم من سطح التربة ليزيد من تدعيمها وتأمين الأجزاء الهوائية ضد الرياح الأبصال - الكورمات (القلقاس)

## س ١٢ - علل : النفاف المحلاق حول الدعامة

- سبب النفاف المحلاق حول الدعامة هو بطء نمو المنطقة الملازمة للدعامة وزيادة نمو المنطقة البعيدة عن الدعامة ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيز الاوكسينات على الجانبين.

## س ١٣ - علل : تتميز النباتات المتسلقة بوجود محاليق .

- لأن النباتات المتسلقة تخلق أنسجتها من الأنسجة الدعامية فلا يستقيم النبات رأسيا لأعلى إلا بمساعدة المحلاق الذي ينمو في الهواء فإذا وجد جسما صلبا فيلتف حولها ويتقلص باقي المحلاق فيجذب النبات المتسلق نفسه جهة الدعامة فيستقيم رأسيا وينمو لأعلى.

س ١٤ - علل : هبوط الكورمات والأبصال إلى مستوى مناسب تحت سطح التربة  
- لحماية السوق الأرضية (الكورمات والأبصال) وتدعيم الأجزاء الهوائية ضد الرياح

ثانياً : الحركة في الإنسان :- تعتمد الحركة على ثلاثة أجهزة هم:

١- الجهاز الهيكلي : يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات - يعمل كدعامة للأطراف المتحركة - تلعب المفاصل دوراً هاماً في حركة أجزاء الجسم المختلفة.

٢- الجهاز العصبي : يعطي الأوامر في شكل سيالات عصبية للعضلات لكي تنقبض أو تتبسط.

٣- الجهاز العضلي : يشمل :- العضلات الإرادية (الهيكليّة أو المخططة) وهي معظم عضلات الجسم. العضلات اللاإرادية كالعضلات الملساء وعضلة القلب.

**الجهاز العضلي :** مجموعة من العضلات التي بواسطتها يمكن تحريك أجزاء الجسم المختلفة. (حوالي ٦٢٠ عضلة أو أكثر) العضلات: مجموعة من الأنسجة العضلية تساعد الجسم على القيام بحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان لآخر وظائف العضلات:

١- الحركة (تغير وضع عضو معين بالنسبة لبقية الجسم). ٢- الانتقال من مكان على آخر.

٣- استمرار تحرك الدم في الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم داخل الأوعية الدموية عن طريق انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران الأوعية الدموية.

٤- المحافظة على توازن الجسم أثناء الجلوس أو الوقوف وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية. ١٥- علل : اتزان الرأس على الجسم - وذلك بفضل انقباض عضلات الرقبة

١٦- علل : الدم في حركة مستمرة داخل الأوعية الدموية

- وذلك بفضل انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران الأوعية الدموية

**تركيب العضلة:** العضلة ← حزم عضلية ← ألياف عضلية تتكون الليفة العضلية من:

١- البروتوبلازم (المادة الحية). ٢- السيتوبلازم يسمى الساركوبلازم.

٣- غشاء الخلية يسمى ساركوليمًا. ٤- عدد كبير من الأنوية.

٥- لللياف عضلية ( من ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ ) مرتبة طولياً وموازية للمحور الطولي للعضلة وهي نوعان من الخيوط البروتينية :

- الأكتين : خيوط بروتينية رفيعة الميوسين : خيوط بروتينية سميكة

س١٧- علل : العضلات الهيكلية والقلبية مخططة والعضلات الملساء غير مخططة

\* تتأوب المناطق الداكنة مع المناطق المضيئة تظهر في العضلات

الهيكليّة والعضلات القلبية لذا تسمى بالعضلات المخططة , ولا توجد هذه المناطق في العضلات الملساء لذا تسمى بالعضلات غير المخططة

أنواع العضلات : كما بالجدول المقابل

**الانقباض العضلي** " في العضلات الهيكلية الإرادية "

١- يحمل السطح الخارجي لغشاء الليفة

العضلية شحنة موجبة ويحمل السطح الداخلي لغشاء الليفة العضلية شحنة سالبة، ينشأ عن

ذلك فرق في الجهد نتيجة الفرق في

تركيز الأيونات بين السطح

الخارجي والداخلي لغشاء الليفة العضلية.

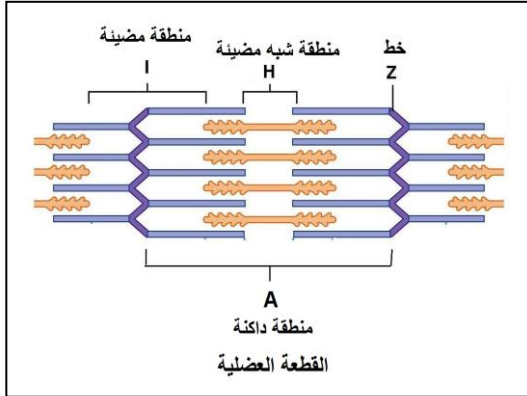
٢- يوجد تشابك عصبي بين

التفرعات النهائية للخلايا العصبية وغشاء الليفة العضلية.

٣- تحتوي النهايات العصبية

للخلايا العصبية على حويصلات بها النواقل العصبية مثل الاستيل كولين.

٤- عند وصول السيل العصبي إلى هذه الحويصلات, تقوم أيونات الكالسيوم بتحرير النواقل العصبية (الاستيل كولين) من حويصلات التشابك.



- **القطعة العضلية :** المسافة بين كل خطين متتاليين ( Z ) الموجودة في منتصف المناطق المضيئة.

عضلات ملساء	عضلات قلبية	عضلات هيكلية
لا ارادية	لا ارادية	ارادية
غير مخططة	مخططة	مخططة
عضلات الأوعية الدموية	عضلات القلب	عضلات الذراعين والرجلين

حالتها أثناء الانقباض	التفسير	المنطقة
يقبل حجمها	تنشأ من تراكم خيوط الأكتين معا وينصفها خط داكن ( Z )	المضيئة ( I )
لا يتغير حجمها	تنشأ من تراكم خيوط الأكتين, والميوسين معا ويتوسطها منطقة شبه مضيئة	الداكنة (المعتمة) ( A )
تختفي	تنشأ من تراكم خيوط الميوسين معا	شبه المضيئة ( H )

- ٥- تصل النواقل العصبية إلى سطح الليفة العضلية الإرادية مسببة تلاشي فرق الجهد على سطحي غشاء الليفة العضلية وانعكاسها (إزالة الاستقطاب) ويصبح السطح الخارجي لغشاء الليفة العضلية سالباً، والسطح الداخلي موجباً ويرجع ذلك لزيادة نفاذية أيونات  $Na^+$  التي تدخل بكميات كبيرة داخل غشاء الليفة العضلية مسببة انقباض العضلة.
- ٦- يعمل أنزيم كولين استيريز على تحطيم مادة الاستيل كولين ويحولها إلى كولين وحمض خليك لكي يتلاشى تأثير المنبه ويصبح غشاء الليفة العضلية جاهزاً لاستقبال مؤثر جديد

#### آلية انقباض العضلة: (نظرية الخيوط المنزلة)

- اقترح هكسلي فرضية الخيوط المنزلة (نظرية الانزلاق) لتفسير انقباض العضلات.
- س١٨- علل : تعتبر فرضية هكسلي (فرضية الخيوط المنزلة) أدق الفروض التي تفسر الانقباض العضلي لأن هذه الفرضية تعتمد على التركيب المجهرى الدقيق لألياف العضلات التي تتكون من مجموعة ليفيات (الاكتين والميوسين)
- قارن هكسلي باستخدام المجهر الالكتروني بين ليفة عضلية منقبضة وأخرى منبسطة ... واستنتج أن :
- الخيوط البروتينية (الاكتين والميوسين) تنزلق الواحدة فوق الأخرى. مما تسبب انقباض أو تقلص العضلة.
- توجد روابط مستعرضة تمتد من خيوط الميوسين وتتصل بخيوط الاكتين. هذه الروابط تتكون بمساعدة أيونات الكالسيوم.
- يحدث الانقباض العضلي عندما تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب خيوط الاكتين في اتجاه بعضها البعض ينتج عنها انقباض الليفة العضلية.

#### س١٩- علل : تلعب أيونات الكالسيوم دوراً هاماً في انقباض العضلات

هذه النظرية لم تفسر آلية انقباض العضلات الملساء رغم وجود خيوط بروتينية تشبه لحد كبير خيوط الاكتين الموجودة في العضلات الهيكلية

- تقوم أيونات الكالسيوم بتحرير النواقل العصبية (الاستيل كولين) من حويصلات التشابك عند وصول السيال العصبي إلى هذه الحويصلات
- تساعد أيونات الكالسيوم في تكوين روابط مستعرضة تمتد من خيوط الميوسين وتتصل بخيوط الاكتين حيث تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب خيوط الاكتين في اتجاه بعضها البعض ينتج عنها انقباض الليفة العضلية وذلك بمساعدة **ATP**

الوحدة التركيبية للعضلة : الليفة العضلية  
الوحدة الوظيفية للعضلة : الوحدة الحركية  
أصغر وحدة انقباض في العضلة : القطعة العضلية

الوحدة الحركية: (الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية) : انقباض العضلات هو محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المولفة للعضلة.  
تركيب الوحدة الحركية: - تتكون من مجموعة من الألياف العضلية يغذيها ليف عصبي حركي .

- عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة فإنه يتفرع إلى فروع عصبية تتصل مع عدد من الألياف العضلية يتراوح ما بين (٥ - ١٠٠) ليف عضلي.
- الوصلة العصبية العضلية : مكان اتصال التفرعات النهائية لكل ليف عصبي بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية
- إجهاد العضلة:

- يحدث إجهاد العضلة نتيجة انقباضها بصورة متتالية وسريعة وذلك لأن الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من الأكسجين لإنتاج الطاقة - لذا تلجأ العضلة إلى تحويل الجلوكوز إلى سكر جلوكوز الذي يتأكسد بالتنفس اللاهوائي لإنتاج الطاقة وينتج من ذلك تراكم حمض اللاكتيك الذي يسبب تعب العضلة وإجهادها.

#### الشد العضلي:

- يحدث الشد العضلي بسبب تناقص جزيئات **ATP** في العضلة مما يؤدي إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة انقباض مستمر
- عند الراحة تصل العضلة كمية كافية من الاكسجين وتقوم العضلة بالتنفس الهوائي ونتاج كميات كبيرة من **ATP** تعمل على انفصال الروابط

المستعرضة عن خيوط الاكتين وانبساط العضلة وبالتالي تبدأ العضلة في الانقباض والانبساط من جديد

- يحدث الشد العضلي أيضاً بسبب وصول نبضات عصبية غير صحيحة من المخ إلى العضلات مما يتعارض مع الأداء الطبيعي لها
- يتسبب الشد العضلي الزائد عن الحد أحياناً في تمزق العضلات وحدوث نزيف

