الدكتور موسى الحمود

دكتوراه في علم وظائف الاعضاء

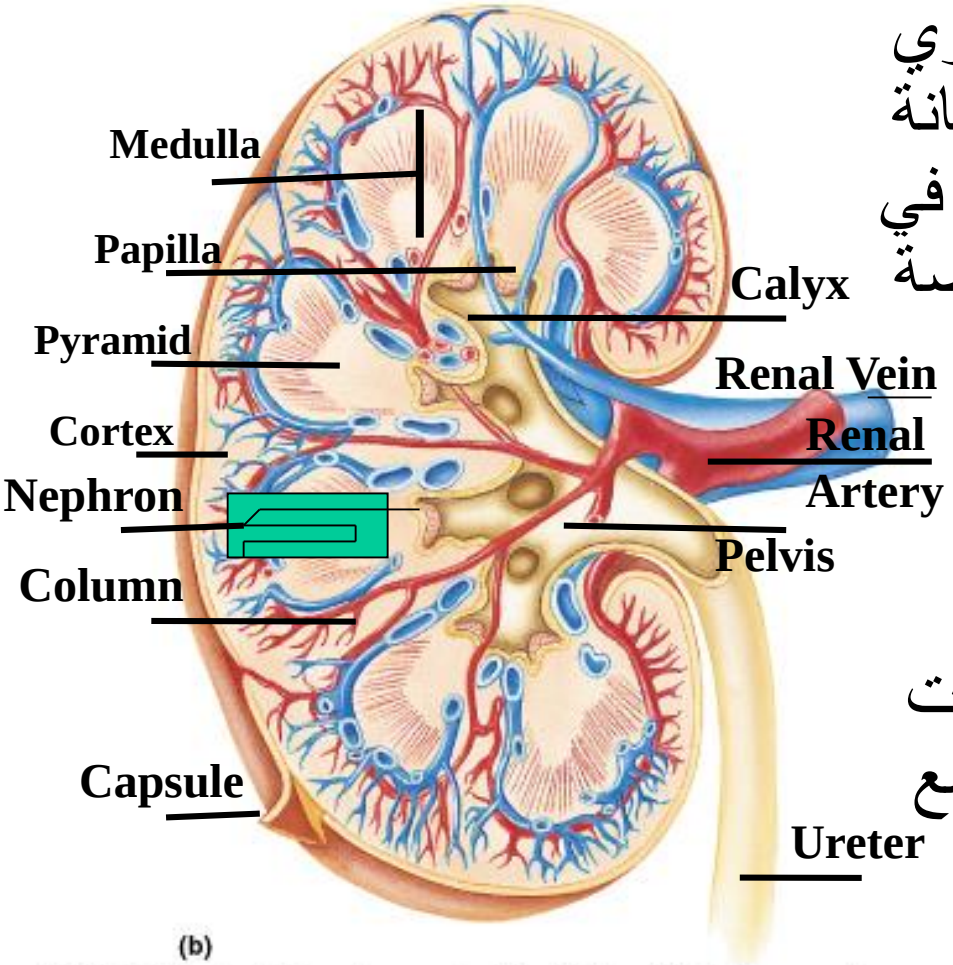
- تعد الكلية أحد الأعضاء النبيلة في الجسم، فالقصور التام للكليتين ← الوفاة
- تتأثر الكلية بكثير من أمراض الأعضاء الأخرى و لاسيما جهاز القلب و الدوران
- أمراضها تأثر على جميع الأجهزة
- يستطيع الإنسان الاستمرار في الحياة عند بقاء ١/٣ الكليونات سليمة

وظائف الكلية

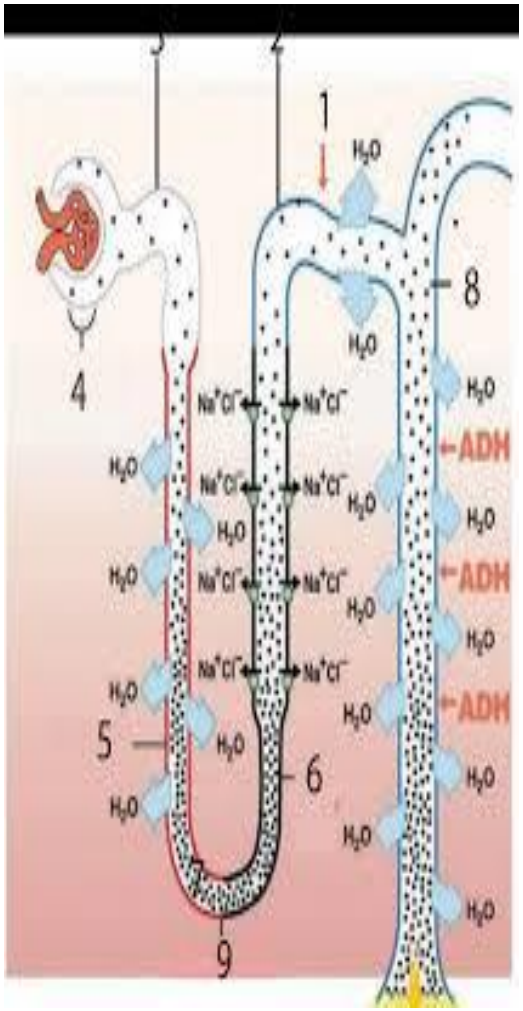
- الإطراح و تنقية الدم من الفضلات و السموم و الأدوية
- إعادة امتصاص الغذيات و السكاكر
- استتباب توازن السوائل و الشوارد
- استتباب التوازن الحمضي القلوي: إفراز H^+ و إعادة امتصاص HCO_3^-
- استتباب الضغط الدموي: رينين-أنجيوتنسين٢-ألدوستيرون
- استتباب مستوى الأكسجين EPO
- استتباب التوازن الكلسي Vit D3

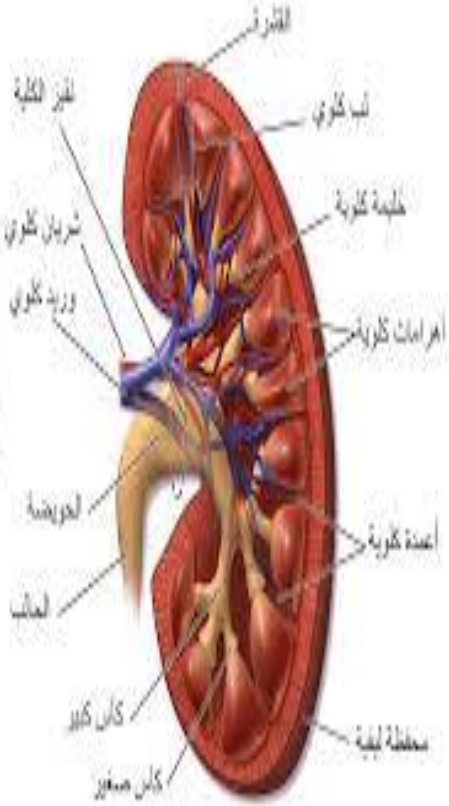
الكلية

- تحاط الكلية بمحفظة ضامة
- من الداخل: القشر، محيطي يحوي معظم الكليون، ثم اللب أكثر ثخانة يحوي أهرامات مالبيكي تجتمع في كؤيسات التي تجتمع في الحويضة ثم الحالب
- الشريان الكلوي يتفرع إلى الشرينات الواردة ثم شعيرات الكبيبة الكلوية تخرج بالشرين الصادرالذي يتفرع إلى الشعيرات المستقيمة حول النبيبات ثم تجتمع بالوريدات فالوريد الكلوي

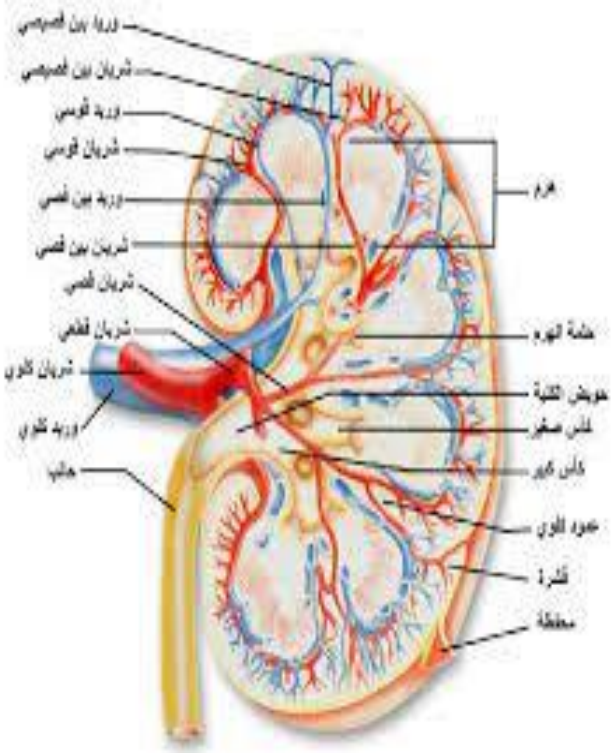


Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

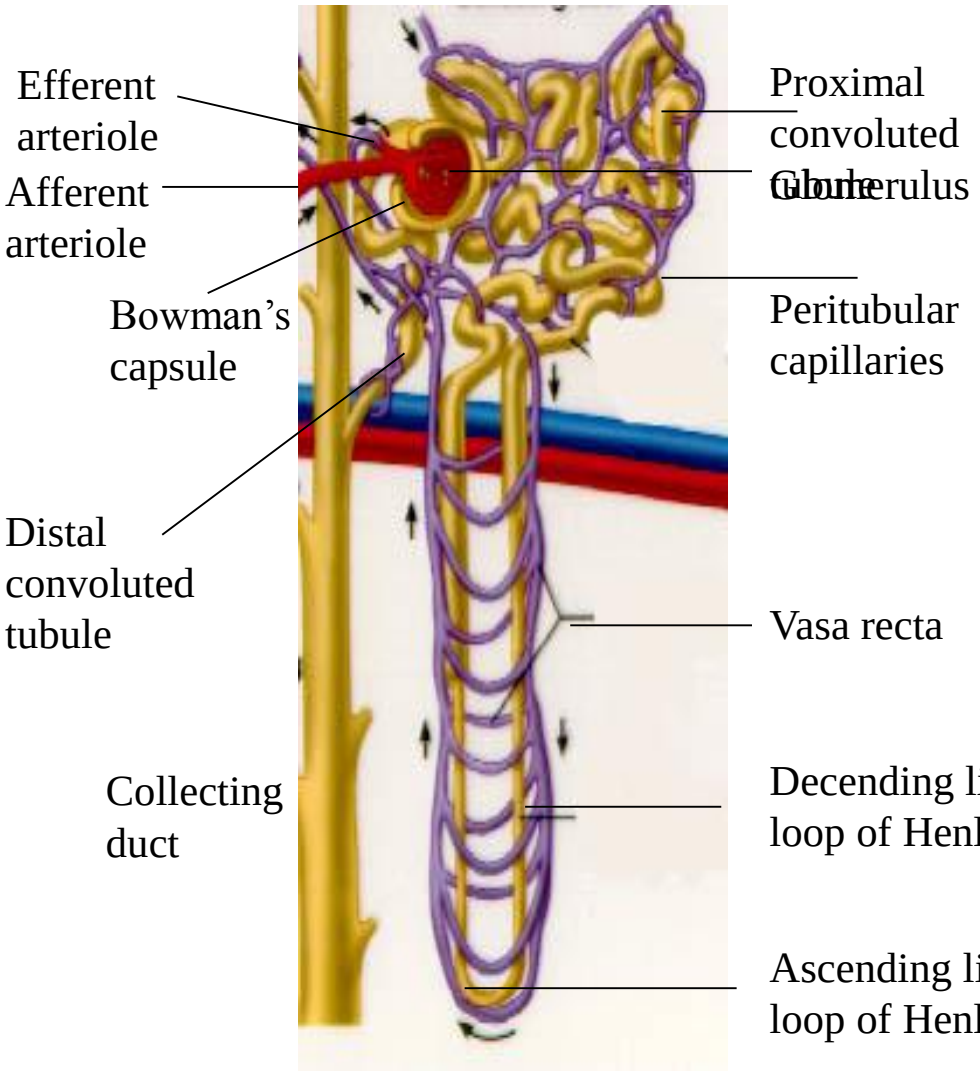




تشريح الكلية



الكليون



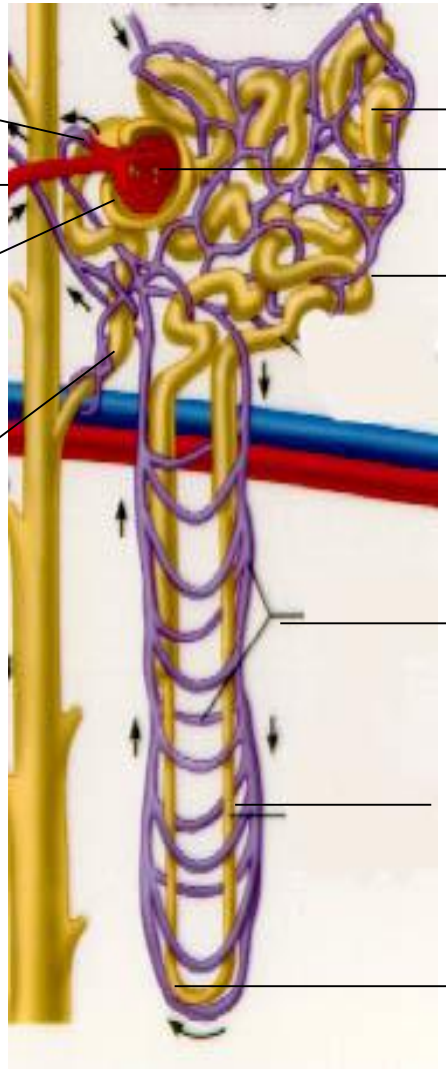
- الكليون هو الوحدة الوظيفية، كل كلية تحوي مليون كليون يتألف من :

- الكبيبة: شعريات تحاط بمحفظة بومان مؤلفة من وريقتين بينهما جوف يتمادى مع الأنبوب الكلوي

- الأنبوب الكلوي: يتألف من:

الأنبوب القريب يتمادى مع محفظة بومان و يوجد في القشر، الخلايا غنية بالمتقدرات ، يتميز بالنقل و الامتصاص، ثم

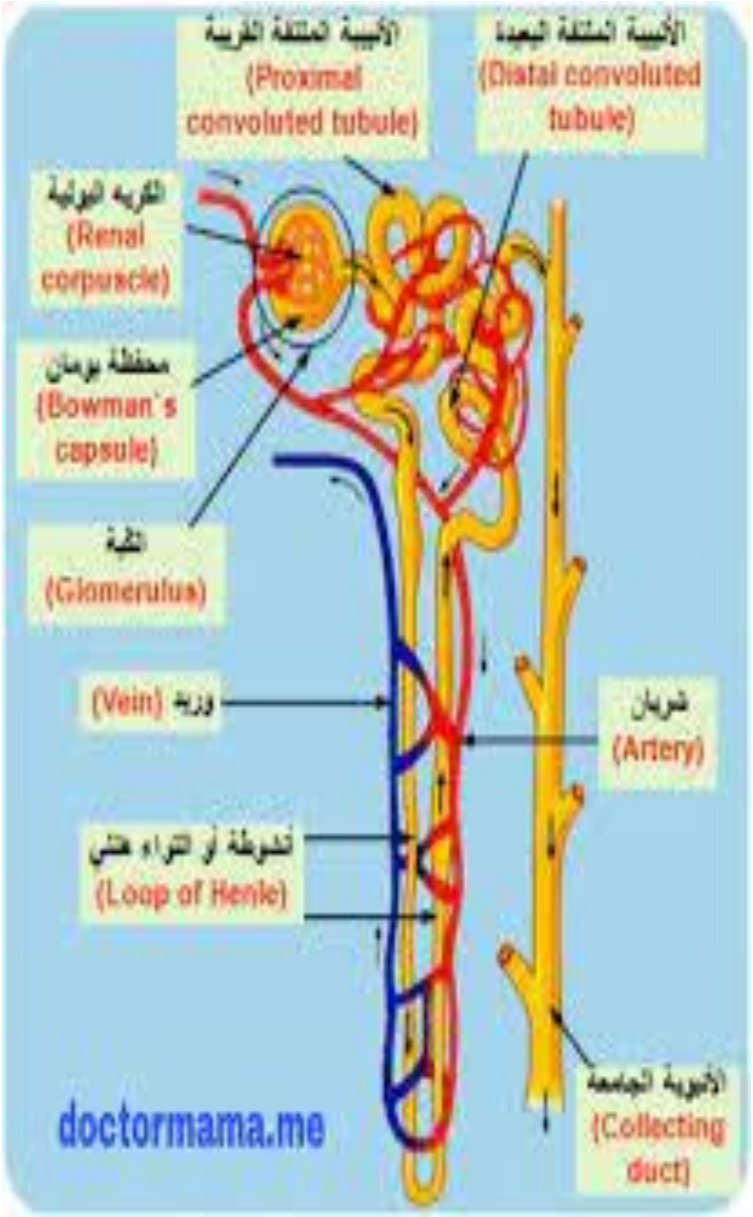
الكليون

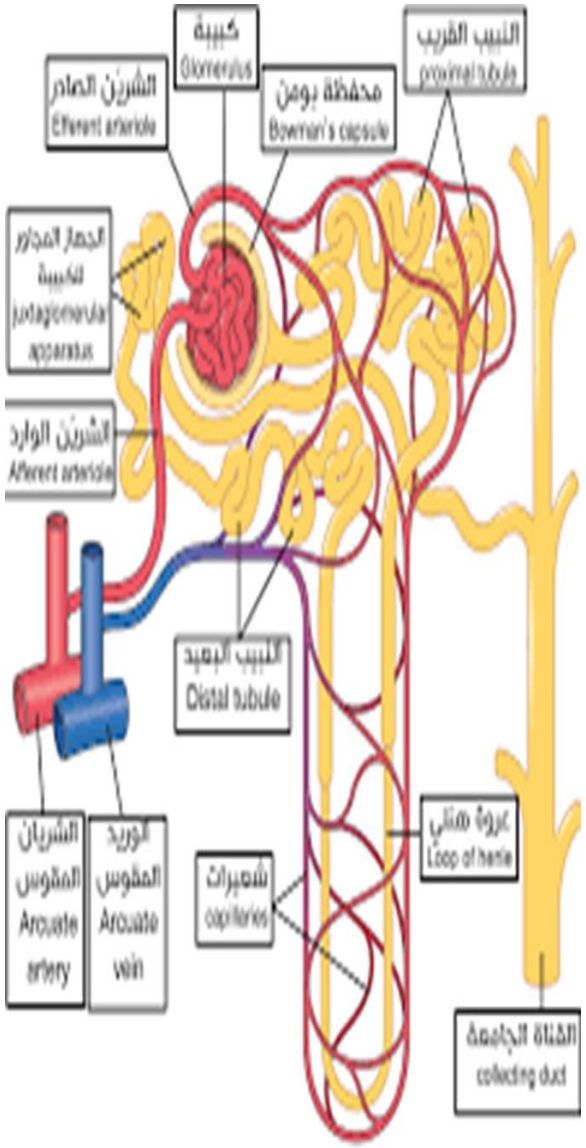


عروة هائلة شكل U الشعبة النازلة نحو اللب نفوذة للماء و الصاعدة نحو القشر خلاياها غنية بالمتقدرات تتميز بعودة الامتصاص، ثم

الأنبوب البعيد: قسم مستقيم ثم معوج، ثم

الأنبوب الجامع: يتجه نحو اللب ليفرغ في الكؤيسات، مهم في تمديد و تكثيف البول


الأنبيبة الملتفة القريبة
(Proximal convoluted tubule)
الأنبيبة الملتفة البعيدة
(Distal convoluted tubule)
الكريه البولية
(Renal corpuscle)
محفظة بومان
(Bowman's capsule)
الكبة
(Glomerulus)
وريد (Vein)
شريان
(Artery)
الخطة أو الثراء الحلقي
(Loop of Henle)
الأنبوبة الجامعة
(Collecting duct)
doctormama.me


كبيبة
Glomerulus
الشريان الصادر
Efferent arteriole
محفظة بومن
Bowman's capsule
التنيب القريب
proximal tubule
الجهاز المجاور
للكبيبة
juxtaglomerular
apparatus
الشريان الوارد
Afferent arteriole
التنيب البعيد
Distal tubule
الشريان
المقوس
Arcuate
artery
الوريد
المقوس
Arcuate
vein
شعيرات
capillaries
عروة هنلي
Loop of henle
القناة الجامعة
collecting duct

- يصل الكلية ٢٠-٢٥% (١٢٠٠مل / د) من نتاج القلب
- الضغط الشرياني داخل الكلية مرتفع: ١٠٠ممز في الشريان الكلوي، 55ممز في الكبيبات، ٨ ممز في الوريد
- تلعب جملة الرينين-أنجيوتنسين٢ و البروستاغلاندينات المفرزة من الكلية دورا هاما في تنظيم الجريان الكلوي

الوظيفة الإطراحية

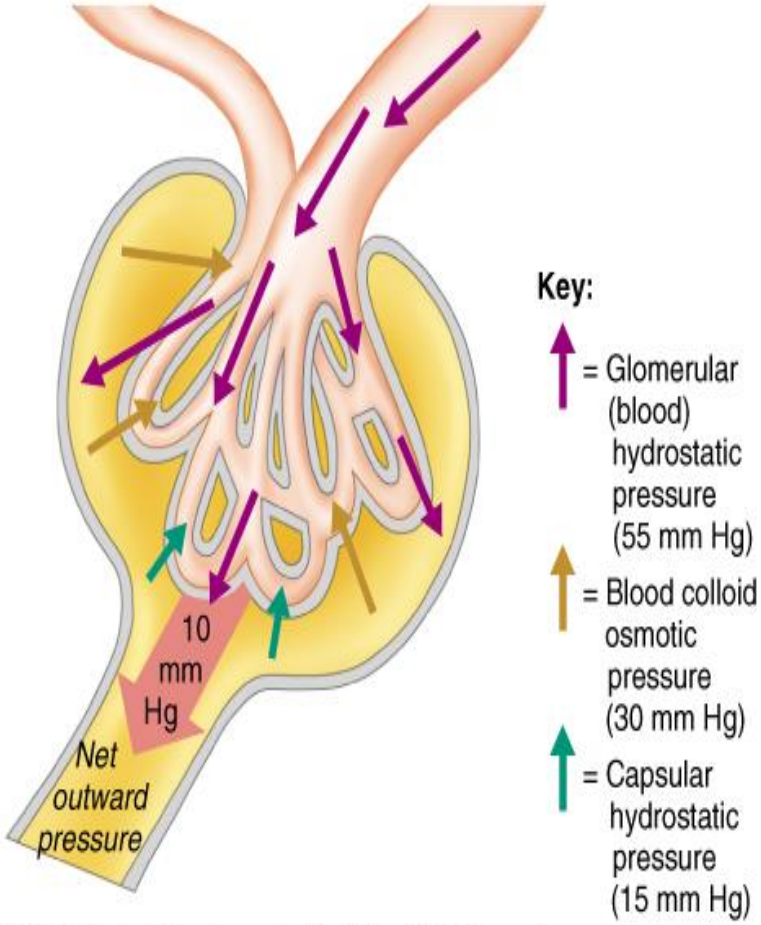
- الترشيح الكبيبي: يرشح خمس المصورة
- إعادة امتصاص السكاكر و الغذيات و بعض الشوارد
- إفراز المواد المراد إطراحها

الترشيح الكبيبي

- الرشاحة الكبيبية تشبه المصورة دون بروتينات (البروتينات و الكريات لا تمر بسبب الحجم الكبير و الشحنة السالبة)
- يرتبط الترشيح بمساحة و نفوذية غشاء

الترشيح و الضغوط على طرفي الغشاء:

- ضغط الدم السكوني ٥٥ممز: اتجاه الرشاحة
- ضغط الدم الحلولي ٣٠ممز: عكس الرشاحة
- الضغط السكوني داخل محفظة بومان ١٥ممز عكس الرشاحة
- المحصلة ١٠ممز مع الرشاحة



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

الترشيح الكبيبي

- معدل الترشيح ١٢٥مل/د أي ١٨٠ل/يوم
- ↑ الرشاحة:

- ↑ الجريان (↑ حجم الدم أو توسع الشرين الوارد)
- ↓ ضغط الدم الحلولي

- ↓ الرشاحة:

- ↓ الجريان (↓ حجم الدم كما في النزوف)
- ↑ ضغط الدم الحلولي
- ↑ الضغط السكوني داخل محفظة بومان (عائق أمام سير البول)
- ↑ ثخانة غشاء الترشيح أو ↓ نفوذيته

إعادة الامتصاص

- الأنبوب القريب: يمتص ٨٠% من الرشاحة (الماء، السكاكر، الحموض الأمينية) و يبقى السائل معادل التوتر.
- مضخة Na^+-K^+ (ATPase) تخرج نحو الأنبوب ٣ Na^+ و تدخل ٢ K^+ إلى الخلية ثم إلى السائل الخلالي ← ↓ Na^+ داخل الخلايا ← دخول Na^+ إلى الخلايا بسبب ممال الضغط و بوجود ناقل بروتيني ينقل أيضا السكاكر و الحموض الأمينية (النقل المرافق للصوديوم)، يتبع الماء تيار Na^+ بسبب فارق الضغط الحلولي، ثم يخرج Na^+ إلى السائل الخلالي بالمضخة ثم إلى الدم و تتبعه بقية المواد بفرق التركيز و الماء بفرق الضغط الحلولي
- ↓ Na^+ داخل الخلايا هو المحرك الرئيسي لعودة الامتصاص في الأنبوب القريب

إعادة الامتصاص

- عروة هانلة: يمتص ١٥% من الماء و بعض الشوارد

- القطعة النازلة (قطعة التكثيف) شديدة النفوذية للماء و غير نفوذة للعناصر الأخرى فيمتص الماء
- القطعة الصاعدة (قطعة التمديد) كتيمة للماء و نفوذة للشوارد التي تمتص و يبقى الماء

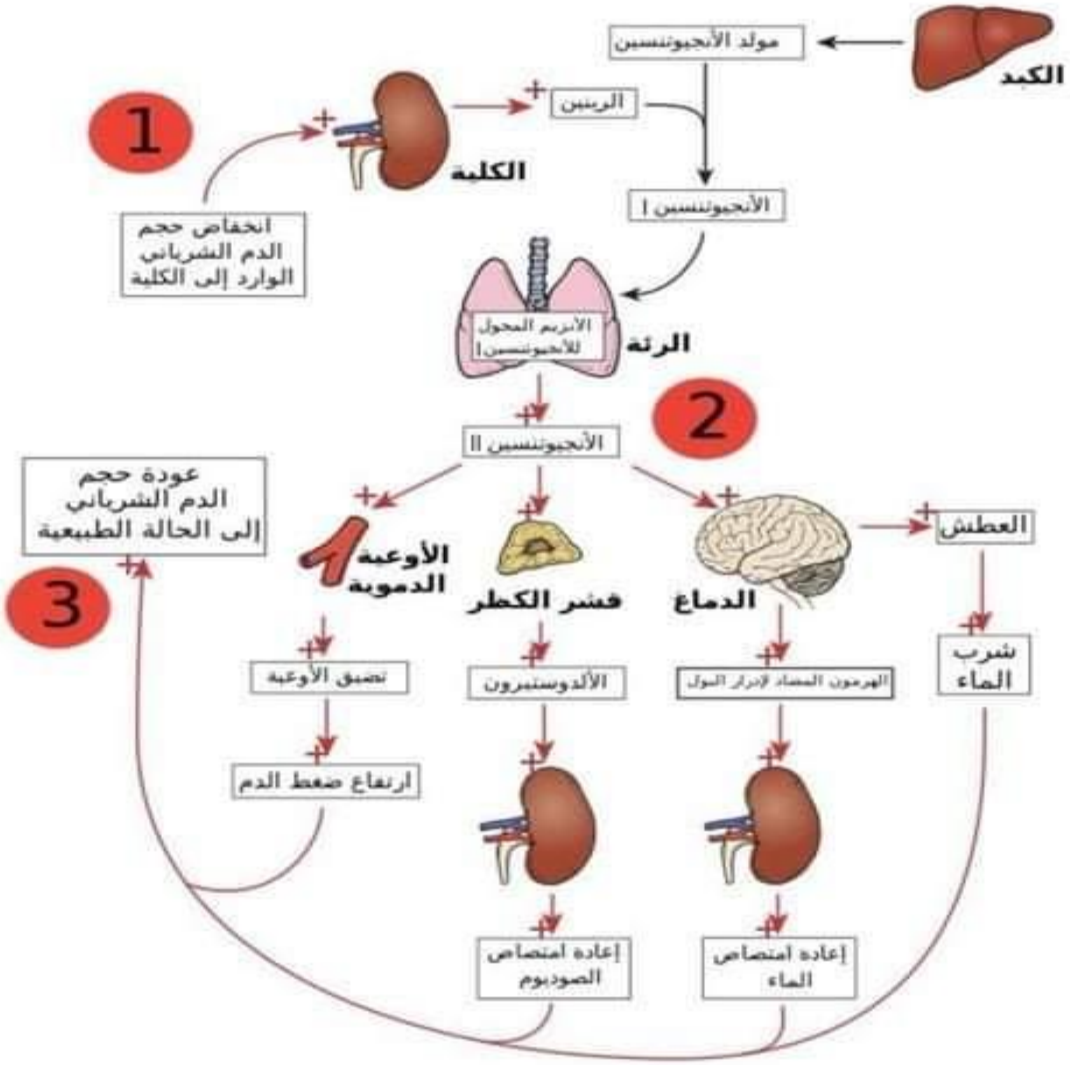
النقل الفعال للكلور من الرشاحة إلى الخلايا ثم السائل الخلالي في القطعة الصاعدة يدفع الشوارد الموجبة للحاق به ← ↑ حلولية السائل الخلالي ← امتصاص الماء في القطعة النازلة

إعادة الامتصاص

- الأنبوب البعيد و الجامع: يمتص الماء و الشوارد و تطرح المواد حسب ضغط الدم الحلولي و تركيز المواد في المصورة إما بشكل منفعل دون طاقة أو بالنقل الفعال
- الألدوستيرون يزيد امتصاص Na^+ و الماء و إطراح K^+ في الأنبوب البعيد
- ADH ↑ نفوذية خلايا الأنبوب الجامع للماء ← امتصاص الماء (الفرصة الأخيرة للحفاظ على الماء)
- **بعض خلايا الأنبوب البعيد و الجامع تفرز H^+ فتعيد استتباب PH و تطرح فضلات الاستقلاب (البولة و الكرياتينين)**

دور الكلية في الضغط الشرياني

جملة الرينين-أنجيوتنسين: تفرز الكلية الرينين عند نقص ترويتها الذي يفعل الأنجيوتنسين١ الذي يتحول إلى أنجيوتنسين٢ و هو مقبض وعائي شديد على مستوى الشرينات ← ↑ AP، و يحرض إفراز الألدوستيرون الذي يعمل على حبس الملح والماء و إعادة امتصاصهما من الكلية، و يزيد حساسية الأوعية للمقبضات



مخطط يوضح مكونات نظام الرينين أنجيوتنسين الدوسترون.

وظائف أخرى للكلية

- تساهم الكلية في استتباب مستوى الأكسجين عن طريق إفراز EPO ← تنشيط تولد الكريات الحمراء
- استتباب التوازن الكلسي:تحت تأثير هرمون جارات الدرق PTH إطراح PO_4^- و إنتاج Vit D3 ← ↑ امتصاص Ca^{++} من الأمعاء ← ↑ Ca^{++} في الدم

تركيب البول

- حجم البول اليومي ١٥٠٠مل و يختلف حسب الجهد و التعرق و الحرارة و المدخول المائي
- كثافته ١,٠٢-١,٠٢٨ و تختلف حسب حجمه
- PH ٤,٥-٨ حسب حالة العضوية و الغذاء
- يحوي الماء و الشوارد (Na, Cl, K, P, S)، بولة، كرياتينين و فضلات الاستقلاب
- قد يحوي آثارا من البروتين، ٢-٣ كريات حمر أو بيض
- **لا يحوي سكرا**

إفراغ البول

- يتجمع البول في المثانة، تثار الرغبة بالتبول عند ٣٥٠مل يثار منعكس التبول فتذهب تنبيهات إلى مركز التبول (النخاع العجزي) و تعود تنبيهات ودية مقبضة للمثانة و مرخية للمصرة الداخلية اللاإرادية، بعدها يرسل قشر المخ تنبيهات مقبضة أو مرخية إلى المصرة الخارجية الارادية حسب الظروف، فيحدث التبول أو يؤجل
- تحصر المثانة حتى ٧٠٠مل، بعدها قد يحدث إفراغ لاإرادي

آليات التوازن الحمضي القلوي

- $[H^+] \uparrow = PH \downarrow$ = الحماض ← تثبيط الجهاز العصبي (سبات)
- $[H^+] \downarrow = PH \uparrow$ = القلاء ← استثارة الجهاز العصبي (تكزز و اختلاجات)
- آليات استتباب التوازن الحمضي القلوي:

- إنتاج الحموض و الأسس
- طرح الحموض و الأسس
- الجمل الدارئة الكيميائية

كيمياء الحموض و الأسس

- الحمض مركب كيميائي مانح لH^+ بينما الأساس متلق لها
- تقاس قوة الحمض بميله للتشرد و إعطاء H^+ بسهولة بينما تقاس قوة الأساس بمدى ألفته و اتحاده مع H^+
- HCL حمض قوي لأنه شديد التشرد بينما H_2CO_3 حمض ضعيف لأنه ضعيف التشرد
- OH^- من الأسس القوية لشدة ألفته ل H^+ بينما $H_2PO_4^-$ أساس ضعيف
- الحموض و الأسس الضعيفة أساس الجمل الدارئة في الجسم
- الشوارد السالبة في الجسم كالبروتينات تلعب دور أسس لاتحادها مع H^+

أهمية استتباب PH

- الحفاظ على PH طبيعي أمر أساسي لاستمرار الحياة
- PH السوي في **الدم** = ٧,٣٦ – ٧,٤٥ (حدود ضيقة)
- هامش PH المتوافق مع الحياة بين ٦,٨ و ٨
- يختلف PH حسب النسج فعصارة المعثكلة قلوية بينما العصارة المعدية حمضية حسب الجمل الإنظمية
- ينتج الاستقلاب الكثير من H^+ على شكل حموض ضعيفة (حمض الكبريت، حمض الفسفور)، يقوم الجسم بتعديلها بوساطة الجمل الدارئة أو بطرحها عن طريق الكلية و الرئة للحفاظ على الاستتباب

درء الإنتاج الزائد من H^+

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

- الإنظيم المسؤول عن هذا التفاعل هو أنهيدراز كاربونيك
- العامل الأول في تنظيم PH هو الجمل الدارئة الموجودة داخل معظم الخلايا و تستجيب خلال جزء من الثانية
- العامل الثاني هو التنفس: PH ↓ ← ↑ معدل التنفس و العكس صحيح و يستجيب خلال ١-١٢ د
- العامل الأهم و الأقوى هو الإطراح الكلوي و يتدخل من خلال زيادة أو نقصان إطراح الحموض في البول و لكنه يحتاج وقتا أطول (ساعات إلى أيام)

الجمل الدارئة

- جملة مكونة من حمض ضعيف مع ملحه القلوي قوي التشرد أو من أساس ضعيف مع ملحه الحمضي قوي التشرد
- ٣ جمل أساسية:

- البروتينات الخلوية و الدموية و من أهمها الخضاب
- جملة البيكربونات
- جملة الفوسفات

- لكل من هذه الجمل درجة PH تكون قوتها الدارئة أعظمية و تدعى pK

تحول الجمل الدارئة الحمض القوي إلى حمض ضعيف

$$HCl + NaHCO3 \longrightarrow H_2CO_3 + NaCl$$

حمض قوي ملح قلوي حمض ضعيف ملح

جملة البيكربونات

- تتألف من H_2CO_3 و $NaHCO_3$
- pK = ٦,١ و هي أصغر كثيرا من القيمة السوية لPH الدم (٧,٤) ← قوتها الأعظمية في الحماض
- أهميتها هو قدرة الجسم الكبيرة على التحكم بكمية HCO_3^-، فالكلية تطرح و تعيد امتصاص البيكربونات حسب مستواها في الدم و التنفس يطرح CO_2 الذي يمكن أن يتحول إلى HCO_3^-

جملة الفوسفات

- تتألف من H_3PO_4 و Na_2HPO_4
- pK = ٦,٨ و هي أصغر و لكنها قريبة من القيمة السوية
- تراكيزها قليلة (أقل من البيكربونات ب١٢ مرة)
- مهمة داخل الخلايا و لاسيما خلايا النبيبات الكلوية بسبب تركيزها المرتفع و انخفاض PH داخل الخلايا

جملة البروتينات و الخضاب

- هي شوارد سالبة لاقطة لH^+
- الأكثر أهمية لسببين:

- وفرة البروتينات الخلوية و الدموية
- pK قريبة من القيمة السوية لPH الدم (تختلف حسب الحموض الأمينية المكونة)

- مسؤولة عن ¾ القوى الدارئة داخل الخلية
- أقل أهمية خارج الخلية بسبب بطء حركة H^+ و HCO_3^- عبر الغشاء الخلوي

تحكم التنفس بالتوازن الحمضي القلوي

- يعتمد PH الدم على كمية CO_2 الناتج عن تفكك H_2CO_3 الناتج عن الاستقلاب
- تعتمد آلية تحكم التنفس بالتوازن الحمضي القلوي على:

١. CO_2 ↑ ← PH ↓ (الحماض) ← التهوية السنخية و ↑ طرح CO_2 ← PH ↑ و العكس صحيح

٢. H^+ تنبه مركز التنفس مباشرة ← التهوية السنخية

- الطاقة الدارئة للتنفس > مرتين من مجموع قدرات الجمل الدارئة الكيميائية

تحكم الكلية بالتوازن الحمضي القلوي

- الكلية هي العامل الأهم و الأقوى في التحكم بالتوازن الحمضي القلوي و لاسيما على المدى الطويل من خلال زيادة أو نقصان إطراح الحموض في البول
- الأليات:

١- الجمل الدارئة الكيميائية و لاسيما الفسفات

٢- طرح أو إعادة امتصاص H^+ و HCO_3^-

٣- تشكيل الأمونيا

اضطرابات التوازن الحمضي القلوي

- تصنف اضطرابات التوازن الحمضي القلوي إلى:

- اضطرابات استقلابية (حماض أو قلاء) ناتجة عن تبدلات البيكربونات و بقية الحموض غير الكربونية
- اضطرابات تنفسية (حماض أو قلاء) ناتجة عن تبدلات $PaCO_2$

- قد يتشارك اضطراب استقلابي و تنفسي و قد يبدأ نمط ما و يتحول إلى نمط آخر بألية معاوضة
- تنتج الأعراض عن سبب الاضطراب و تغيرات PH و مظاهر المعاوضة

الاضطرابات الاستقلابية

- تنتج عن تبدلات البيكربونات و بقية الحموض غير الكربونية (جميع الأسباب عدا تبدلات CO_2)
- الحماض الاستقلابي: PH< ٧,٣٦، ينتج عن

- ↓ HCO_3^- : الفقد عن طريق جهاز الهضم (الإسهال و القياء) أو عن طريق الكلية (مثبطات إنظيم أنهيدراز كربونيك)
- ↑ إنتاج الحموض غير الكربونية ← ↑ الحاجة للبيكربونات : الحماض الكيتوني السكري، الحماض اللبني، فرط الاستقلاب (التمارين الشديدة) أو نقص طرح نواتج الاستقلاب (الصدمة و قصور القلب)، التسمم بالسليسيلات

القلاء الاستقلابي

- PH> ٧,٤٥، ينتج عن:

- ↑ HCO_3^- : ↑ الوارد فمويا (مضادات الحموضة) أو وريديا،
- ↓ H^+: الفقد عن طريق الكلية (المدرات أو ↑ الألدوستيرون و الكورتيزول) أو عن طريق الهضم (القياء الشديد، غسيل المعدة، سحب مفرزات المعدة)

الاضطرابات التنفسية

- الحماض التنفسي: ينتج عن ↓ التهوية ← ↑ CO_2
- الأسباب:

- رئوية: انسداد الطرق الهوائية أو تأذي غشاء التبادل التنفسي (النفاخ)
- عصبية: أذية مركز التنفس، المسكنات و المنومات المثبطة للتنفس
- عضلية: الوهن العضلي الوبيل
- هيكلية: تشوهات جدار الصدر الشديدة

القلاء التنفسي

- ينتج عن فرط التهوية $\leftarrow CO_2 \downarrow \leftarrow PH \uparrow$
- الأسباب:

- فرط التهوية الهيستريائي
- فرط التهوية بسبب $O_2 \downarrow$ (المرتفعات)
- فرط التهوية المعاوض في الحماض الاستقلابي

تأثيرات الحماض

- تثبيط القلب بسبب ↓ القلوصية
- تقبض وعائي ارتكاسي بسبب ↑ الأدرينالين
- اضطرابات ذهنية و السبات عند PH = ٧
- غثيان و قياء
- شح البول
- تلين العظام
- فرط تهوية في الحماض الاستقلابي ← قلاء تنفسي معاوض

تأثيرات القلاء

- فرط استثارية الجملة العصبية المركزية ← هياج و نوبات صرعية
- فرط استثارية الأعصاب المحيطية ← التكزز العضلي (الاختناق بسبب تكزز عضلات التنفس)
- نقص أكسجة بسبب ↓ تحرر الأكسجين من الخضاب
- نقص تهوية في القلاء الاستقلابي ← حماض تنفسي معاوض

الطاقة

- الحاجة الطاقية: هي كمية الطاقة اللازمة لتغطية الاستقلاب الأساسي و العمل الذي نقوم به
- تختلف حسب العمر و الحالة الصحية و المجهود المبذول
- الاستقلاب الأساسي هو معدل الاستقلاب الأدنى في حالة الراحة المطلقة، و الطاقة اللازمة ١٣٠٠-١٦٠٠كيلوكالوري
- نحصل على الطاقة من الغذيات و الفائض يخزن ← البدانة
- النسبة المثالية: ٥٥% سكريات، ٣٠% دسم، ١٥% بروتينات
- منسب كتلة الجسم (BMI) ≈ الوزن(كغ) / مربع الطول(م)
- القيمة السوية: ١٨,٥- ٢٤,٩

الطاقة

- يتعلق معدل الاستقلاب الأساسي:

- كتلة الجسم غير الشحمية
- النمو: يرتفع عند الأطفال
- الحالة الفيزيولوجية: يرتفع أثناء اليقظة، الحمل و الإرضاع، الانفعالات، انخفاض الحرارة الخارجية
- الحالة الصحية: يرتفع أثناء الأمراض بشكل عام و لاسيما فرط نشاط الدرق

السكريات

- هي المصدر الأولي و الأسهل للطاقة و الوحيد للدماغ
- نوعان: بسيطة، كالغلوكوز و الفركتوز، سهلة الهضم و سريعة الامتصاص، و مركبة كالنشاء (في البطاطا و الرز) و الغليكوجين (في اللحم)، امتصاصها بطيء
- البسيطة تلبي الحاجة الآنية و تستهلك بسرعة ← الجوع
- المركبة تلبي الحاجة المديدة و تطفئ الجوع
- يجب أن يكون المدخول من السكريات : ٢٥% بسيطة و ٧٥% مركبة

البروتينات

- تتركب من الحموض الأمينية (٢٠حمضا منها ٨ أساسية، لا تصنع أو تصنع بكمية غير كافية)
- تمثل البروتينات ١٧% من وزن الجسم
- تدخل في بنى الخلايا و عضياتها، و تساهم في النمو
- تدخل في تركيب الهرمونات و الإنظيمات و الأضداد، و تساهم في الضغط الحلولي و التوازن الحمضي القلوي
- تشكل مصدرا احتياطي للطاقة

البروتينات

- يجب أن تشكل ١٥% من الغذيات بشقيها الحيواني و النباتي لتعويض المفقود (البراز، الجلد، الاستقلاب الداخلي) و للبناء (خلايا جديدة)
- يجب أن يلائم المدخول الحاجة المتغيرة: حسب العمر و الجنس و الحالة الفيزيولوجية (الحمل و الإرضاع) و الصحية و المجهود المبذول
- توجد البروتينات في اللحم و البيض و اللبن و مشتقاته و البقول

الدسم

- ٣ أنواع: ثلاثيات الغليسريد و الشحميات الفسفورية و الكوليسترول
- الطاقة الفائضة تخزن بشكل عام على شكل شحوم ← مصدر هام للطاقة عند اللزوم
- تدخل في تركيب الأغشية الخلوية و الهرمونات و هي ضرورية جدا لعمل الخلايا
- يجب أن تشكل ٣٠% من الغذيات و أن تحوي جميع أنواعها و لا يتجاوز الكوليستيرول ٣٠٠مغ/اليوم

الدسم

- تتركب من الحموض الدسمة:

- المشبعة: تساهم في تشكيل البروتينات منخفضة الكثافة و الحاوية على كميات كبيرة من الكوليستيرول (الضارة)
- وحيدة و متعددة اللاإشباع: تساهم في تشكيل البروتينات عالية الكثافة و الحاوية على كميات قليلة من الكوليستيرول (الجيدة)

- وحيدة اللاإشباع موجودة في الزيوت النباتية: زيت الزيتون و الصويا و عباد الشمس

الماء

- يشكل ٦٠% من وزن الجسم
- مذيب، وسط ناقل، يساهم في تنظيم الحرارة،و يدخل في التفاعلات الكيميائية
- الحاجة اليومية: ٢٠٠٠-٢٥٠٠مل/اليوم لتعويض الفقد الفيزيولوجي (البول، البراز، التنفس، التعرق...)
- الوارد اليومي يأتي عن طريق الشرب و الأغذية المختلفة

المعادن

- Na+, Cl- الشاردتان الأساسيتان خارج الخلايا (ملح الطعام)
- K+ الشاردة الأساسية داخل الخلايا (الفواكه و الخضار)
- Ca++ معظمه في العظام و الأسنان، الشاردة الأساسية في التقلص، له دور جوهري في التخثر و النقل العصبي و في عمل كثير من الإنظيمات (البيض و الحليب....)
- Fe معظمه في الخضاب الدموي و العضلي و الإنظيمات التنفسية (اللحم و الخضار الخضراء و الكبد)
- P معظمه في العظام و الأسنان، في ATP و ضروري في استقلاب السكريات و الشحوم
- F: هام لسلامة الأسنان
- Mg معظمه في العظام و العضلات، مهم جدا لعمل الجملة العصبية و التقلص العضلي
- Zn معظمه في RBC، مهم في عمل كثير من الإنظيمات الاستقلابية
- I أساسي في تركيب الهرمون الدرقي

الفيتامينات

- عناصر أساسية تعمل كمساعدات للإنظيمات
- الكميات اليومية اللازمة ضئيلة و لكنها مهمة جدا
- بعضها يصنع في الجسم (ك، د) و معظمها يجب تناوله مع الأغذية، معظمها موجود في الخضار و الفواكه لاسيما الطازجة و اللحوم و مشتقات الألبان
- نوعان أساسيان:

- ذوابة في الدسم يجب تناولها مع وجبات الطعام: A,D,K,E
- ذوابة في الماء: C,B

الفيتامينات الذوابة في الدسم

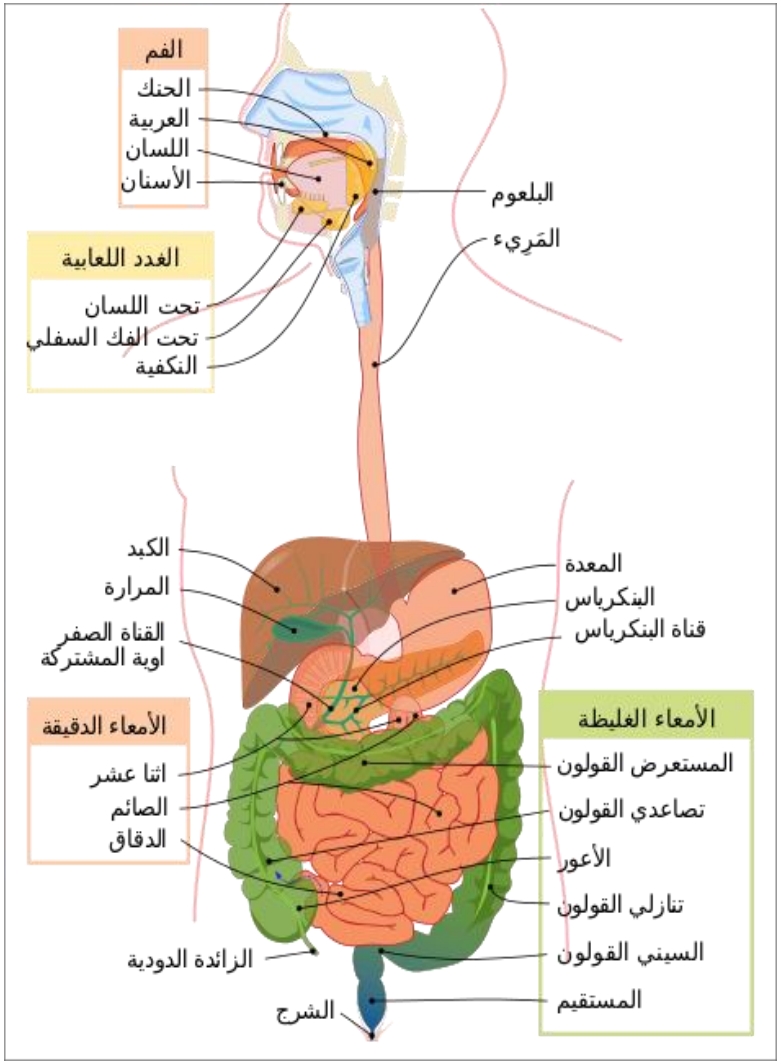
- فيتامين A: هام لنمو الأطفال و لسلامة البشرة، يدخل في تركيب الصباغ الحساس للضوء في الشبكية (↓ ← العشى الليلي)
- فيتامين D: هام لامتصاص الكالسيوم و الفسفور و تثبيتهما في العظام و الأسنان، يصنع في الكلية (↓ ← تلين العظام)
- فيتامين E: هام لسلامة النطاف و نضارة الجلد، مضاد أكسدة
- فيتامين K: هام لتصنيع عوامل التخثر في الكبد، يمكن لجراثيم المعوية أن تصنعه، يعطى للمواليد

الفيتامينات الذوابة في الماء

- فيتامين C: هام جدا، مضاد أكسدة و يشارك في الجمل الإنظيمية الاستقلابية و التنفسية و له دور في المناعة، يتخرب بسرعة بالحرارة (لابد من تناول الخضار و الفواكه طازجة)، (↓ ← الاسقربوط: نزوف لثوية و تشوهات عظمية و ضعف مناعة)
- فيتامينات B: تعمل كمساعدات للإنظيمات الاستقلابية

- B1,B2,B6: هامة في وظيفة الجملة العصبية
- B12 و حمض الفوليك: ضروريان لتركيب RBC (↓ ← فقر دم كبير الخلايا)
- PP: مضاد أكسدة (↓ ← البلاغرا: أذيات عصبية، هضمية و جلدية

أقسام جهاز الهضم



- الأنبوب الهضمي:

- الفم ، البلعوم، المريء، المعدة، الأمعاء الدقيقة و الغليظة (القولون)، المستقيم و الشرج

- الملحقات: الأسنان و الغدد اللعابية و المعثكلة و الكبد

- يتألف جدار الأنبوب الهضمي من ٣ طبقات: داخلية بطانية، و وسطى عضلية و خارجية ضامة مصلية

وظائف جهاز الهضم

- تتم عملية الهضم على مرحلتين:

- فيزيائية: تجزء الطعام و تمزجه و تلينه من خلال **الوظيفة الحركية** عبر المضغ و البلع و دفع المواد الطعامية عبر الأنبوب الهضمي ثم دفع الفضلات خارجا

- كيميائية: تحول العصارات و الإنظيمات الهاضمة **المفرزة** الغذيات إلى مواد قابلة للامتصاص (حموض أمينية، سكريات بسيطة، و حموض دسمة و غليسريدات)

- يلي ذلك امتصاص العناصر البسيطة

الفم

- الوظيفة الأساسية فيزيائية حركية: مضغ الطعام و طحنه بالأسنان و العضلات الماضغة ثم مزجه باللعاب المفرز
- الوظيفة الإفرازية: يفرز اللعاب من الغدد النكفية و تحت الفك و تحت اللسان

- اللعاب لزج قلوي يحوي على المخاط و الألبومين و الغلوبولين (وظيفة مناعية) و Na, K, Ca و **الأميلاز** لهضم النشاء و الليباز عند الأطفال لهضم الحليب
- يفرز اللعاب بتنبيه الأعصاب القحفية ٥، و ٩ بدخول الطعام أو عبر منعكس شرطي يثار برائحة أو رؤية الطعام أو التفكير فيه، **تنبيه اللاودي** ← الإلعاب

الألياف العضلية في جهاز الهضم
لمحة فيزيولوجية

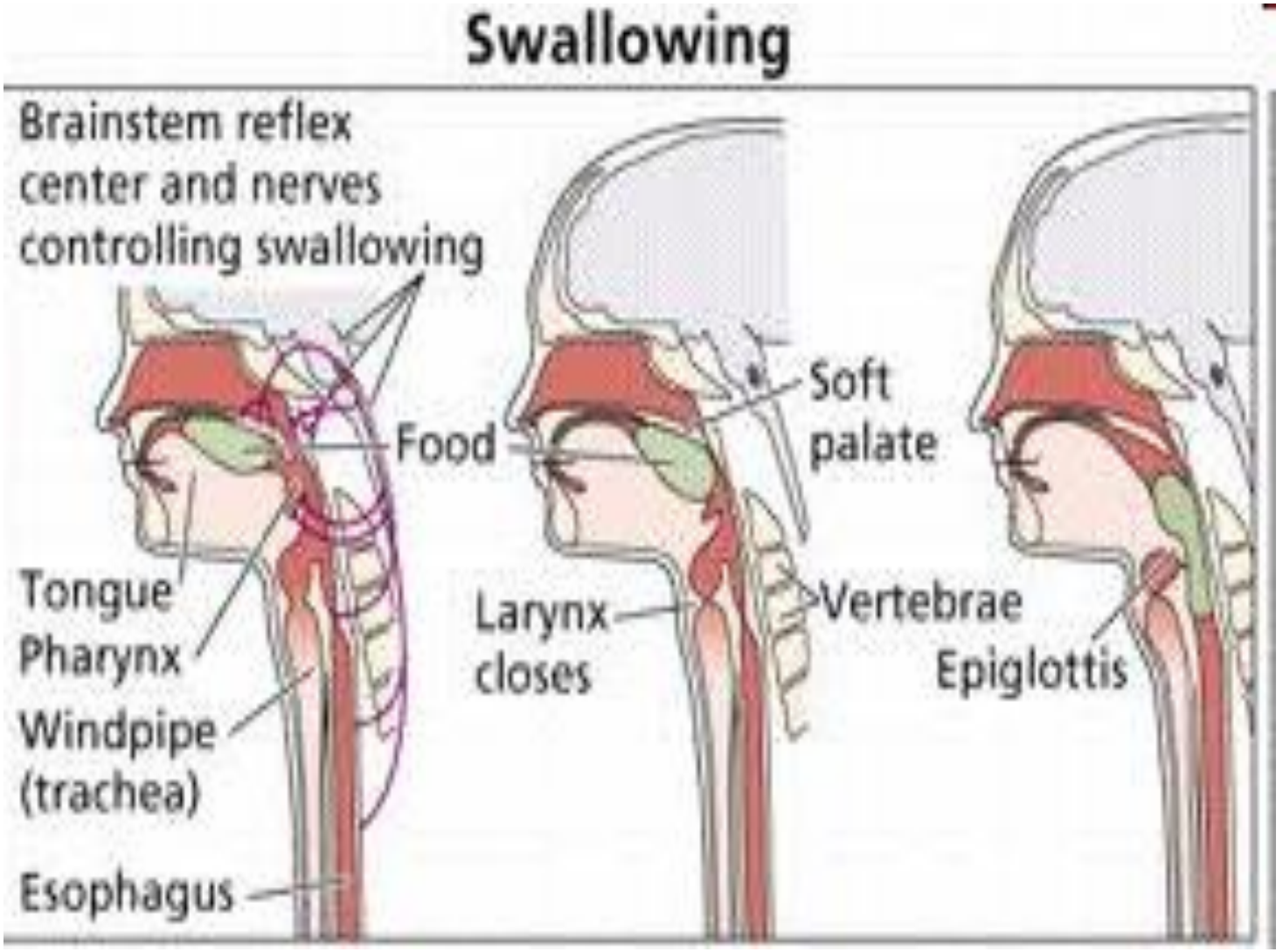
- الألياف العضلية في جهاز الهضم **ملساء لاإرادية** و تتوضع على طبقتين داخلية دائرية و خارجية طولانية
- باستثناء المصرة العلوية للمريء و الثلث العلوي للمريء و المصرة الخارجية للشرج فهي **مخططة إرادية**
- تنتظم الألياف الملس ضمن حزم مخلوية، لذلك تتقلص الحزم و كأنها خلية واحدة
- الفعالية التقلصية عفوية (الحركات التمعجية) باستثناء المريء و القسم العلوي من المعدة

فيزيولوجيا البلع

- البلع هو إيصال الطعام إلى المعدة و يمر ب ٣ مراحل:

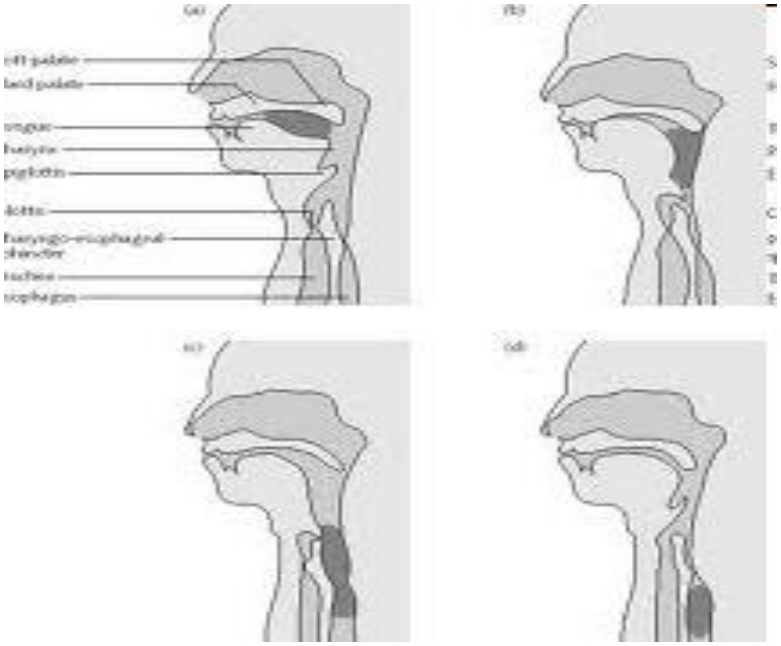
- المرحلة الإرادية: وهي دفع اللقمة إراديا نحو البلعوم بضغط اللسان نحو الأعلى و الخلف
- المرحلة البلعومية: لا إرادية، وصول الطعام إلى البلعوم تنبه مستقبلات البلع فتنتقل التنبيهات إلى مركز البلع في جذع الدماغ عبر العصبين القحفيين ٥ و ٩ و تعود الأوامر عبر الأعصاب ٥ و ٩ و١٠ ← **إغلاق الفوهة الخلفية للأنف و الفوهة العلوية للرغامى (الحنجرة)** و يصبح البلعوم على شكل قمع و تنطلق موجة تمعجية سريعة توجه اللقمة نحو المريء

فيزيولوجيا البلع



فيزيولوجيا البلع

- المرحلة المريئية: يحدث نمطان من الحركات التمعجية، **التمعج الأولي** و هو استمرار تمعجات البلعوم، و عند فشل الأولي في دفع الطعام يحدث **التمعج الثانوي الناتج عن تمدد المريء،** يساعد التمعجات **فعل الجاذبية** و يصل الطعام خلال ٥- ٨ ثا إلى أسفل المريء.



- **يسبق وصول الموجات التمعجية إلى أسفل موجة مثبطة لإرخاء مصرة المريء السفلية** و المعدة و العفج لاستقبال الطعام

المعدة

- للمعدة ٣ أدوار رئيسية:

- الدور الأساسي هو خزن و تنظيم إفراغ المادة الطعامية إلى الأمعاء

- الوظيفة الحركية: متابعة مزج الطعام

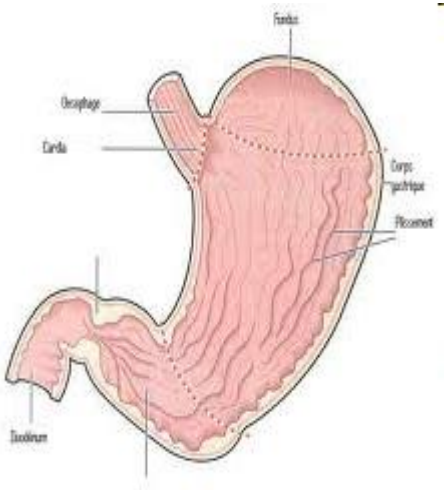
- الوظيفة الإفرازية: تفرز المعدة ٢- ٣ ل من العصارة الحمضية (PH = ٣- ٥) الحاوية على **الببسين** و **المخاط**

- تدعى العصارة الطعامية الخارجة من المعدة بالكيموس

الوظيفة الإفرازية للمعدة

- القاع، يفرز:

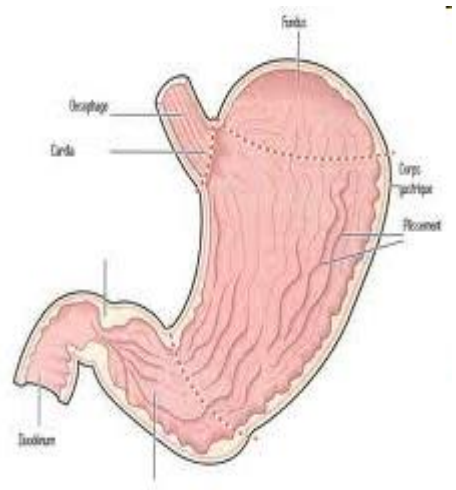
- الببسينوجين من **الخلايا الرئيسية**، يتحول إلى ببسين تحت تأثير HCL، **مسؤول عن هضم البروتين**
- HCL من **الخلايا الجدارية** و هو **قاتل للجراثيم** و يحل المركبات المعدنية، يزداد إفرازه عند تناول البروتين
- العامل الداخلي من **الخلايا الجدارية**، يرتبط ب Vit B12، يحميه و يساعد على امتصاصه في اللفائفي
- المخاط من **الخلايا المخاطية**: **مضاد جراثيم** و **يحمي المعدة** من الحمض و الببسين



الوظيفة الإفرازية للمعدة

- الغار، يفرز:

- الغاسترين من **الخلايا G**، يحرض إفراز الحمض و الببسين
- السوماتوستاتين: منظم للامتصاص
- السروتونين
- المخاط



- تحوي العصارة المعدية **الأميلاز و الليباز اللعابيين**

الوظيفة الإفرازية للمعدة

- أطوار الإفراز:

- الطور الدماغي: شبيه بإفراز اللعاب، وجود الطعام في الفم أو عبر منعكس شرطي يثار برائحة أو رؤية الطعام أو التفكير فيه

- الطور المعدي: تأثير مباشر فيزيائي و كيميائي للطعام على مخاطية المعدة

- الطور المعوي: دور **مثبط للإفراز و الحركية المعدية** عبر منعكسات عصبية معدية معوية لتنظيم مرور الكيموس إلى العفج

الوظيفة الحركية للمعدة

- تنطلق التقلصات المعدية العفوية من الثلث العلوي للانحناء الكبير عبر موجات متلاحقة باتجاه البواب المغلق، تمزج الطعام
- يبقى الطعام في المعدة ٣- ٥ ساعات
- يفتح البواب عند ↑ الضغط داخل المعدة ← تدفق الكيموس على العفج ← ↑ إفراز العفج للسكرتين بسبب الحمض و CCK بسبب الدسم ← تثبيط حركة المعدة و إغلاق البواب ← مرور الكيموس على دفعات

العفج - المعثكلة

- يتلقى العفج العصارة المائية الإنظيمية من المعثكلة و الصفراء من الحويصل المراري
- المعثكلة: تفرز ٢ ل من عصارة **قلوية** تحوي

- البيكربونات : لتعديل حموضة الكيموس
- **التربسين و الكيموتربيسين**: لهضم البروتين
- **الليباز و الفوسفوليباز** لهضم الدسم
- **الأميلاز** لهضم النشاء و الغليكوجين
- يبدأ الإفراز المعثكلي بمنعكسات عصبية عبر **المبهم** إثر تناول الطعام و يتعزز بالإفراز العفجي للسكريتين و الكوليسيستوكينين، و الغاسترين من المعدة

العفج - الصفراء

- تصنع الصفراء في الكبد و **تخزن** في الحويصل الصفراوي
- تحوي بيلروبين، أملاح صفراوية و كوليستيرول و شحوم و شوارد **دون إنظيمات**
- تسهم في **استحلاب الدسم** لتسهيل تأثير إنظيمات المعثكلة
- تنظيم الإفراز:

- وجود الطعام في أنبوب الهضم ← منعكس يقلص الحويصل الصفراوي و يرخي مصرته (المبهم)
- دخول الكيموس العفج ← إفراز CCK ← تنبيه إفراز الصفراء

الأمعاء الدقيقة

- الإفراز: تفرز غدد ليبركون في الأمعاء الدقيقة عصارة تحوي إنظيمات تتابع هضم البروتين و الدسم و السكاكر:

- هضم البروتين: **انتروكيناز** يحول التربسينوجين إلى تربسين، و **أمينوبوليببتيداز**
- هضم الدسم: **الليباز** المعوي
- هضم السكاكر: **المالتاز و السكراز و اللاكتاز**

- الحركات التمعجية عفوية، نوعان: موضعية لادفعية تمزج الطعام و تزيد تماسه مع الخلايا البطانية لتسهيل الامتصاص، و حركات دفعية منتشرة تدفع الكيلوس نحو الأسفل

الأمعاء الغليظة (القولون)

- الدور الأساسي **امتصاص الماء و الشوارد** و تكثيف العصارة الطعامية لتشكيل البراز
- يحوي القولون على **النبيت الجرثومي** الذي يساهم في هضم السيللوز و بقايا البروتين و **تخمير السكاكر** و **تشكيل فيتامين ك**
- الحركات التمعجية دفعية بطيئة
- المستقيم يعمل كخزان للمواد البرازية حيث يثار منعكس الإفراغ عند امتلائه، و يتم الإفراغ بعد ارتخاء **مصرة الشرج الخارجية الإرادية**

الكبد

- وظائفه:

- تكوين الصفراء
- تكوين حمض البول و البولة
- تركيب البروتينات الدموية: ألبومين، غلوبولين، عوامل التخثر، البروتينات الناقلة
- تركيب فيتامين A
- إزالة سمية الأدوية و المواد المؤذية
- دفاعية مناعية لوجود خلايا كوبفر (الجهاز الشبكي البطاني)
- تخزين الحديد و النحاس و فيتامين ب١٢

الامتصاص

- هو مرور الغذيات المهضومة عبر الغشاء المخاطي الهضمي إلى الدم و اللمف
- يتم ذلك بعدة آليات:

- الارتشاح: ارتشاح الماء و الشوارد بسبب ↑ الضغط داخل الأمعاء
- الانتشار و الحلول حسب ممال التركيز
- النقل الفعال و الانتشار الميسر: باستخدام ناقل بروتيني
- الاحتساء: تشكيل فجوة تحيط بالمادة و تلتحم مع غشاء الخلية

الامتصاص

- الفم: يمتص القليل من السكاكر و بعض الأدوية
- المعدة: الماء و الكحول و بعض الأملاح المعدنية
- الأمعاء الدقيقة: السبيل الأساسي لامتصاص الغذيات بسبب تمام الهضم و تشكل المواد الأولية (الحموض الأمينية و الدسمة و السكاكر البسيطة) و وجود الزغابات المعوية المهيئة للامتصاص
- الأمعاء الغليظة: الماء و الشوارد و بعض السكاكر
- تمر المواد الممتصة عبر الدوران الوريدي البابي إلى الكبد إلا الدسم التي تمر أولا عبر اللمف ثم الدم

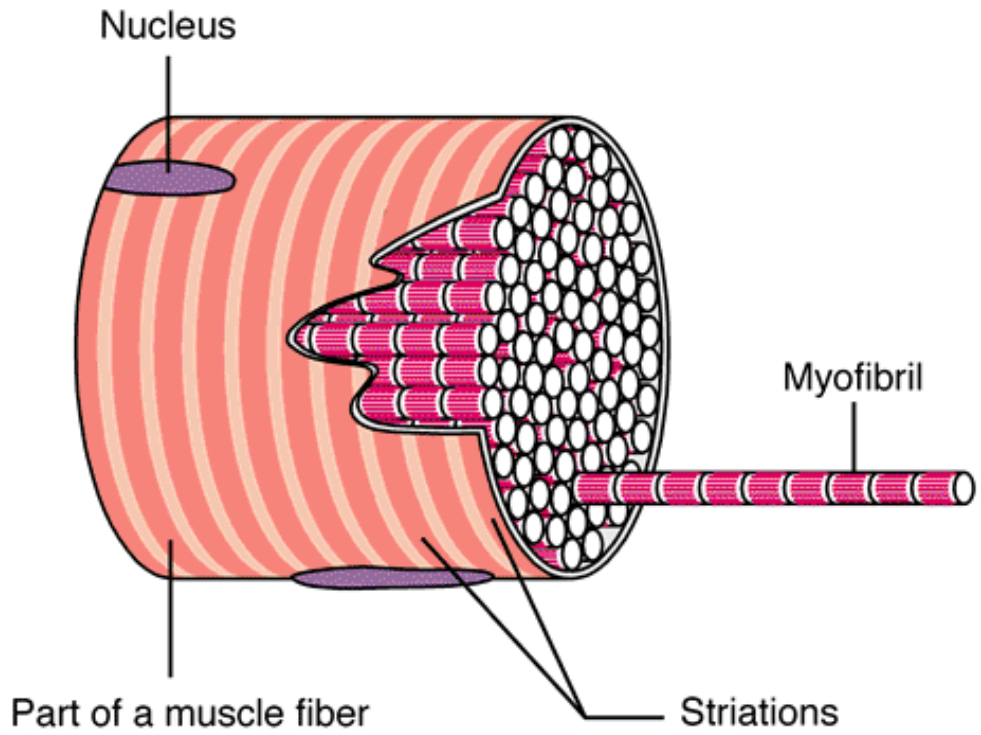
أنواع العضلات

- العضلات الهيكلية: مخططة إرادية تتقلص استجابة للتنبيه العصبي الحركي
- العضلات الملساء: منبع التنبيه ذاتي، و تثار بمنبهات مختلفة عصبية (ودية و لاودية) و كيميائية
- القلب: عضلة مخططة لاإرادية، تنبيهها ذاتي المنشأ، و تثار أيضا بمنبهات مختلفة
- بنيتها الأساسية متشابهة: ألياف عضلية تحوي الليفات العضلية، **العنصر الجزيئي للتقلص هو ألياف الأكتين و الميوزين**

العضلات الهيكلية

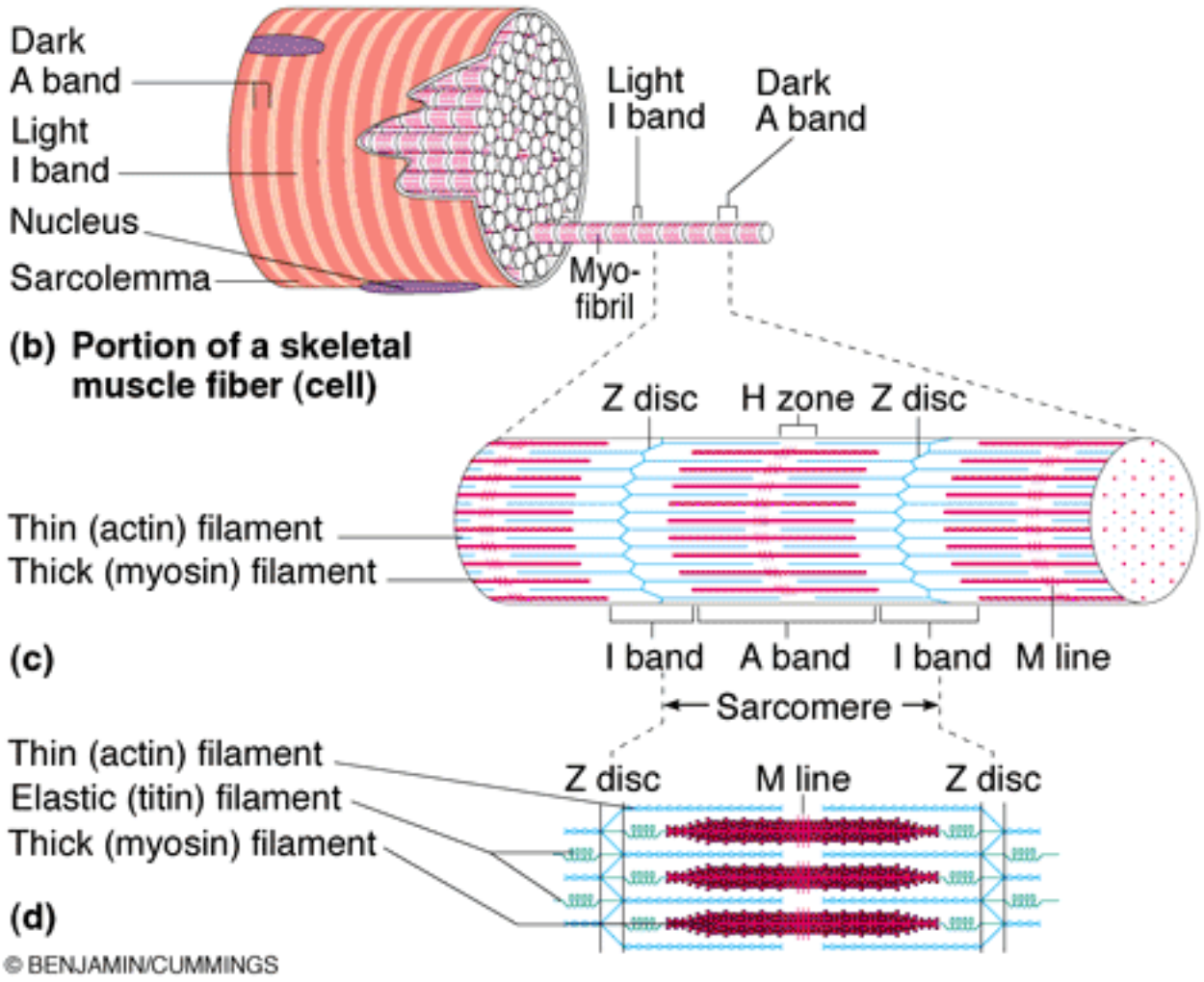
- ٤٠% من وزن الجسم، مرتبطة بالهيكل،مخططة، إرادية (تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي)
- تتألف من **ألياف عضلية أسطوانية (الخلايا)**
- تقلصها سريع
- خاصية التعب

العضلات الهيكلية



- المجهر الضوئي:
- الليف (الخلية) داخله ليفات
- الليف نفسه مخطط، حزم نيرة و عاتمة متناوبة

العضلات الهيكلية

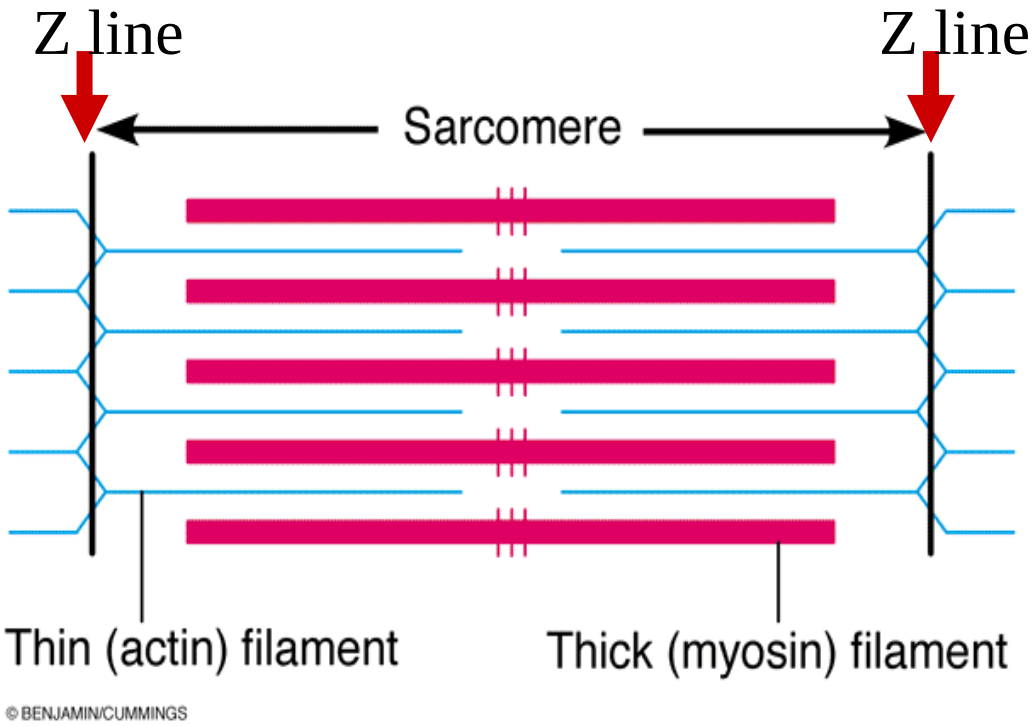


المجهر الالكتروني:

- الحزمة النيرة I وسطها خط Z معتم
- الحزمة العاتمة A وسطها المنطقة H النيرة

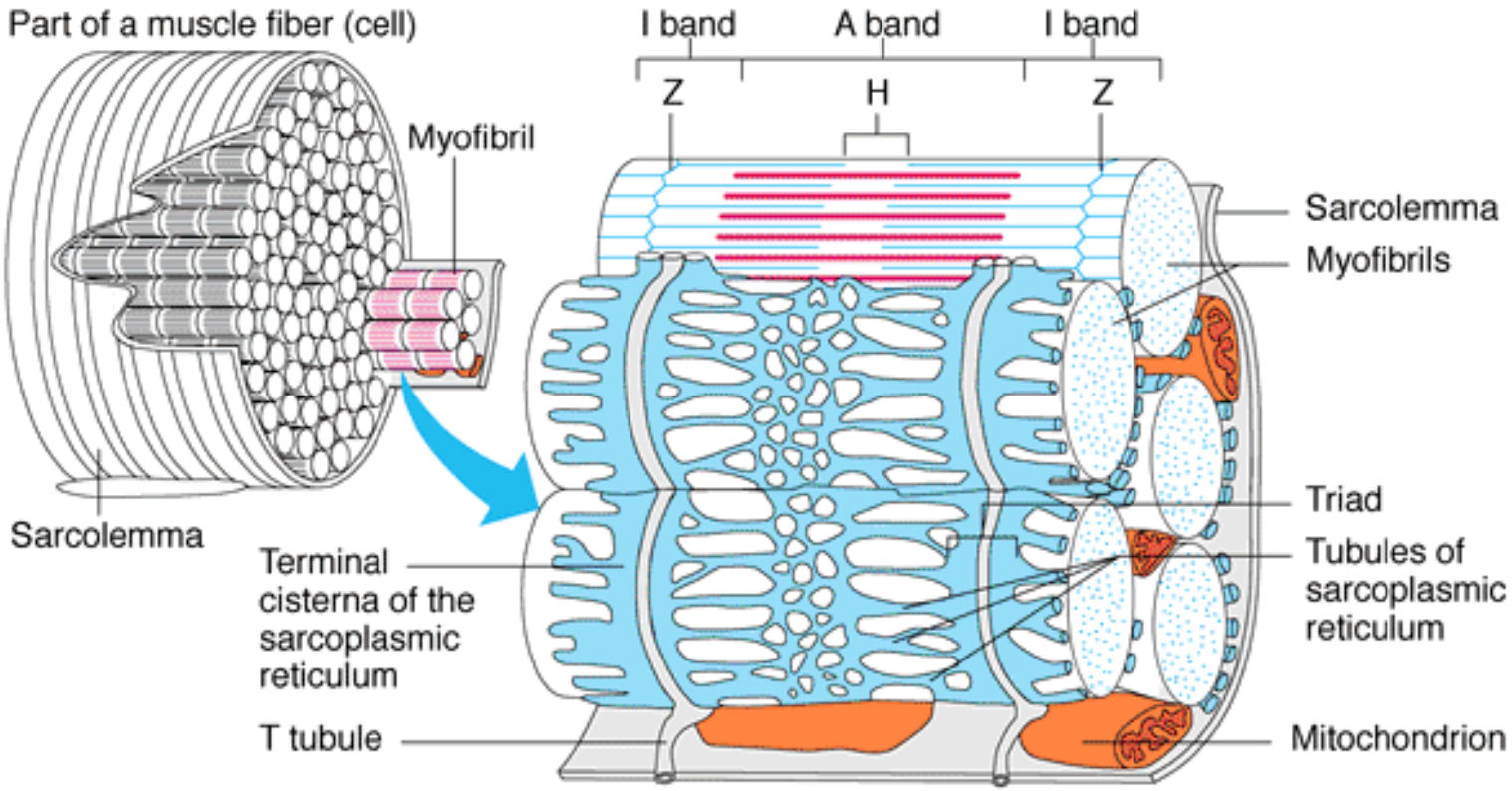
العضلات الهيكلية

- بين ٢ Z القسيم العضلي **(الوحدة الوظيفية)**
- الحزمة العاتمة A هي خيوط الميوزين الثخينة
- الحزمة النيرة I هي خيوط الأكتين الرفيعة
- الخط Z هو بروتينات ليفية رابطة لخيوط الأكتين على طول الليف



بنية الخلية العضلية

- غشاء خلوي ، سيتوبلاسما تحيط باللييفات، غنية بالمتقدرات (مصنع ATP) و شبكة سيتوبلاسمية باطنة هامة للتقلص تتألف من نبيبات طولانية و صهاريج ونبيبات T المستعرضة



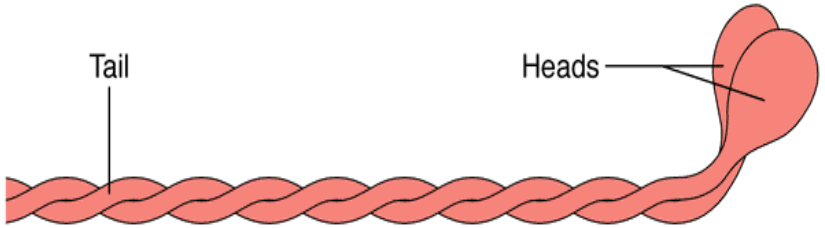
© BENJAMIN/CUMMINGS

بنية الخلية العضلية

- النبيبات T هي استطالات للغشاء الخلوي و تتصل بالوسط خارج الخلايا و تحوي سائل خارج الخلايا
- تساهم في نشر كمون العمل أثناء التنبيه و إطلاق Ca^{++} من الصهاريج

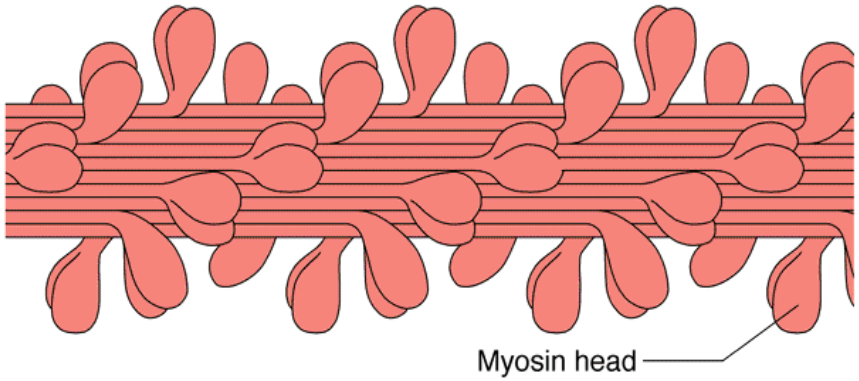
البنية الجزيئية لجهاز التقلص

- خيوط الميوزين: تتألف من جزيئات الميوزين
- الجزيء حلزون من سلاسل ببتيدية ثقيلة و خفيفة له ذيل و رأسان
- الذيول تشكل جسم خيط الميوزين
- قسم من الذيل قرب الرأس يخرج ليشل ذراعا
- تتحرك الرؤوس على الأذرع و الأذرع على الذيول
- **للرؤوس فعالية ATPase لشطر ATP**



(a) Myosin molecule

© BENJAMIN/CUMMINGS



(b) Portion of a thick filament

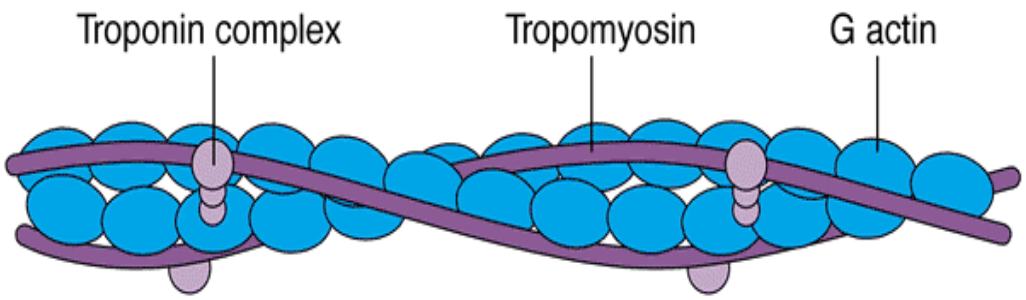
© BENJAMIN/CUMMINGS

البنية الجزيئية لجهاز التقلص

- خيوط الأكتين و تتألف من:

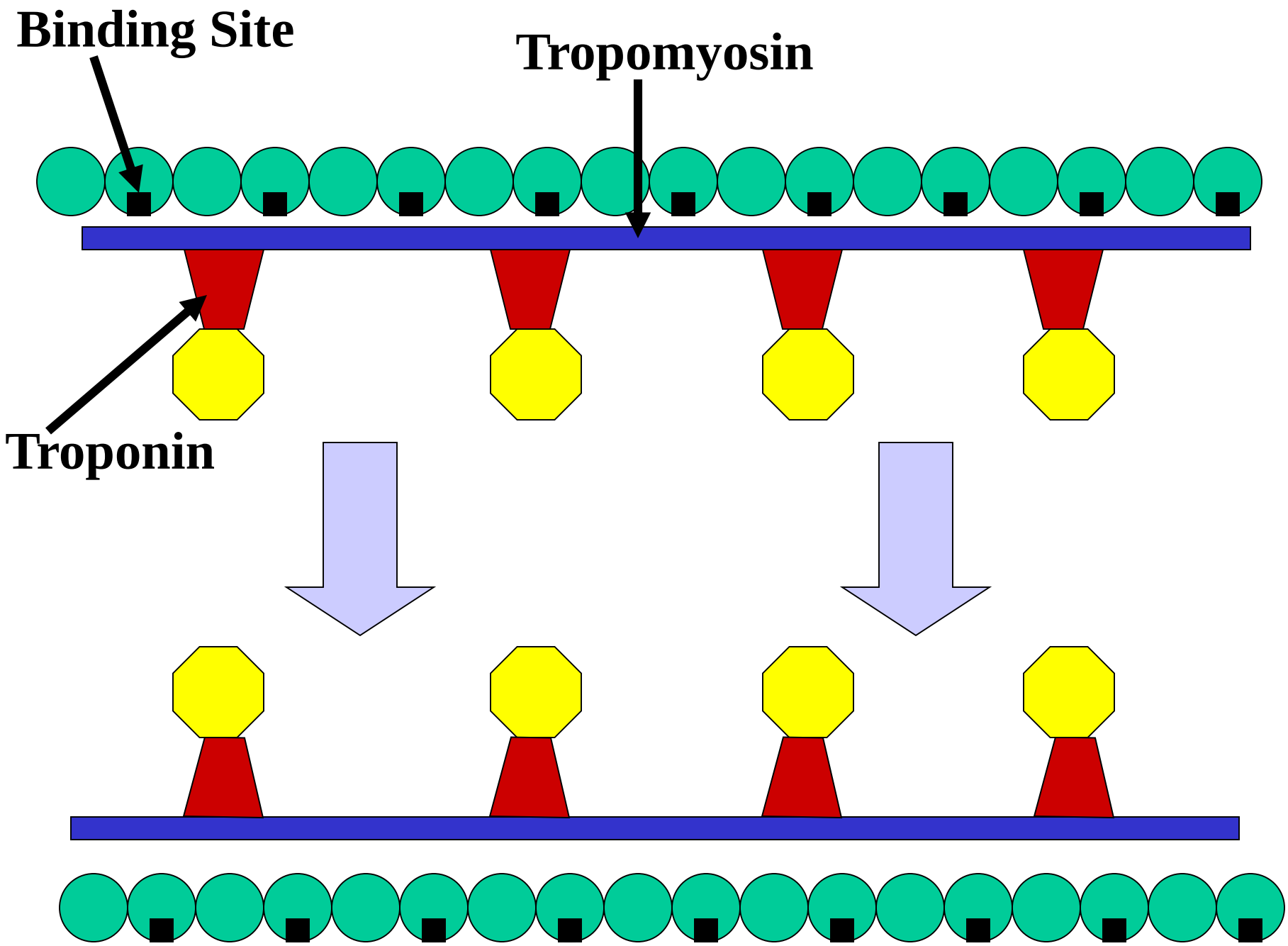
- سلسلتي أكتين F تحوي جزيئات أكتين G التي ترتبط بجزيئات ADP التي تمثل نقاط تفاعل الأكتين و الميوزين
- سلسلتي تروبوميوزين تغطي المواقع الفعالة لجزيئات الأكتين G
- جزيئات تروبونين الذي يرتبط ب Ca^{++} عند التنبيه ← يتحرر الموقع الفعال للأكتين فيتفاعل مع الميوزين ← التقلص

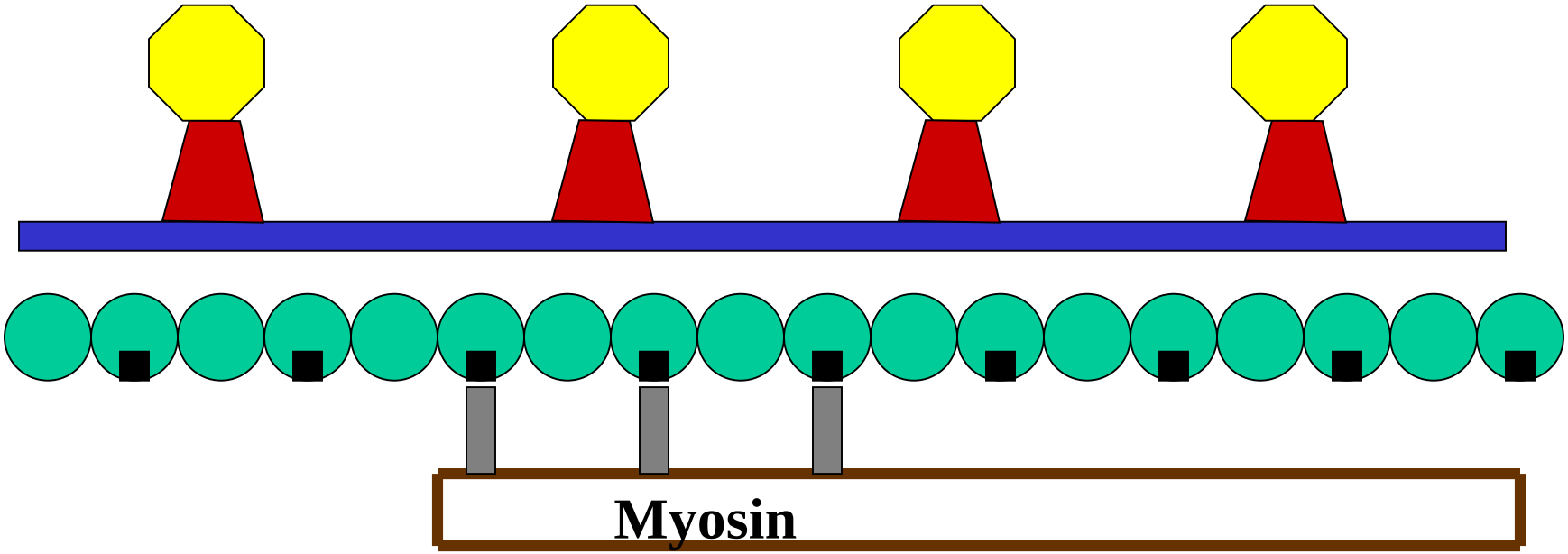
- ترتبط خيوط الأكتين بالخيوط Z بين القسيمات العضلية المتجاورة

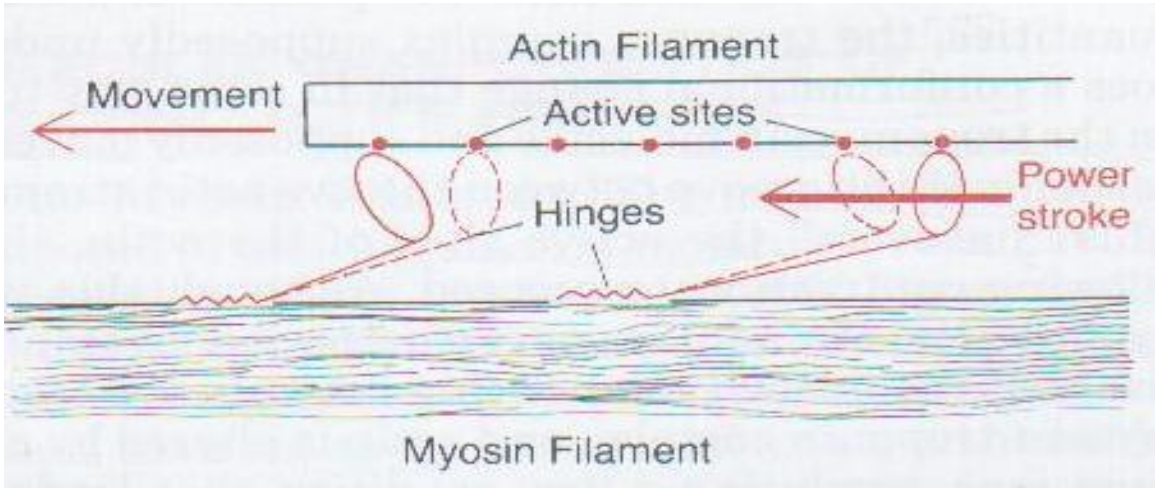


(c) Portion of a thin filament

© BENJAMIN/CUMMINGS


Binding Site
Tropomyosin
Troponin


Myosin

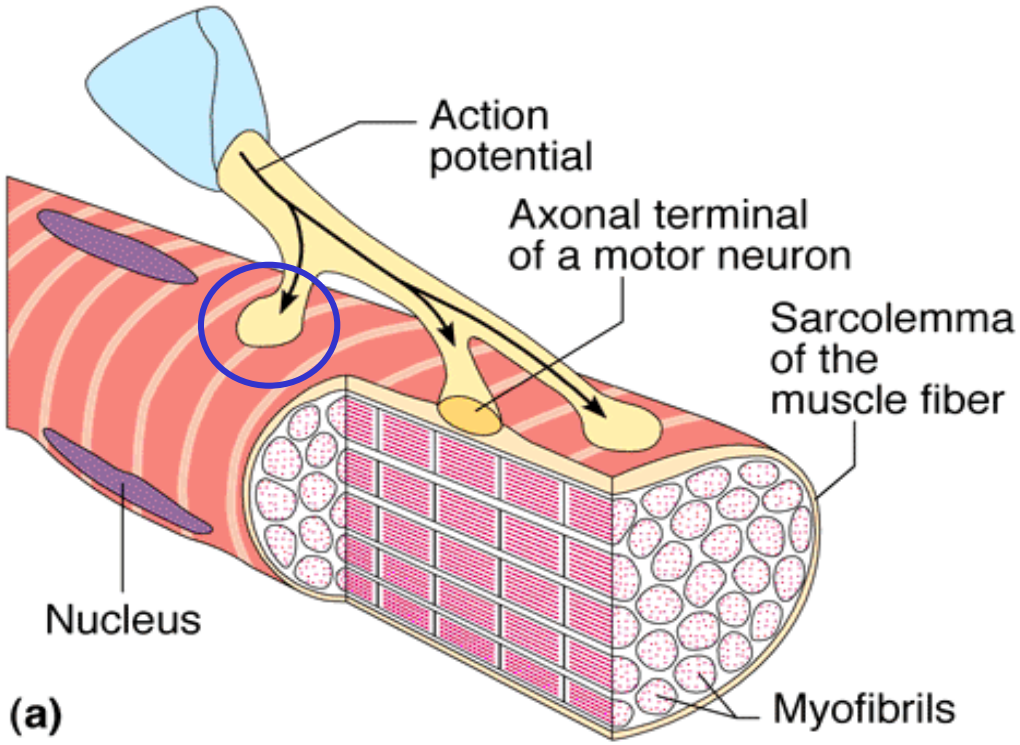

Actin Filament
Movement
Active sites
Power stroke
Hinges
Myosin Filament

أنواع الألياف العضلية

- ألياف سريعة قوية: الليف العضلي ضخم و الشبكة السيتوبلاسمية متطورة لنقل كمون العمل بشكل سريع، تحوي الكثير من الإنظيمات المدركة للسكر ، فهي متلائمة مع التقلص السريع و القوي لكنه غير مديد (القفز)
- ألياف بطيئة: صغيرة لكنها تحوي الكثير من الميوغلوبين (يخزن O2) و المتقدرات (مصنع طاقة) و التروية الدموية، فهي متلائمة مع التقلص البطيء لكنه مديد (الرياضات الطويلة)

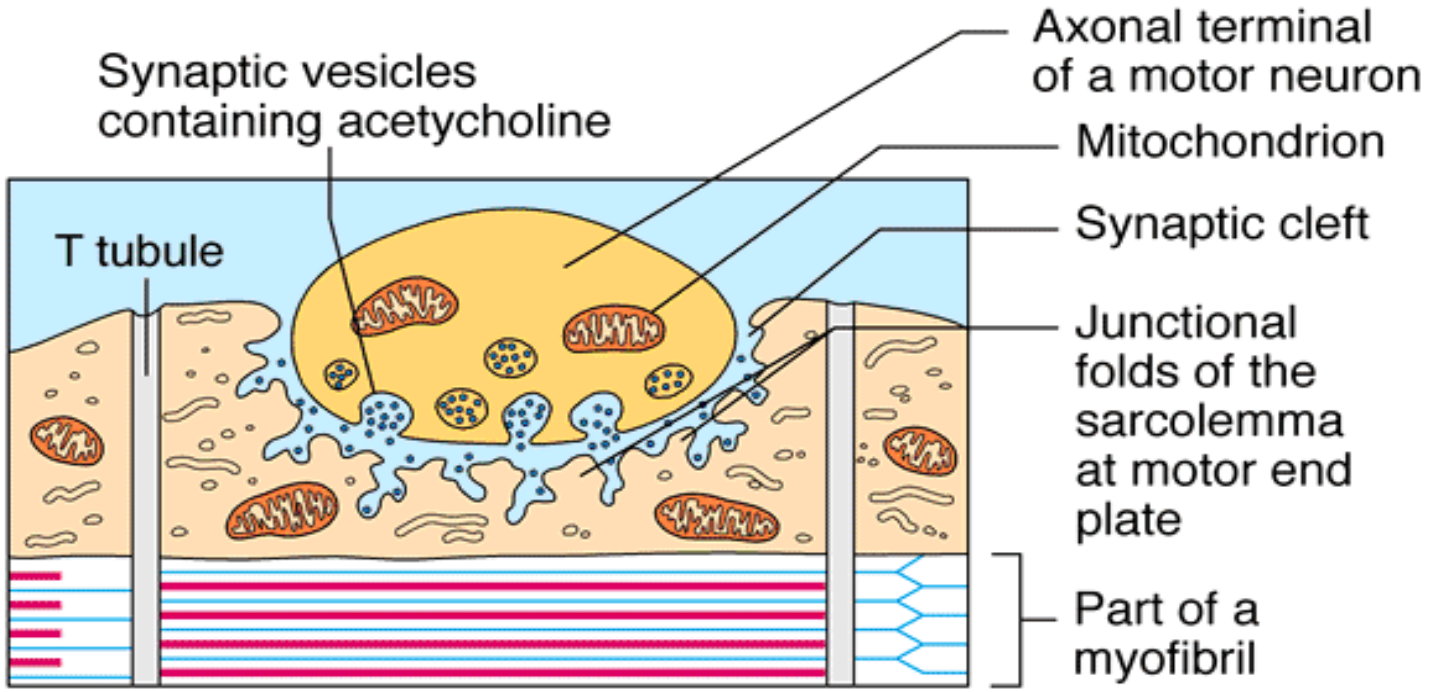
الوصل العضلي العصبي

- ليف عصبي انتهائي **واحد** لكل ليف عضلي
- ينغلف الليف العصبي مع غشاء الليف العضلي ليشكل الوصل العصبي العضلي أو اللوحة المحركة



الوصل العضلي العصبي

- النهاية العصبية غنية بالمتقدرات و الحويصلات الإفرازية الحاوية Ach
- الغشاء العضلي يملك **مستقبلات نيكوتينية** لل Ach على شكل قنوات Na^+



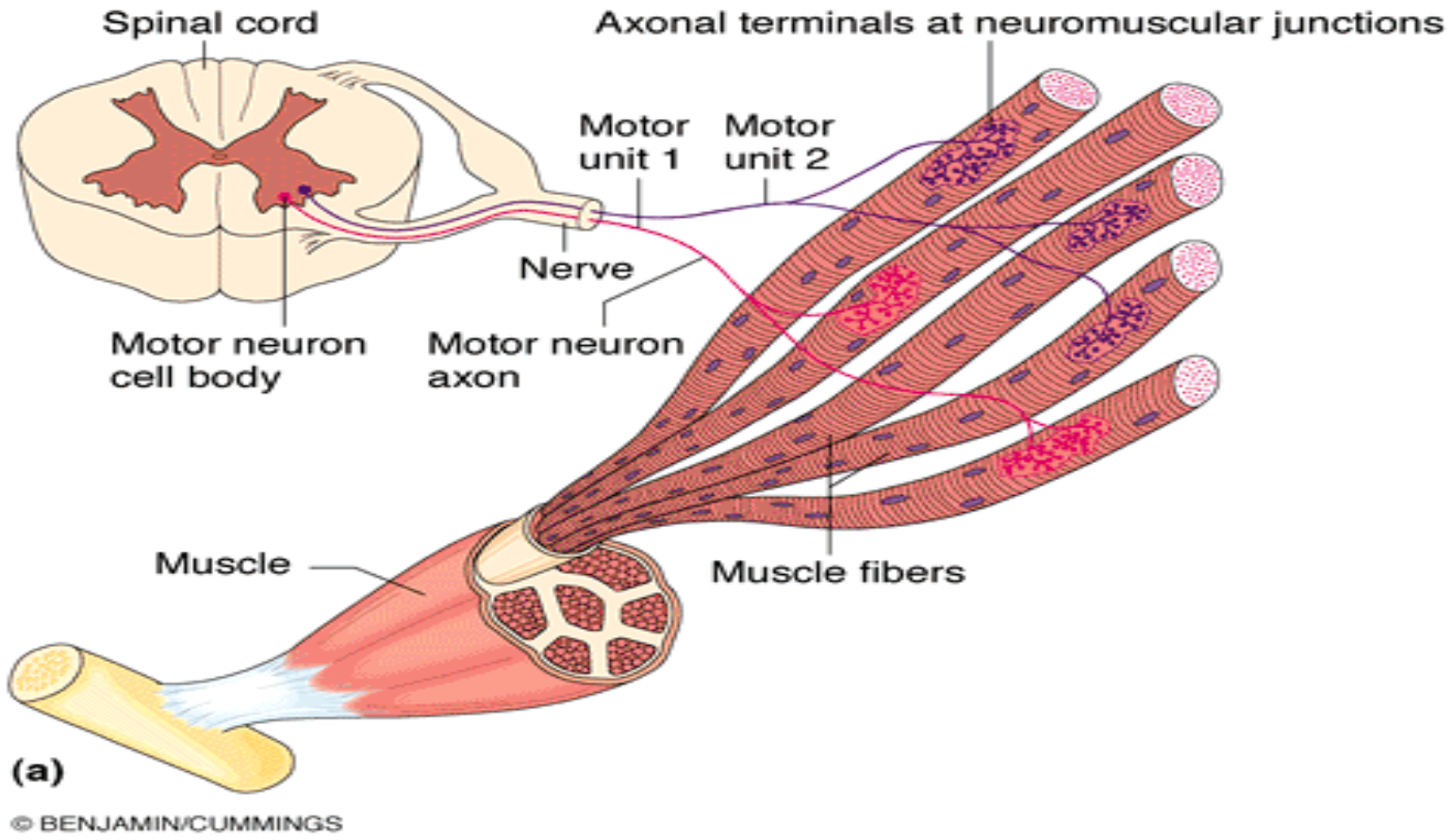
(b)

© BENJAMIN/CUMMINGS

الوحدة الحركية

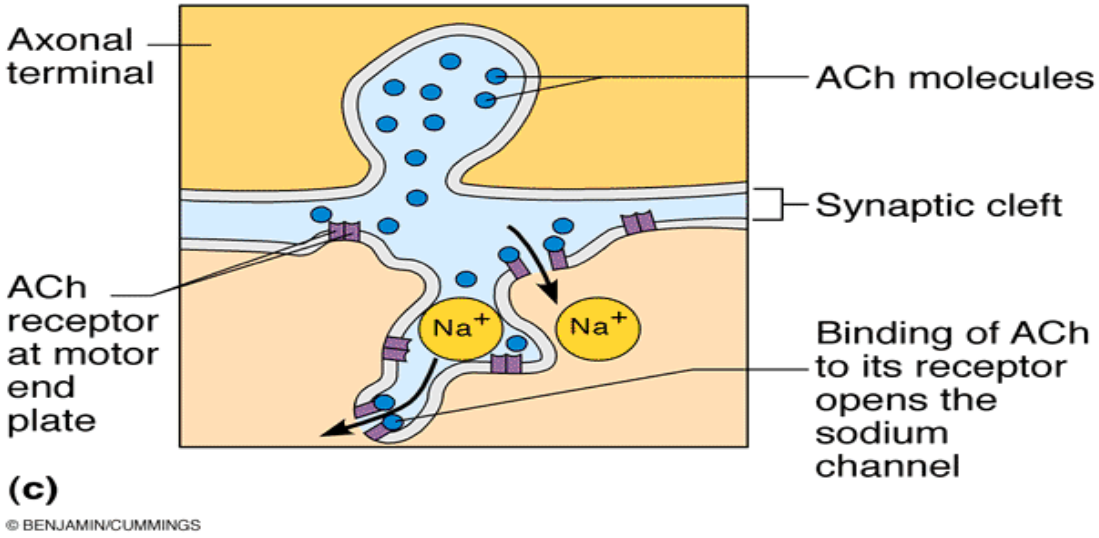
- كل عضلة معصبة بليف عصبي واحد، الليف العصبي يتفرع إلى فروع كل منها يعصب ليفا عضليا واحدا
- **الوحدة الحركية هي ليف عصبي واحد مع الألياف العضلية المعصبة بفروعه و هي تتقلص كوحدة وظيفية**
- **العضلة تحوي عدة وحدات حركية**
- **الوحدة الحركية تخضع لقانون الكل أو لا شيء**، خلافا للعضلة، إذ يزيد أو ينقص عدد الوحدات المتقلصة حسب شدة المنبه

الوحدة الحركية



آلية التقلص

- وصول التنبه العصبي ← دخول Ca^{++} إلى النهاية العصبية ← إفراز Ach الذي يرتبط بمستقبلاته على الغشاء العضلي ← فتح قنوات +Na و دخولها داخل الليف العضلي ← زوال الاستقطاب ← التقلص
- عند انتهاء دوره يتخرب Ach بفعل إنظيم كولين استيراز

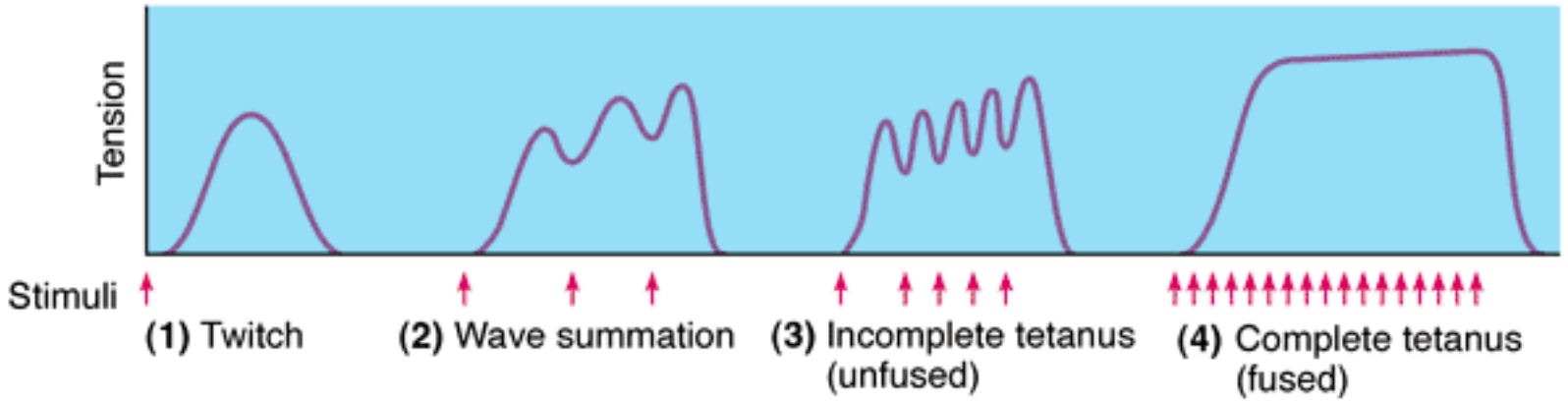


آلية التقلص

- تنبيه عصبي (ليف عصبي)← دخول Ca^{++} إلى النهاية العصبية ← إفراز Achالذي يرتبط بمستقبلاته على الغشاء العضلي ← فتح قنوات +Na و دخولها داخل الليف العضلي ← زوال الاستقطاب ينتشر عبر النبيبات T ← إطلاق Ca^{++} من الصهاريج فترتبط بجزيئات تروبونين ← يتحرر الموقع الفعال للأكتين فيتفاعل مع الميوزين ← التقلص
- عند انتهاء التنبيه تعود Ca^{++} إلى مخازنها بفعل مضخة الكالسيوم ← الاسترخاء

أنواع التقلص العضلي

١. النفضة العضلية: استجابة العضلة للتنبيه (إزالة الاستقطاب)، تقلص يليه استرخاء، و تختلف المدة حسب العضلة
٢. دمج التقلصات: تنبيه قبل نهاية الاسترخاء تتقلص العضلة من جديد و تندمج النفضة مع سابقتها
٣. التكزز الناقص: ازدياد تواتر التنبيه ← ↑ التقلص و القوة العضلية
٤. التكزز التام: تقلص دون استرخاء، ينتج عن تراكم Ca^{++} داخل الليف العضلي لعدم توفر الوقت لمضخة الكالسيوم لإخراجها



عمل العضلة

- يقاس بما تنجزه من عمل و يختلف من عضلة لأخرى
- يحتاج طاقة تأتي من ال ATP
- مخزون ال ATP ينفد خلال ١-٢ ثا
- تحول الطاقة إلى جزيئات ال ATP باستمرار من مصادر الطاقة في العضلة

مصادر الطاقة العضلية

١- فوسفوكرياتين: المصدرالأول، مركب عالي الطاقة يعطي عند تحلله ATP + كرياتينين و لكن لا يكفي مع الATP المخزون إلا ل ٧- ٨ ثا

٢- غليكوجين:مخزن مهم للطاقة، يستخدم لإنتاج الATP و إعادة تركيب الفسفوكرياتينين، يمتاز:

- استقلاب لاتأكسدي :حتى دون وجود O_2
- سرعة إنتاج الATP في الاستقلاب اللاتأكسدي (أسرع ب ٢٠ مرة من الاستقلاب التأكسدي للطعام

لكنه: - يعطي منتجات استقلابية مؤذية (حمض اللاكتيك) في الاستقلاب اللاتأكسدي

- ينفد خلال ١ دقيقة من العمل

مصادر الطاقة العضلية

٣- الاستقلاب التأكسدي (بوجود O_2) للطعام المخزون:
يؤمن ٩٥% من الطاقة لاسيما في الأعمال المديدة، تأتي الطاقة من استقلاب السكر (سريع و لكنه سريع النفاد) و الدسم (على المدى الطويل) و البروتين (قليل، في المخمصة)

- تستعمل الطاقة : لتفاعل الأكتين و الميوزين (الأهم)

مضخة Na^+/K^+

مضخة Ca^{++}

المردود الميكانيكي للعضلة

- نسبة مدخول الطاقة المنتج لعمل و ليس لحرارة
- المردود الميكانيكي للعضلة = ٢٥%: نصف طاقة الطعام تنتج ATP، و نحو ٤٠-٤٥% من طاقة الATP تستخدم في التقلص
- المردود الأعظمي عند السرعات المتوسطة للتقلص (٣٠% من السرعة العظمى)

- أثناء الراحة أو التقلص شديد البطء: الطاقة تستخدم في الاستقلاب
- أثناء التقلص الأعظمي: قسم من الطاقة يهدر بالاحتكاك

مقدمة

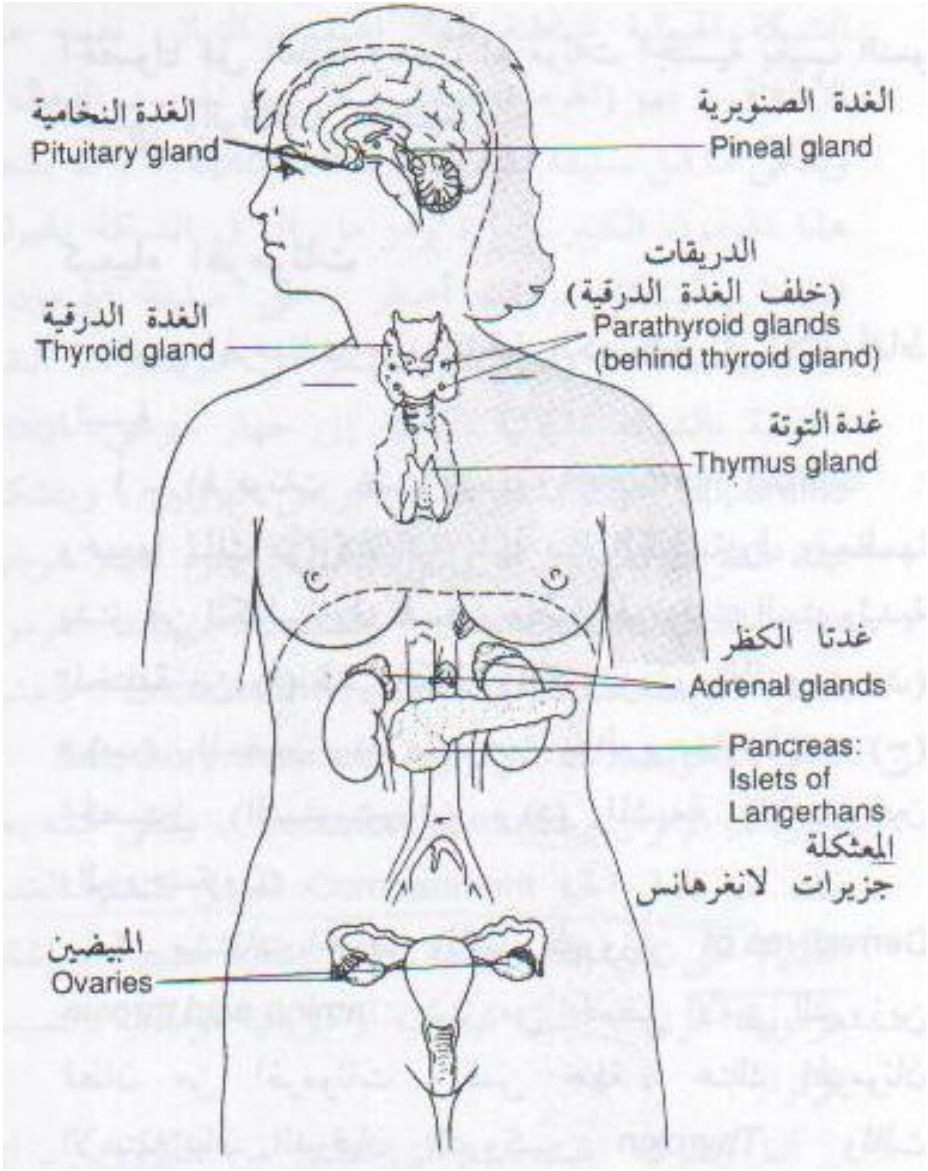
- الغدة الصماء: غدد تلقي مفرزاتها في الدم مباشرة (لا يوجد قناة إفرازية)
- الهرمونات: مواد كيميائية تشكل مفرزات الغدد الصم و تؤثر موضعيا أو في أماكن بعيدة
- تشارك الغدد الصم الجهاز العصبي في التحكم بوظائف الجسم و المحافظة على الاستتباب (الغدد الصم تتحكم بالاستقلاب)

مقدمة

- يسيطر الجهاز العصبي على عمل الغدد الصم مباشرة (الوطاء على النخامى أو الودي على لب الكظر) أو بشكل غير مباشربعض الغدد الصم تخضع لغدد صم أخرى (النخامى) بينما تخضع أخرى لمستويات مواد معينة في الدم
- تتشارك بعض الغدد مع غيرها للحفاظ على استتباب مركب أو وظيفة ما (الأنسولين و الغلوكاكون و هرمون النمو للحفاظ على مستوى السكر)

آلية عمل الغدد الصم

- التلقيم الراجع السلبي: تأثير السكر على الأنسولين، تأثير الاستقلاب على التيروكسين، تأثير هرمونات الدرق و الكظر و هرمون النمو على إفراز النخامى
- التلقيم الراجع الإيجابي (قليل): زيادة الاستروجينات من المبيض ← ↑ FSH و LH في النصف الثاني للدورة الطمثية



الغدد الصم

- أهمها:

الوطاء

النخامى

الدرق

الدريقات

الكظر

المبيضان و الخصيتان

المعثكلة

الصنوبرية

التوتة

آلية عمل الهرمونات

- تنقل الهرمونات صغيرة الحجم (الستيروئيدية و التيروكسين) مرتبطة مع نواقل (غلوبيولين و ألبومين) أما الكبيرة فتنقل حرة
- لابد للهرمون من أن يتحرر حتى يؤثر
- **ترتبط بمستقبل نوعي**

- غشائي (الأدرينالين)
- بلاسمي (الستيروئيدية)
- نووي أو صبغي (التيروكسين)

- عدد المستقبلات متغير حسب الوقت و الحالة الوظيفية ← ↑ أو ↓ تأثير الهرمون
- نصف عمر الهرمون متفاوت (التيروكسين أيام و الأدرينالين دقائق)

آلية عمل الهرمونات

- ارتباط الهرمون مع المستقبل ←

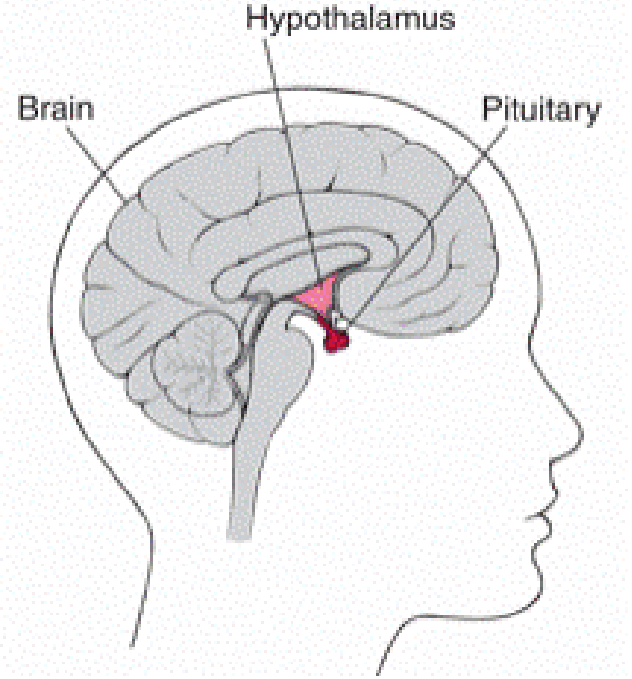
١- تغيير نفوذية الغشاء و **فتح أو غلق قنوات** (الأستيل كولين و الأدرينالين)

٢-تفعيل إنظيم غشائي ← يفعل الرسول الثاني (غالبا cAMP) ← **تفعيل سلسلة من التفاعلات الخلوية** (الأنسولين و هرمون النمو)

٣- يدخل معقد الهرمون مع مستقبله (الخلوي و ليس الغشائي) النواة و يرتبط بمواقع معينة على شريط الدنا DNA ← **انتساخ جينات نوعية** (الهرمونات الستيروئيدية و الدرقية)

الوطاء Hypothalamus

- مجموعة من النوى العصبية تقع أعلى النخامى و خلف التصالب البصري
- محطة استقبال للتنبيهات العصبية النفسية و الحسية (انفعال، قلق، احساسات الشم و السمع و البصر....) ، التنبيهات الخلطية (الهرمونات و الشوارد)
- تعالج هذه التنبيهات ثم تطلق هرمونات تنظم وظائف الجسم خصوصا بالسيطرة على النخامى

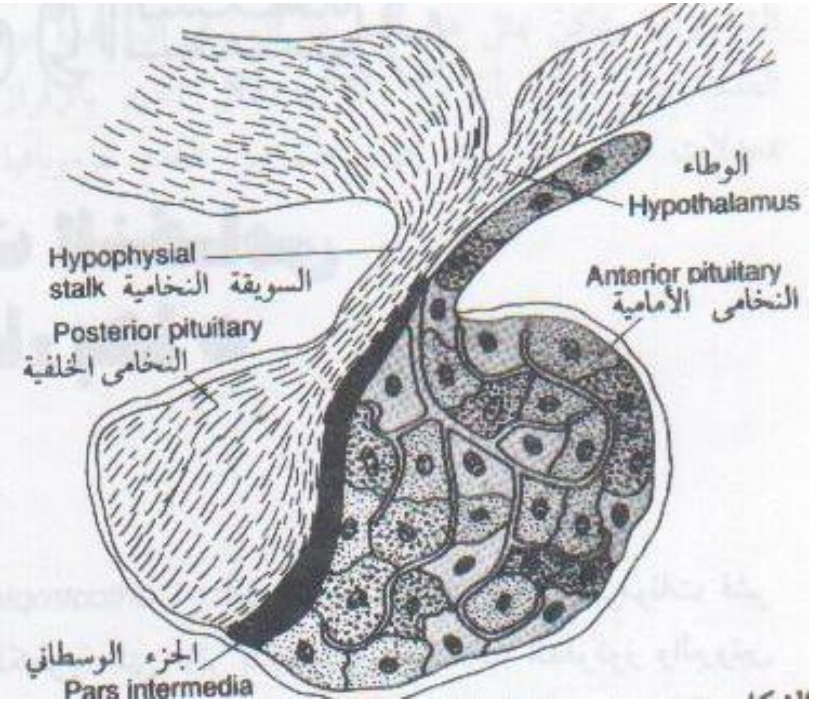


الوطاء

- يشرف الوطاء على النخامى:

- آلية عصبية: عصبونات نهايتها مباشرة فى النخامى الخلفية عبر السويقة الوطائية النخامية

- آلية هرمونية: إرسال هرمونات عبر الدوران البابي الوطائي النخامي إلى النخامى الأمامية



هرمونات الوطاء

١. الهرمون المطلق للهرمون المنشط الدرقي TRH
٢. الهرمون المطلق للموجهة القشرية CRH
٣. الهرمون المطلق لهرمون النمو GHRH
٤. الهرمون المثبط لهرمون النمو (السوماتوستاتين) GHIH
٥. الهرمون المطلق لموجهة القند GnRH
٦. العامل المثبط للبرولاكتين PIF
٧. الهرمون المطلق للبرولاكتين ؟؟؟ PRH
٨. الهرمون المطلق للميلاتونين MRH
٩. الهرمون المثبط للميلاتونين MIH

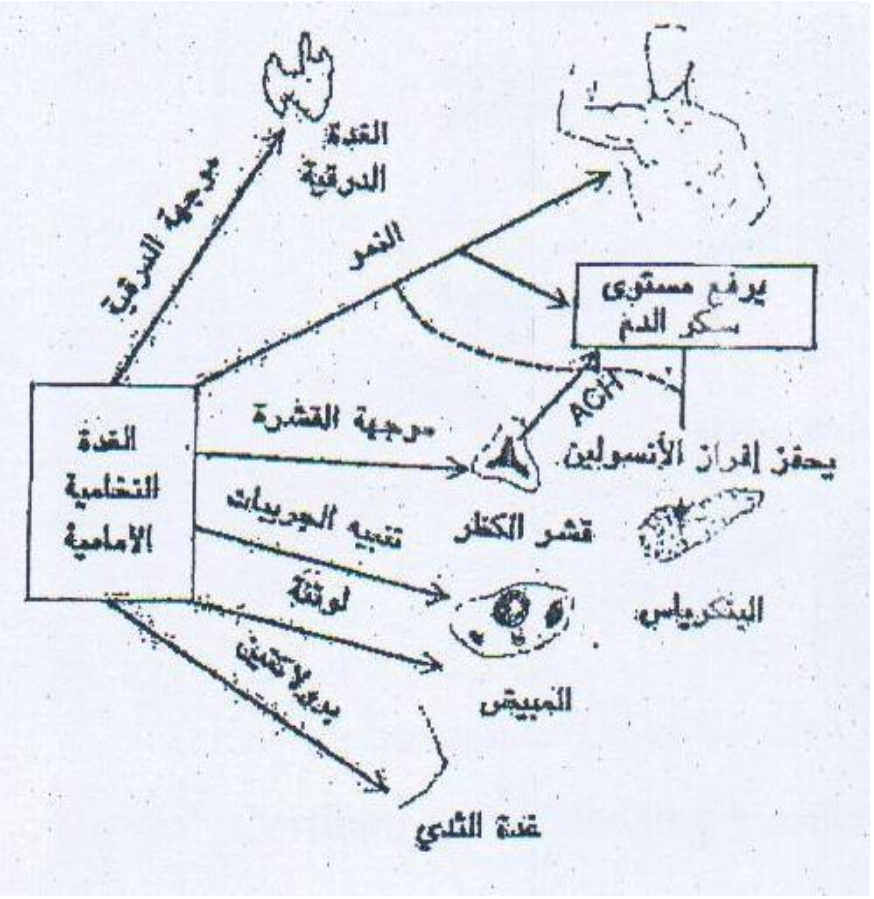
الغدة النخامية Pituitary gland

- تقع في قاعدة الدماغ في السرج التركي خلف التصالب البصري
- تسيطر على معظم الغدد الصماء الأخرى و تخضع لسيطرة الوطاء إما هرمونيا (النخامى الأمامية) أو عصبيا (الخلفية)
- ٣ فصوص:

- أمامي (النخامى الغدية) تفرز عدة هرمونات لكل منها خلية مستقلة
- متوسط: ضامر، دوره ثانوي عند الإنسان
- خلفي (النخامى العصبية) يحوي نهايات عصبية تأتي من الوطاء، يدخر و لا يفرز

النخامى الأمامية

- الوظيفة الأساسية: التحكم بنمو و استقلاب الجسم
- هرموناتها:



- هرمون النمو GH
- الموجهة القشرية ACTH
- الموجهة الدرقية TSH
- الهرمون منبه الجريب FSH
- الهرمون الملوتن LH
- البرولاكتين

هرمون النمو

- تأثيره مباشر على الخلايا الهدف في كل الجسم دون غدة وسيط
- تأثيراته: يعزز بروتينات الجسم و يقلل مخزون الدسم و يحفظ السكريات

١- ↑ اصطناع البروتين

٢- ↑ تحريك الدسم من النسج و زيادة استعمالها للطاقة

٣- ↓ من استعمال الغلوكوز للطاقة

- ↑ كتلة العضلات، ثخانة و نمو العظم (يؤثر على بانيات العظم و الغضاريف)
- فرط الإفراز ← العملقة (قبل البلوغ) و ضخامة النهايات (بعده)
- نقص الإفراز: ← القزامة (قبل البلوغ) و الهرم (بعده)

البرولاكتين

- تأثيره مباشر على الثدي دون غدة وسيط
- يحرض نمو الثديين و إفراز اللبن
- فرط الإفراز ←

- عند النساء: ثر اللبن، **الشعرانية، اضطراب الطمث والعقم، ضعف الشهوة الجنسية**
- عند الرجال: التثدي و **العنانة و الضعف الجنسي**

الموجهات

- موجهة قشر الكظر: تحرض على **نمو** قشر الكظر و تنبه **إفراز** القشرانيات
- الموجهة الدرقية: تحرض على **نمو** الدرق و تنبه **إفراز** الهرمونات الدرقية T3, T4 المسؤولة عن الاستقلاب
- موجهات القند:

- الهرمون منبه الجريب: **نمو** جريبات المبيض و تشكل النطاف في الخصية

- الهرمون الملوتن: تحرض الإباضة و بقاء الجسم الأصفر و تنبه **إفراز** الهرمونات الجنسية عند الجنسين

قصور النخامى قبل البلوغ ← غياب الصفات الجنسية

النخامى الخلفية العصبية

- **لاتصنع الهرمونات و إنما تخزن ثم تفرز**
- تأتيها الهرمونات من الوطاء عبر السويقة الوطائية النخامية
- تفرز هرمونين:

- الهرمون المضاد للإبالة (الفازوبريسين) ADH
- الأوكسيتوسين

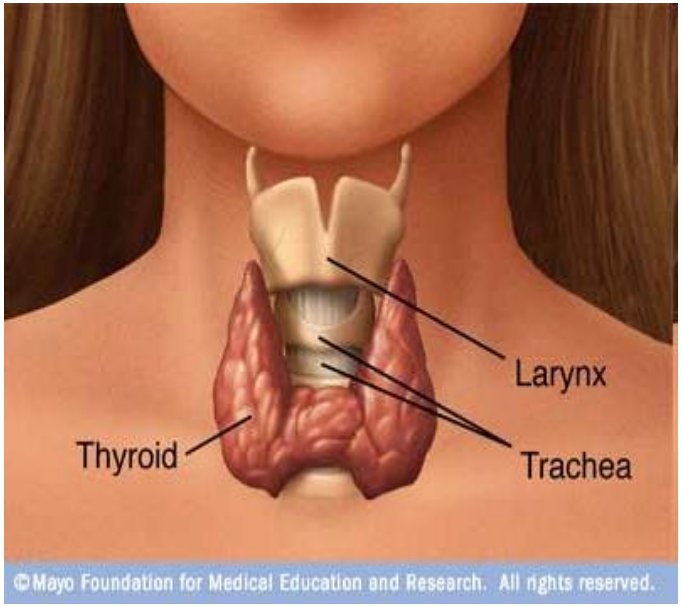
الهرمون المضاد للإبالة

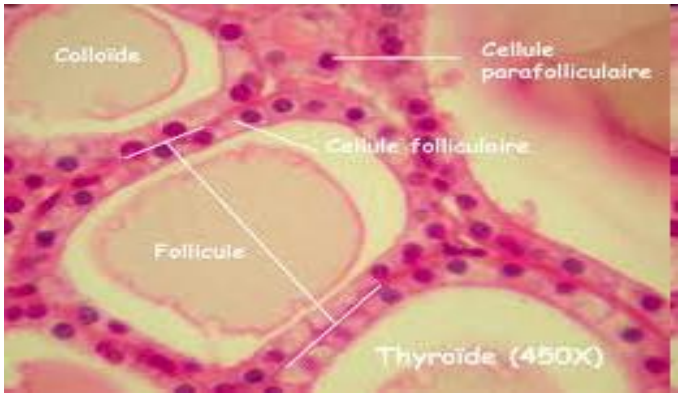
- يؤثر على الأنبوب الجامع من النبيب الكلوي ← ↑ امتصاص الماء و تكثيف البول
- مقبض شديد للعضلات الملساء في الأوعية و الأمعاء ← ↑ AP (قليل الأهمية بسبب قلة تركيزه)
- ↓ الإفراز ← البوالة التفهة: ↑ حجم البول و ↓ كثافته و ↑ أسمولية المصورة

الأوكسيتوسين

- يساعد على خروج الحليب أثناء مص الحلمة
- يقلص عضلات الرحم أثناء المخاض فيساعد على الولادة
- اضطراباته قليلة الأهمية

Thyroid gland الغدة الدرقية





- تقع في العنق أمام الغضروف الحلقي (الحنجرة) و الرغامى
- تتألف من فصين و برزخ
- أكبر غدة صماء في الجسم
- تخضع لتأثير النخامى TSH و الوطاء TRH
- تحوي جريبات مبطنة بخلايا جريبية مكعبة تفرز التيروكسين (T4) و ثلاثي يود التيروزين (T3)، و يخزنان ضمن الغراء داخل الجريب
- تملك خلايا جنب الجريبية C التي تفرز الكالسيتونين المسؤول عن استقلاب Ca

الغدة الدرقية

- الهرمونان الأساسيان هما : التيروكسين (T4) و ثلاثي يود التيروزين (T3)
- يشكل اليود جزءا أساسيا من تركيب الهرمونين
- عوز اليود ← ↓ الإفراز ← قصور الدرق (الدراق المتوطن)
- يجب إضافة اليود إلى الطعام (الملح، الماء)
- بعض المواد الغذائية تحوي مركبات مضادة للدرق ← قصور الدرق (الملفوف و اللفت)

الغدة الدرقية

- هرمونا الدرق هما هرمونان أمينيان (التيروزين)
- الشكل الفعال هو T3
- المستقبلات نووية على مستوى DNA
- التأثير الأساسي: منشط للإستقلاب، **زيادة عدد و فعالية الإنظيمات البانية**
- نصف عمره طويل (٧ أيام) و مخزونه في الدرق كبير (يكفي عدة أشهر)

الغدة الدرقية

- تأثيرات الهرمون الدرقي:

- استقلاب السكر: ↑ امتصاص السكر من الأمعاء و زيادة استحداث السكر (تحلل الغليكوجين) ← ↑ سكر الدم
- الدسم: ↑ خروج الدسم من المخازن و ↑ استعمالها ← ↓ شحوم الدم و ↓ الوزن
- البروتين: ↑ إنتاج البروتين و لكن فرط الإنتاج ← تقويض البروتينات

الغدة الدرقية

- الاستقلاب: ↑ معدل الاستقلاب و ↑ الحرارة و استهلاك O_2
- النمو: يحرض نمو الدماغ (تخلف عقلي عند عوزه) و نمو الجسم بشكل عام
- القلب و الدوران: ↑ معدل القلب و القلوصية و النقل و ↑ الضغط الانقباضي و ↓ **الضغط الانبساطي (توسع وعائي)**
- العضلات: بان للبروتينات العضلية، عند فرط الإفراز ← تضعف العضلات

الغدة الدرقية

- التنفس: ازدياد الاستقلاب ← ↑ معدل التنفس
- الهضم: ↑ الشاهية و ↓ الوزن، إسهال
- الجملة العصبية: ↑ الافتهام و تشتت الذهن، الأرق و القلق و الهياج و الانفعالات
- الوظيفة الجنسية: العوز ← ↓ الكرع (الشهوة) عند الرجال و غزارة الطمث عند النساء

فرط نشاط الغدة الدرقية

- الانسمام الدرقي: الأعراض الناجمة عن فرط الإفراز السمي: تسرع القلب، الخفقان، ↑ AP، الرجفان و الضعف العضلي **قلة تحمل الجو الحار**، زيادة التعرق و الجلد الرطب، المزاج العالي، التعب الشديد و عدم القدرة على النوم، **نقص الوزن مع زيادة الشاهية.**

- الجحوظ العيني

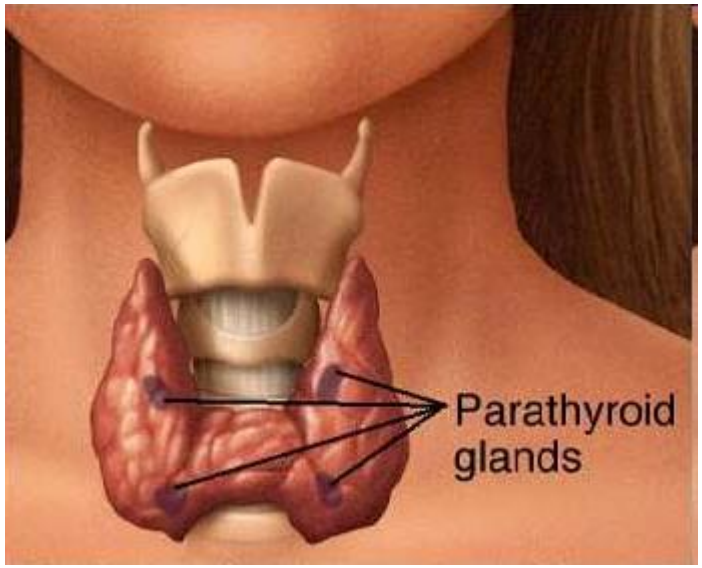
قصور الغدة الدرقية

- قصور الدرق: نساوة و بلادة عقلية، تعب شديد كسل و بطء عضلي شديد، وسن و نوم ١٤ – ١٦ سا/يوم، بطء القلب و نقص نتاج القلب، **إمساك و نقص حركية جهاز الهضم**، جفاف الجلد و خشونته، يصبح الصوت أجشا مثل صوت الضفدع، **زيادة الوزن و عدم تحمل البرد**، انقطاع الطمث

- الفدامة عند الأطفال
- الوذمة المخاطية عند البالغين

الدريقات Parathyroids

- توجد على الوجه الخلفي للدرق في الطرفين
- عددها **غالبا** ٤
- تفرز هرمون الدريقي parathormone
- يؤثر بشكل أساسي مع الكالسيتونين على استقلاب الكالسيوم و الفوسفات



الدريقات

- وظيفة الهرمون الدريقي: ↑ Ca الدم و ↓ P الدم

- على مستوى الكلية: ↑ عودة امتصاص Ca إطراح P

↑ تشكيل Vit D3

- على مستوى الأمعاء: ↑ امتصاص Ca و P

- على مستوى العظم: ينشط كاسرات العظم ← ↑ امتصاص Ca و P من العظم

الكالسيتونين

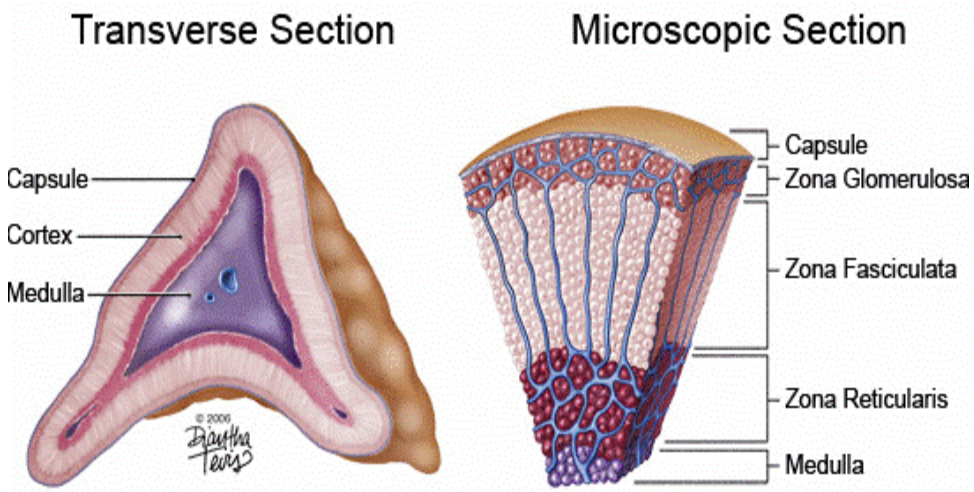
- يفرز من الخلايا C جنب الجريبية من الدرق
- ↑ Ca الدم ← إفراز الكالسيتونين
- تأثيره معاكس للهرمون الدريقي ← ↓ Ca الدم

- على مستوى الكلية: ↓ عودة امتصاص Ca ← ↑ Ca البول
- على مستوى الأمعاء: ↓ امتصاص Ca ← ↑ Ca البراز
- على مستوى العظم: ينشط بانيات العظم ← ↑ ترسب Ca و P في العظم

الكظر

- الكظر غدة ثنائية الجانب توجد فوق القطب العلوي لكل كلية
- تقسم إلى:

- قشرة الكظر و يفرز القشرانيات السكرية و المعدنية و تخضع للموجهة القشرية النخامية و الهرمون المطلق الوطائي، مسؤولة عن **استقلاب السكريات و الدسم و البروتين إضافة إلى توازن السوائل و الشوارد**
- لب الكظر و يفرز الأدرينالين و النور أدرينالين و يخضع بشكل أساسي للجهاز العصبي الودي



القشرانيات المعدنية (الألدوستيرون)

- مسؤول عن توازن السوائل و الشوارد: ↑ امتصاص Na^+ و ↑ طرح K^+ و H^+ من النبيب البعيد في الكلية
- يفرز **استجابة للرينين الكلوي عند نقص نتاج الكلية** أو ↓ Na^+ أو ↑ K^+ الدم
- استتباب الضغط الشرياني: ↑ حجم الدم و ↑ تشكيل الأنجيوتنسين (مقبض وعائي شديد)
- ↑ الألدوستيرون ← ↑ AP، ↓ Kالدم (الضعف و الشلل العضلي)، ↑ Naالدم
- ↓ الألدوستيرون ← ↓ Na و ↑ Kالدم ← ↓ حجم الدم و ↓ AP ← الصدمة و الموت

القشرانيات السكرية (الكورتيزول)

- مسؤول عن الاستقلاب:

- السكريات: ↑ استحداث السكر و ↓ **استعماله** ← ↑ **سكر الدم**
- البروتين: ↓ تكوين البروتين و يقوضه ← ↑ الحموض الأمينية في الدم ← الكبد ← ↑ إنتاج البروتين في الكبد
- الدسم: ↑ **حل الدسم و استعمالها للطاقة** ← ↑ الحموض الدسمة في الدم و **تراكم الدسم في الوجه و الجذع**
- توازن الكالسيوم و العظام: ↓ **Ca و البروتين** ← **تخلل العظام**، ترقق المشاشات و توقف النمو عند الأطفال

القشرانيات السكرية (الكورتيزول)

- **مضاد للالتهاب و ليس للإنتان:**

- ↓ تثبيت أغشية الجسيمات الحالة المفرزة للإنظيمات الالتهابية
- ↓ نفوذية الشعيرات ← ↓ الوذمة الموضعية
- ↓ هجرة و تسلل البيض إلى منطقة الالتهاب
- يكبت اللمفاويات المناعية ← ↓ الالتهاب
- ↓ الحمى بإنقاص IL1 (محم داخلي)

- يستعمل كمضاد للالتهاب (في الأمراض الرثوانية و المناعية و الربو و الصدمة التأقية) و كابت للمناعة (في زرع الأعضاء)، لكنه ← **↑ الإنتانات بسبب ضعف المناعة**

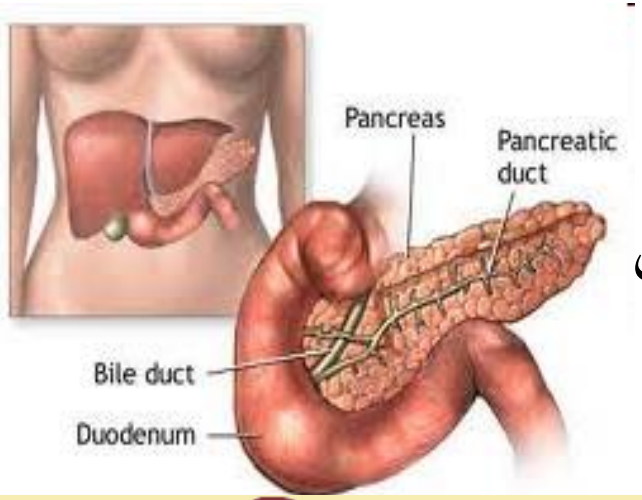
لب الكظر

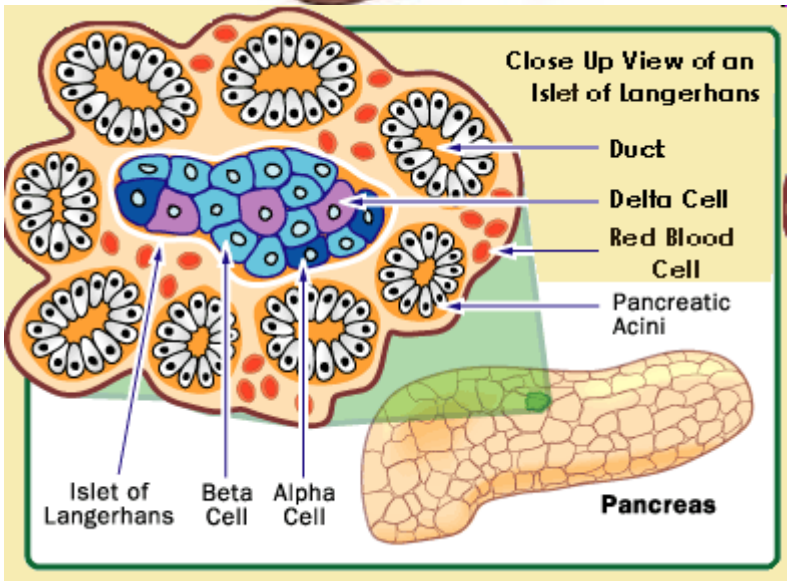
- **يخضع لتحكم الجهاز العصبي الودي،** يفرز الأدرينالين و النور أدرينالين
- تأثيرات الأدرينالين الأساسية:

- يسرع القلب و يزيد قلوصيته و نتاجه
- ↑ **الضغط الشرياني الانقباضي**
- يوسع الأوعية القلبية و العضلية و يقبض المحيطية (الجلد)
- يرخي عضلات القصبات و الأمعاء و المثانة
- ↑ سكر الدم و يحرك مخزون الدسم

- كمية النورأدرينالين المفرزة قليلة جدا فهو ناقل عصبي ودي
- تأثير النورأدرينالين الأساسي: ↑ الضغط الشرياني **الانبساطي**

المعثكلة





- غدة ذات إفراز مزدوج: خارجي تفرز عصارة المعثكلة في العفج لتساعد على الهضم، داخلي (صماء) للتحكم باستقلاب السكريات
- الغدة الصماء هي جزر لانغرهانس و تحوي ٣ أنواع من الخلايا:

- خلايا α: تفرز الغلوكاكون
- خلايا β: الأنسولين
- خلايا Δ: السوماتوستاتين، يثبط الأنسولين و الغلوكاكون

الأنسولين

- محرضات إفراز الأنسولين:

- ↑ سكر الدم (الأهم)
- بعض الحموض الأمينية (أرجينين و الليزين)
- بعض الهرمونات الدموية: الكورتيزول، هرمون النمو، الغلوكاكون
- بعض الهرمونات المعوية الموضعية: الغاسترين، السكريتين، CCK
- الجملة الودية

الأنسولين

- وظائف الأنسولين:

- استقلاب السكريات: ↑**قبط الخلايا للغلوكوز و استعماله** و تحويله إلى غليكوجين لادخاره لاسيما في الكبد و العضلات ← ↓ سكر الدم
- استقلاب الدسم: **يوفر الدسم** و يقلل تحريكها فتتراكم في النسيج الدهني، بينما عند ↓ الأنسولين ← تحرر الدسم و استعمالها ← ↑ الكوليسترول و الحموض الدسمة و نواتج استقلاب الدسم (حماض خلوني)
- استقلاب البروتينات: **باني للبروتينات**، ↑ إنتاجها و ↓ تدركها، **عند ↓ الأنسولين ← نقص الوزن بسبب استهلاك الدسم و البروتين**

الغلوكاكون

- يعاكس الأنسولين ← ↑ سكر الدم
- الآلية:

- ↑ تحلل الغليكوجين
- ↑ استحداث السكر من البروتين و الدسم

- بعض الهرمونات الأخرى المشابهة لتأثير الغلوكاكون: الكورتيزول، الأدرينالين

المبيضان

- غدتا التناسل عند المرأة
- تعطي البيوض التي ستكون الأجنة عند تلقيحها بالنطاف
- المبيض غدة صماء تفرز الهرمونات الجنسية الأنثوية الإستروجينات (أهمها الإستراديول) و البرجسترون وهي هرمونات ستيروئيدية
- **تخضع للمحور الوطائي النخامي**
- هذه الهرمونات مسؤولة عن نمو الأعضاء الجنسية، و الصفات الجنسية الثانوية، و المزاج الأنثوي، و تغيرات النفسية و الجسمية خلال دورة حياة المرأة، و لها دور حابس للملح و الماء و مثبت للكالسيوم على العظام

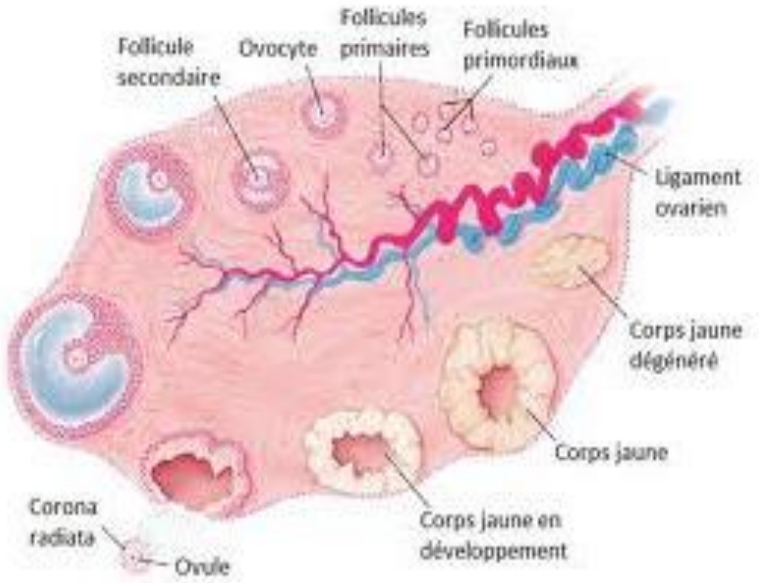
المراحل الجنسية عند الأنثى

- مرحلة الطفولة: الغدة الصنوبرية تثبط موجهات القند النخامية، قليل من الهرمونات الجنسية من قشرة الكظر
- مرحلة البلوغ: بين ٩ و ١٤ سنة، ضمور الصنوبرية ← إفراز الموجهات ← تحريض المبيض: نمو الجريبات الحاوية للبويضات (الجريبات الأولى لا إباضية) و إطلاق الهرمونات الجنسية ←

- حدوث الرغبة الجنسية الفطرية التي تزداد بالتعلم
- نمو الأعضاء الجنسية: الرحم و المهبل
- ظهور و نمو الصفات الجنسية الثانوية
- حدوث الدورة الطمثية: بسبب نمو بطانة الرحم ثم توسفها تحت تأثير تغيرات الهرمونات الجنسية، الدورة الطمثية ٢١- ٣٥ يوما و مدة الطمث ٣-١٠أيام، الدورة تكون مضطربة بعد البلوغ مباشرة

المراحل الجنسية عند الأنثى

- فترة الإخصاب: و تمتد من البلوغ و حتى سن اليأس و تتعلق بإنتاج المبيض للبويضات، في كل دورة طمثية تنمو عدة جريبات و لكن تطلق بويضة واحدة (أحيانا أكثر) في اليوم ١٤ السابق للدورة التالية (الأكثر ثباتا)، تتكرر الدورة ٣٠٠ – ٥٠٠ مرة في حياة المرأة، ينمو الجريب المطلق للبويضة ← الجسم الأصفر، إذا حدث الإلقاح و التعشيش ← الحمل ← بقاء الجسم الأصفر



- تفرز المشيمة موجهات القند المشيمائية البشرية التي تثبط الموجهات النخامية
- تتوقف الدورات الطمثية أثناء الحمل (٣٦-٤٢ أسبوع) و غالبا أثناء الإرضاع

المراحل الجنسية عند الأنثى

- الإياس: ٤٥ – ٥٥ سنة، **يتوقف المبيض عن إنتاج كميات كافية من الهرمونات الجنسية** و لا سيما الإستروجينات و **ترتفع الموجهات النخامية** لغياب التلقيم الراجع، تتوقف الدورة الطمثية، و تشيخ الأعضاء التناسلية (ضمور الرحم و جفاف المهبل)، و تتراجع الرغبة الجنسية و لا تنعدم (دور التعلم)، و تحدث الاضطرابات العاطفية و النفسية و الحرارية (الهبات)

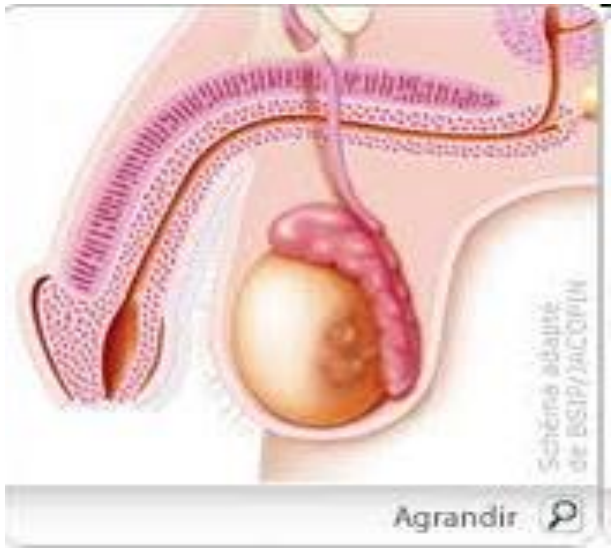
المشيمة

- عضو غدي يؤمن التبادلات بين دم الجنين و الأم، له وجه رحمي و آخر أمنيوسي، يدخر الغليكوجين و يقوم باستقلاب الدسم و البروتين، يفرز عدة هرمونات:

- موجهة القند المشيمائية البشرية
- الموجهة الثديية الجسدية تساهم في نماء الثدي
- الإستروجين و البروجستيرون
- ستيروئيدات مشابهة للقشرانيات (حبس الملح و الماء)

الخصيتان

- الأقناد الذكرية تقع خارج الجسم في الصفن لأنها تفقد وظيفتها و خصوصا الإنتاشية في درجة حرارة الجسم
- مسؤولة عن إنتاج النطاف التي تشكل الجنين عند إلقاح البويضة الأنثوية
- تفرز الإندروجينات الذكرية و أهمها التستوستيرون و هي هرمونات ستيروئيدية
- تخضع للمحور الوطائي النخامي



الهرمونات الجنسية الذكرية

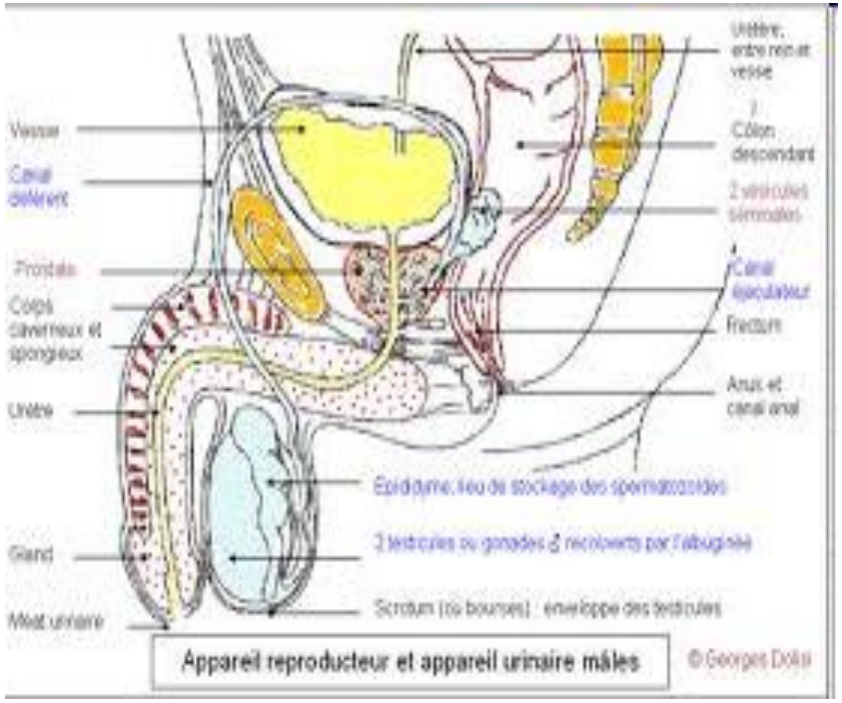
- في المرحلة الجنينية: الهرمونات الجنسية الذكرية المفرزة من الخصية مسؤولة عن تذكير الجنين الذكر
- مرحلة الطفولة: الغدة الصنوبرية تثبط موجهات القند النخامية، تفرز الهرمونات الجنسية من قشرة الكظر، مسؤولة عن نمو الأعضاء الجنسية الذكرية
- مرحلة البلوغ: بين ١٢ و ١٥ سنة، ضمور الصنوبرية ← إفراز الموجهات ← تحريض الخصية : بدء الإنطاف و إطلاق الهرمونات الجنسية من الخصية ←

- حدوث الرغبة الجنسية الفطرية التي تزداد بالتعلم
- نمو الأعضاء الجنسية: القضيب و الصفن و الخصيتين
- ظهور و نمو الصفات الجنسية الثانوية
- تأثيرات استقلابية بانية للعضلات و تحث على تصنيع البروتين

السائل المنوي

- هو السائل الحامل للنطاف المتشكلة في النبيبات المنوية في الخصية و يحوي مفرزات البربخ و الحويصلات المنوية و الموثة و الغدد الملحقة الأخرى
- حجمه ٢ – ٤ مل
- يحوي ٢٠٠-٥٠٠ مليون /مل
- ينقص الحجم و عدد النطاف

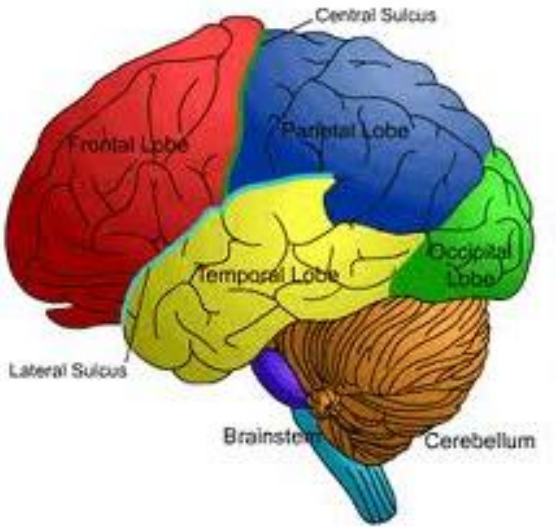
و حركتها مع العمر ← ↓ قدرة على الإلقاح

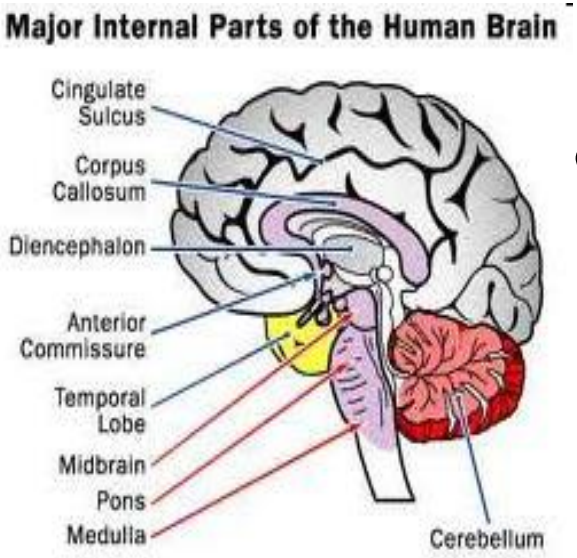


مقدمة

- يعمل الجهاز العصبي و الغدد الصم على التحكم بوظائف الجسم و المحافظة على الاستتباب (الغدد الصم تتحكم بالاستقلاب)
- يسيطر الجهاز العصبي على عمل الغدد الصم
- يتلقى الجهاز العصبي المعلومات من داخل الجسم عبر المستقبلات و الأعصاب و خارج الجسم عبر الحواس، يجمع المعلومات و يدركها ثم يصدر الأوامر المناسبة
- يتألف من قسم محيطي (الأعصاب بأنواعها) و قسم مركزي (الدماغ و النخاع الشوكي)

مقدمة تشريحية



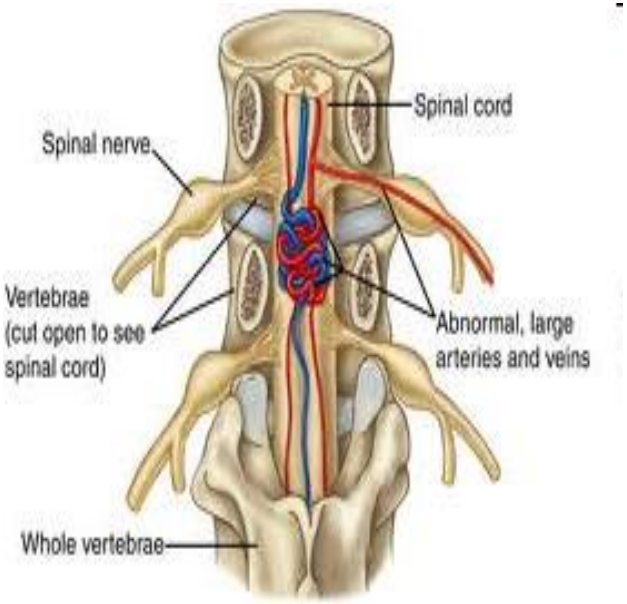


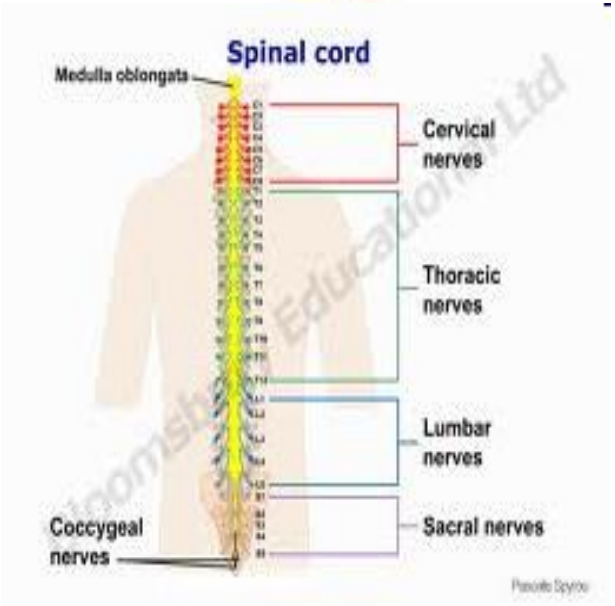
- الدماغ: يتألف من

- المخ: نصفا كرة يحوي كل منهما ٥ فصوص، جبهي، جداري، صدغي، قفوي و مركزي بالإضافة إلى المهاد و الوطاء، و هو مركز الإدراك

- جذع الدماغ: الحدبات التوأمية الأربع، الجسم الركبي الأنسي و الوحشي، الجسر، التشكيل الشبكي و البصلة

- المخيخ: نصفا كرة و الدودة و الفص الندفي





مقدمة تشريحية

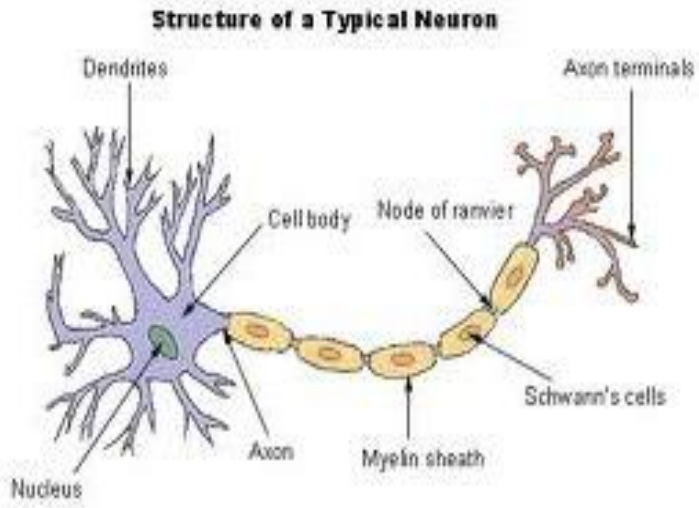
- النخاع الشوكي: تمادي البصلة، ينتهي عند اتصال الفقرة القطنية ١ و ٢ بذيل الفرس (مجموعة كبيرة من الأعصاب)
- يسكن النفق الفقري
- يعد مركز المنعكسات
- يتصل مع ٣١ زوجا من الأعصاب النخاعية (لكل منها جذران خلفي حسي و أمامي حركي) و يتألف من قطع متتالية، العلوية تسيطر على الأسفل منها

مقدمة نسيجية

- يتألف النسيج العصبي من العصبونات و هي الخلايا العصبية الوظيفية الأساسية الناقلة للسيالة العصبية
- تتصل العصبونات فيما بينها عبر المشابك
- يجمع بينها الدبق العصبي: نسيج داعم يؤمن

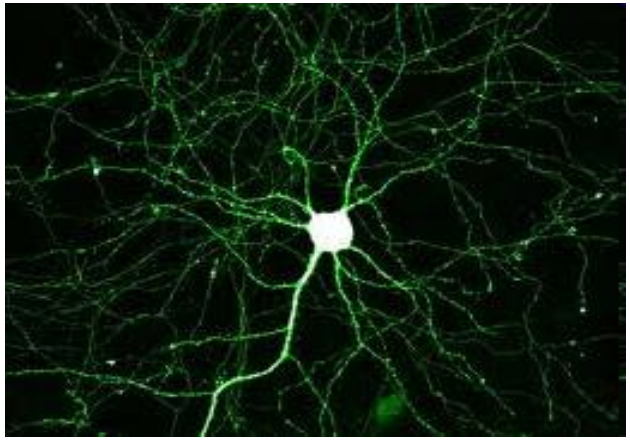
- العزل الكهربي
- دعم العصبونات و تغذيتها و ترميمها
- وظيفة دفاعية (بلعمة الأجسام الغريبة)

العصبون



- العصبونات لا تنقسم فعددها ثابت، يتألف

- جسم الخلية: موجود في المادة الرمادية
- الاستطالات الخلوية: شجرة من التغصنات القصيرة المستقبلة للسيالة
- المحوار: استطالة عصبية وحيدة تعطي تفرعات جانبية و فروع انتهائية تحوي حويصلات الناقل العصبي، طولها من عدة ميكرونات و حتى أكثر من متر، مسؤولة عن نقل السيالة الصادرة

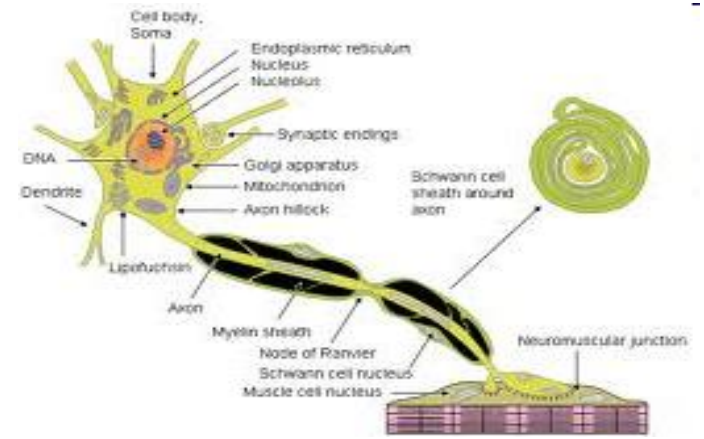


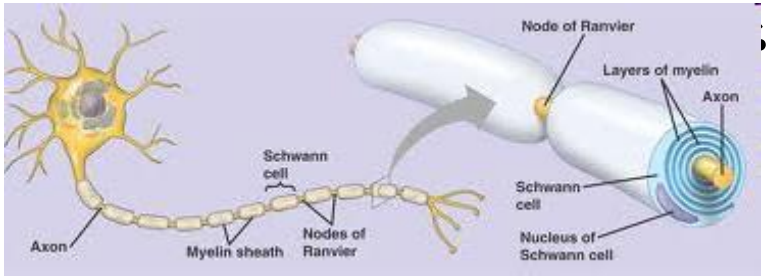
الليف العصبي

- يتألف من

- محور أسطواني (المحوار) ويغلف بغشاء خلوي انتقائي النفوذ (امتداد لغشاء الخلية) يتم عبره تبادل الشوارد و انتقال كمون الفعل

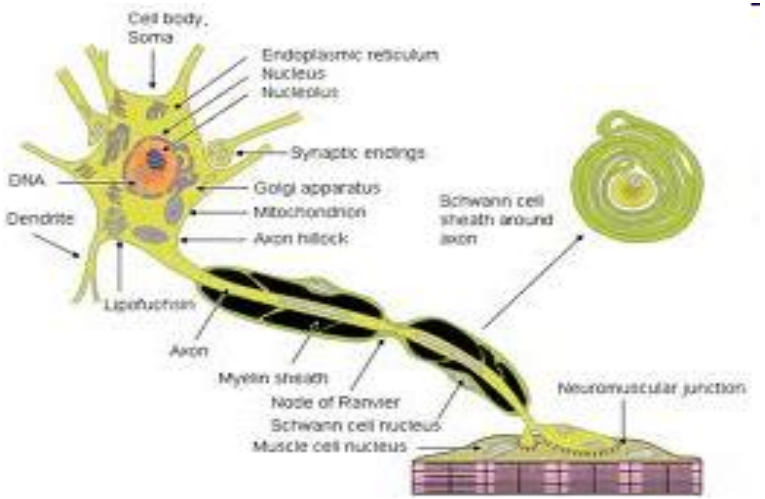
- غمد الميلين في الألياف النخاعينية داعم، يمنع إزالة الاستقطاب، على طبقات ينشأ من خلية شوان الداعمة، متقطع، بين القطع عقد رانفييه تسمح بتبادل الشوارد نقل الكمون سريع على قفزات بين عقد رانفييه





الليف العصبي

- غمد شوان: غلاف رقيق يغلف المحوار و غمد الميلين و يتوقف عند جسم الخلية و الفروع الانتهائية و يؤمن ترميم الألياف العصبية عند أذيتها (ألياف الجملة العصبية المركزية غير محاطة بغمد شوان ← غير قابلة للتجديد)



أنواع العصبونات

- عصبونات حسية: تتلقى المعلومات الحسية من مراكز الحواس (السمع و الشم و البصر، أجسامها خارج الجملة العصبية المركزية) و الأعضاء المحيطية (الجلد و العضلات و الأحشاء، أجسامها في العقد الشوكية و نوى الأعصاب القحفية) و تنقلها إلى المركز
- عصبونات حركية: أجسامها في المادة الرمادية، تنقل الأوامر من المركز إلى المحيط
- عصبونات بينية: أجسامها و استطالاتها في الجملة المركزية و لا تتصل مع المحيط

خصائص العصبونات

- لا تتجدد (هناك استثناءات)
- قد يتغير شكل العصبون و عدد الاستطالات وفق البيئة
- يستهلك العصبون الغلوكوز فقط لإنتاج الطاقة
- يتأذى العصبون بشدة عند نقص الأكسجة (حديثو الولادة)
- الألياف العصبية المحيطية قابلة للتجدد بينما المركزية غير قابلة

البناء الوظيفي العام

- القسم الحسي: مستقبلات حسية منتشرة أو مجتمعة في أعضاء معينة ترسل المعلومات إلى المراكز العليا عبر النخاع و جذع الدماغ
- معاملة المعلومات الواردة من المستقبلات الحسية و مقارنتها مع المعلومات المخزونة في الذاكرة و دمجها مع بعضها
- القسم الحركي: إرسال الأوامر إما بشكل منعكسات أو أوامر واعية إلى الجهاز العضلي الإرادي أو الأملس أو إلى الغدد الصم
- تلعب المشابك بين العصبونات دورا في نقل المعلومات و/ أو تقويتها أو إضعافها أو تخزينها

المستويات الوظيفية للجهاز العصبي

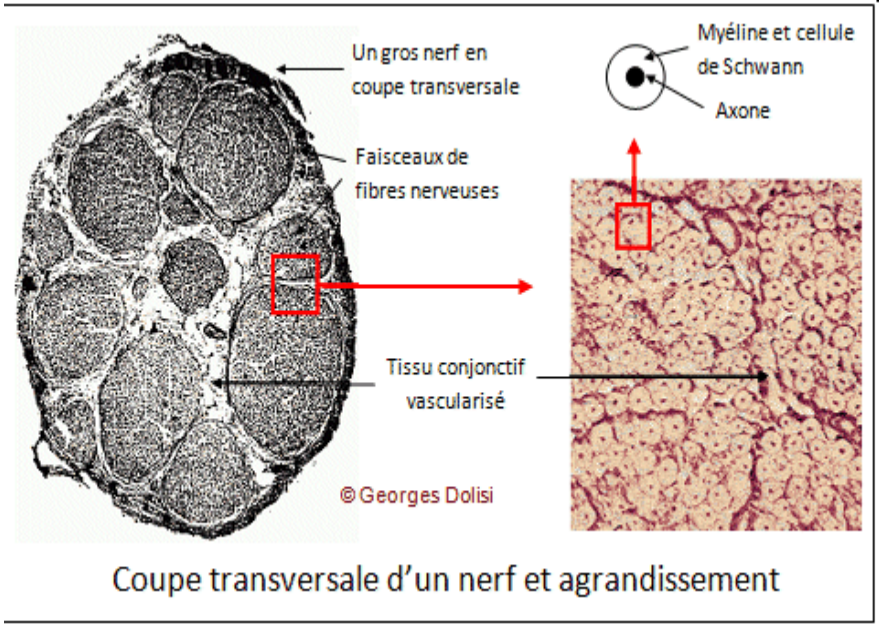
- النخاع الشوكي: ممرا للمعلومات الحسية الصاعدة و الحركية النازلة و محطة وصل بين المحيط و المراكز العليا ، و هو مركز المنعكسات
- المستوى السفلي للدماغ: البصلة و الجسر، الدماغ المتوسط، الوطاء و المهاد، و النوى القاعدية، مسؤولة عن الوظائف دون مستوى الوعي: الضغط الشرياني، التنفس، التوازن، العواطف و الجنس
- المستوى العلوي للدماغ: قشر الدماغ و هو مركز الوعي و المهيمن على بقية المراكز

الأعصاب

- العصب حبل أبيض محاط بغمد شديد التوعية يحتوي على مجموعة من حزم الألياف العصبية (محاوير العصبونات)
- الأعصاب إما قحفية (١٢زوجا) أو شوكية (٣١ زوجا)
- ٣ أنواع حسب الوظيفة:

- حسية: تنقل من المحيط إلى المركز
- حركية: تنقل الأوامر من المركز إلى المحيط
- مختلطة: حسية و حركية (شوكية)

- تتميز بخاصتي الاستثارة و النقل



Coupe transversale d'un nerf et agrandissement

المنبهات

- تستثار الأعصاب عند تعرضها لمنبه ما
- المنبهات أنواع:

- كيميائية: شوارد (K^+،H^+)، غازات (O_2، CO_2) نواتج الاستقلاب أو التخرب النسيجي
- فيزيائية: حرارية، شعاعية، ميكانيكية، كهرطيسية

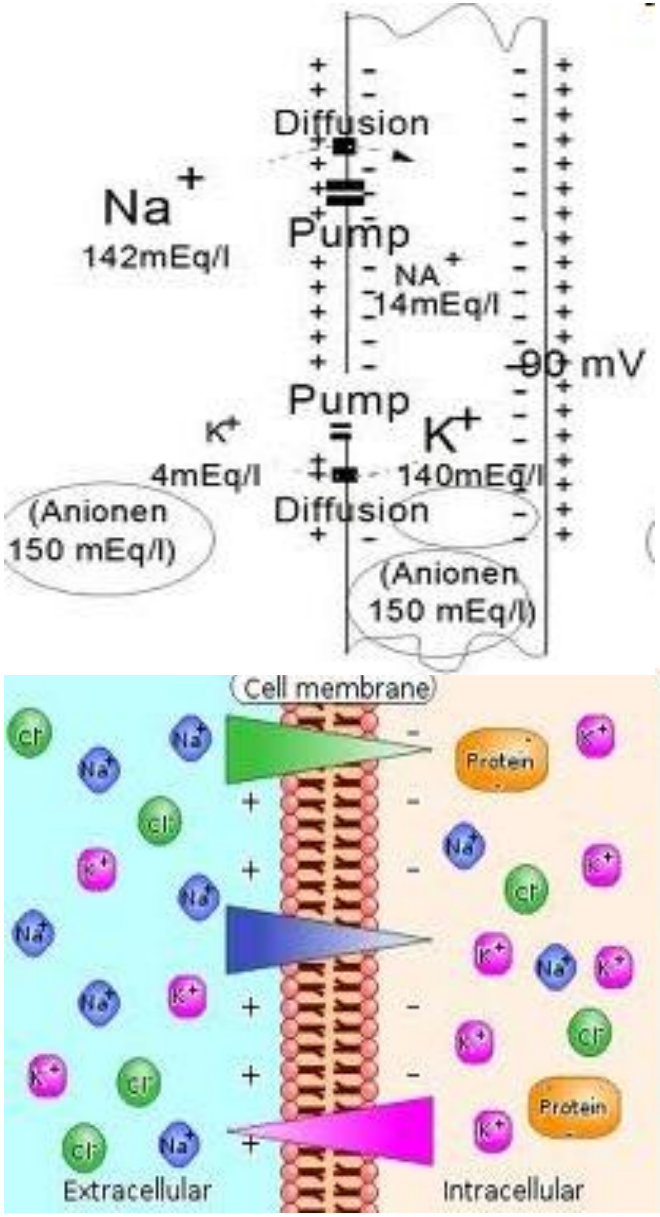
- خصائص المنبه:

- شدة التنبيه: عتبة التنبيه هي الشدة الدنيا اللازمة للتنبيه (الريوباز)
- زمن التنبيه: زمن الاستهلاك المفيد هو أقصر زمن لازم للتنبيه
- تسارع التنبيه: يجب أن يفوق سرعة تكيف العصب

النقل في الأعصاب

- ينقل الليف العصبي السيالة باتجاه واحد إلى الأزرار الانتهائية ثم العصبون التالي أو الخلية الهدف عبر المشابك
- يتم النقل عبر ظاهرة كهربية هي إزالة استقطاب الغشاء و تشكيل كمون الفعل

النقل في الأعصاب



- أثناء الراحة:

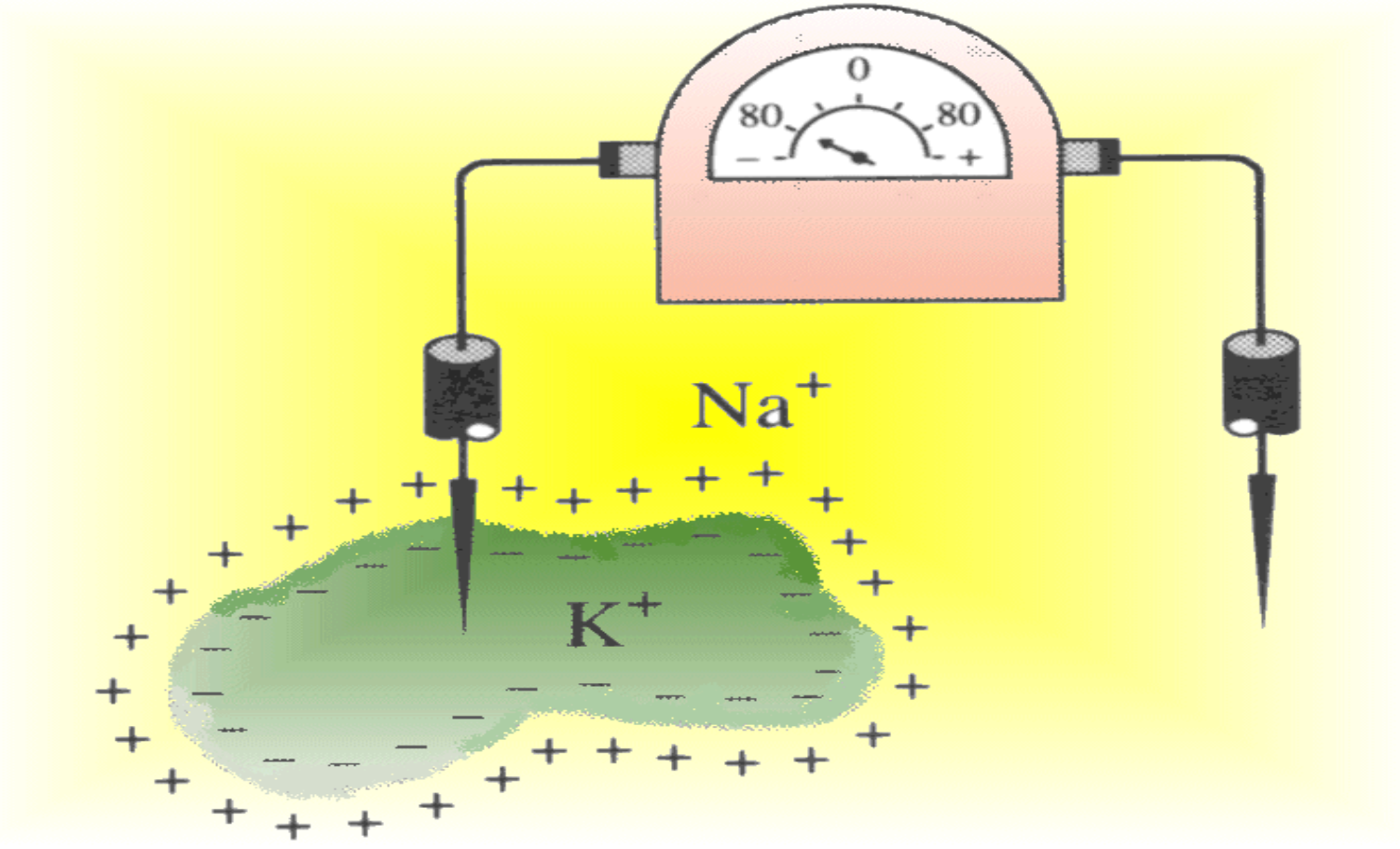
- غشاء الخلية انتقائي النفوذ: ← تركيز Na^+ و Cl^- خارج الخلية مرتفع، بينما K^+ داخل الخلية مرتفع

- داخل الخلية سلبي نسبة لخارجها (-٩٠ ميلي فولت) (حالة استقطاب)

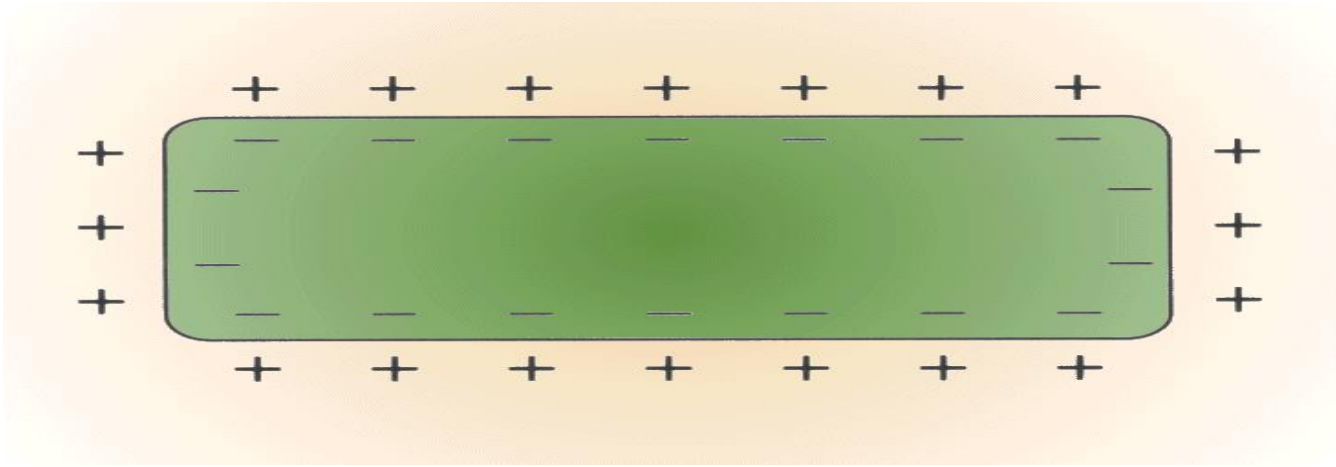
- مضخة Na^+-K^+ ATPase تعمل بشكل مستمر على إخراج Na^+ و إدخال K^+

آلية تشكل السيالة الكهربائية

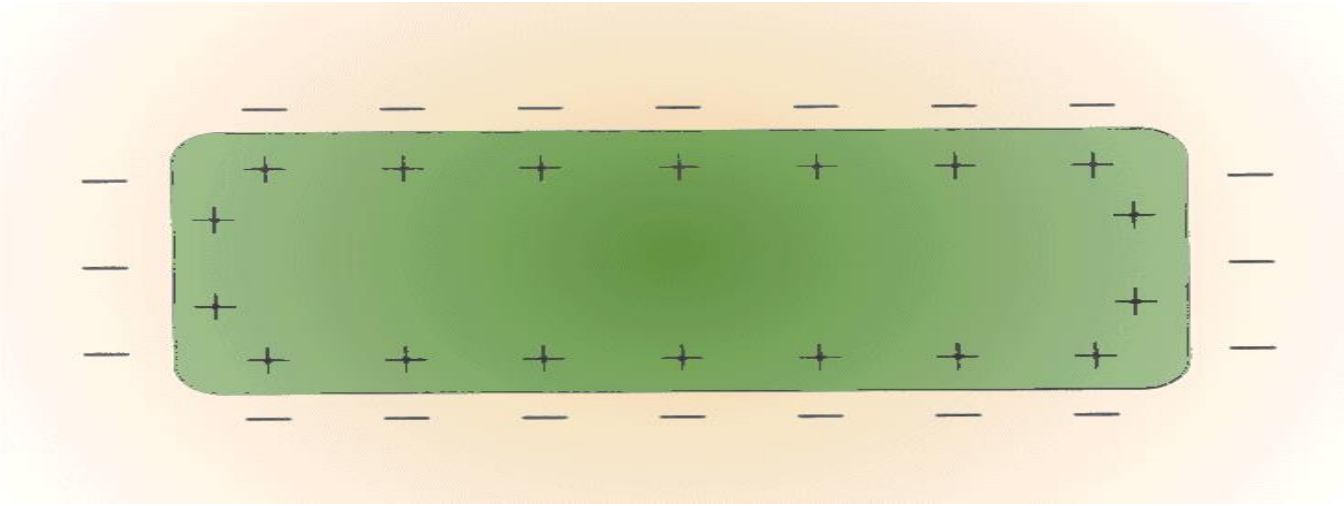
- كمون الراحة:ـ ٩٠ ميلي فولت



حالة الراحة
الاستقطاب



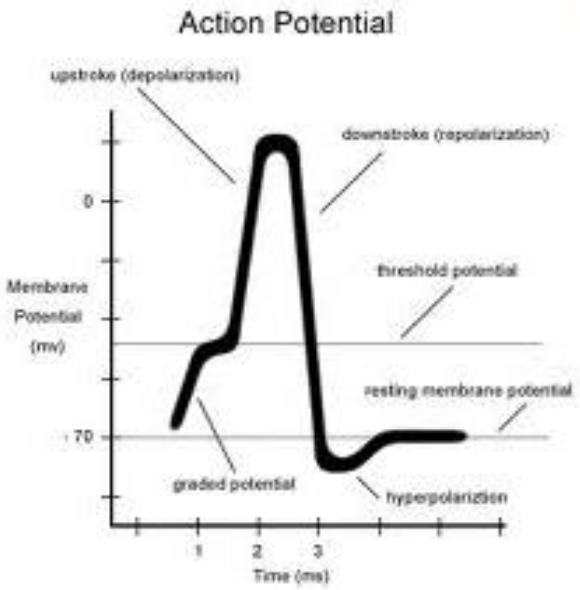
حالة التنبيه
زوال الاستقطاب

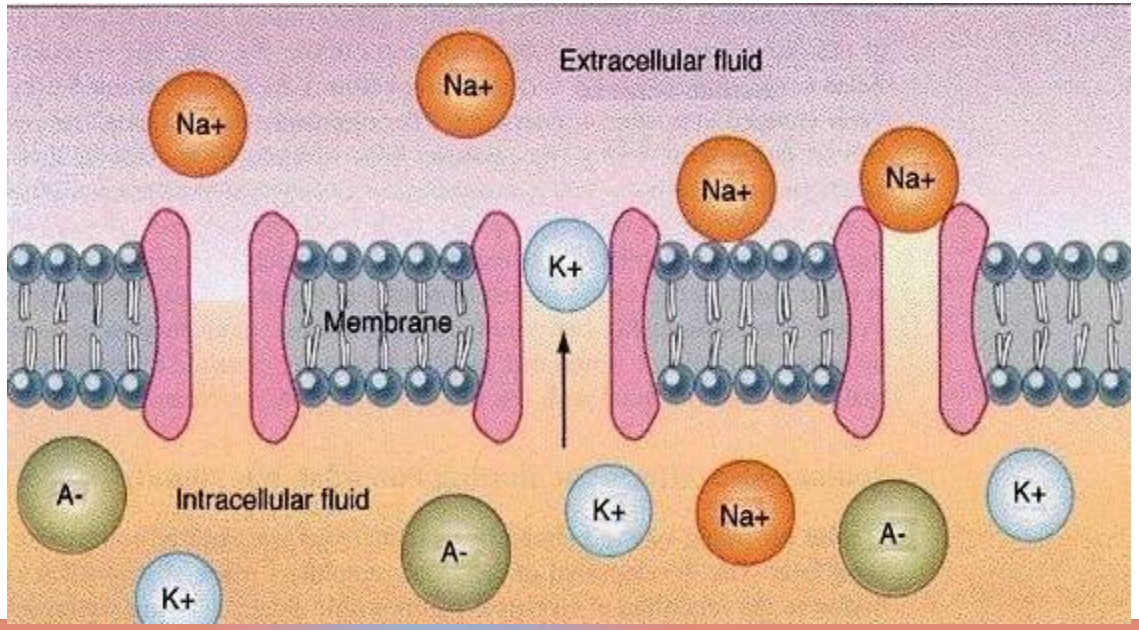


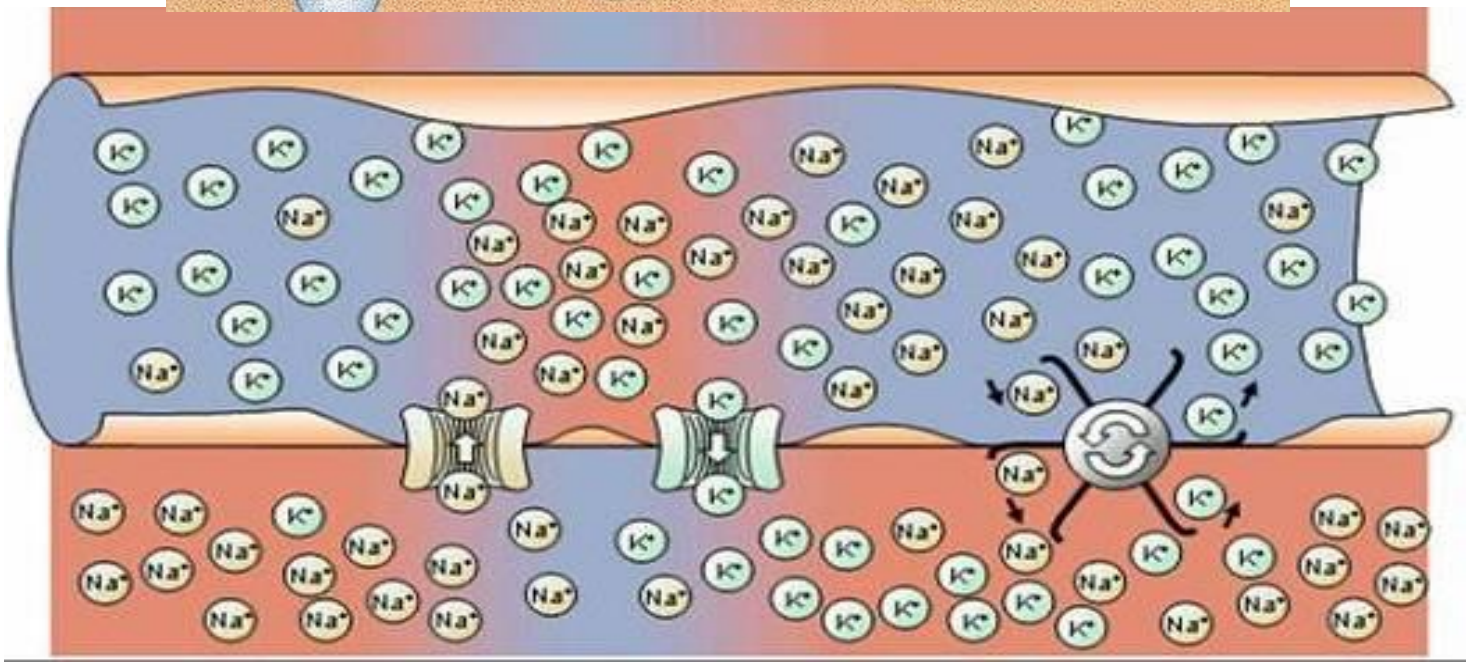
كمون العمل

- تنبيه ← كمون العمل، يمر ب ٣ مراحل:

- إزالة الاستقطاب (يصبح الخارج سلبيا نسبة للداخل) و ينتج عن الدخول السريع ل Na^+
- عودة الاستقطاب: تعود الكهربائية إلى حالة الراحة وينتج عن خروج K^+
- فرط الاستقطاب: يصبح الداخل أكثر سلبية من حالة الراحة (-١٠٠ ملي فولت) بسبب الخروج المفرط ل K^+ (منع عودة كمون العمل في اتجاه معاكس)




Extracellular fluid
Na+
Na+
Na+
Na+
K+
Membrane
A-
Intracellular fluid
K+
A-
K+
Na+
A-
K+



كمون العمل

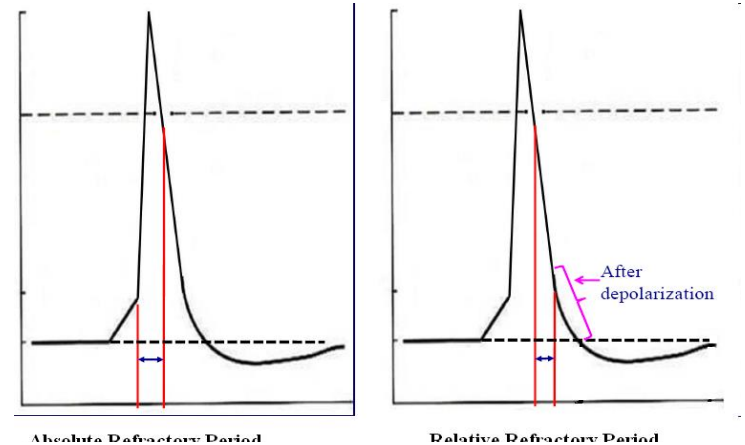
- عتبة التنبيه هي المستوى الأدنى لكهربائية الغشاء التي تسمح بانطلاق كمون العمل عفويا

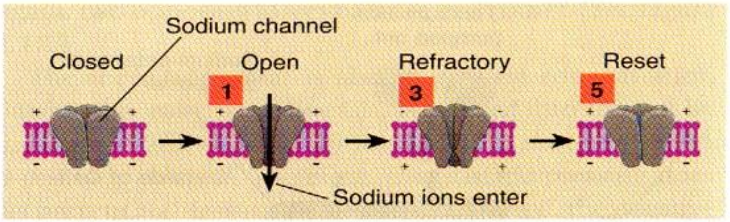
- في الألياف الكبيرة - ٦٥ ملي فولت (سريعة الاستثارة)
- في الألياف الصغيرة - ٥٥ ملي فولت

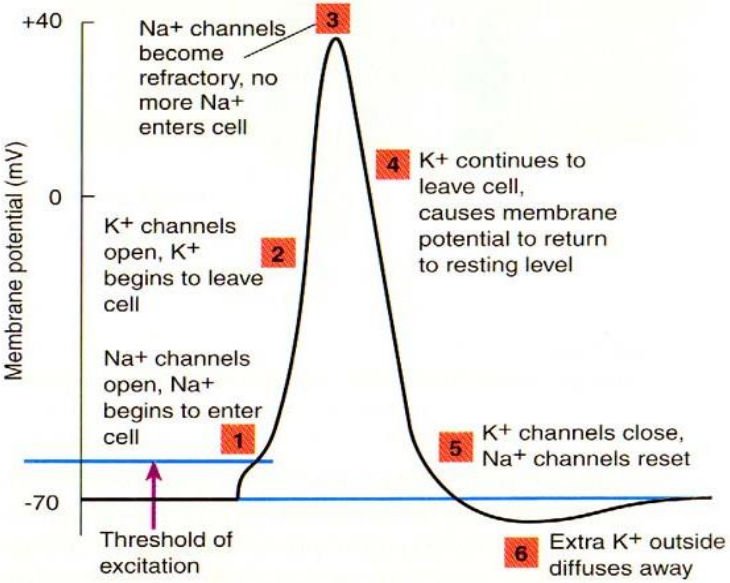
- مبدأ الكل أو لا شيء في كمون العمل: المنبه القادر على إيصال كمون الغشاء إلى عتبة التنبيه يطلق كمون عمل ثابت السعة و لا يتعلق بشدة المنبه
- عودة الاستقطاب تتم بطرد Na^+ و إعادة K^+ بوساطة مضخة Na^+-K^+ ATPase

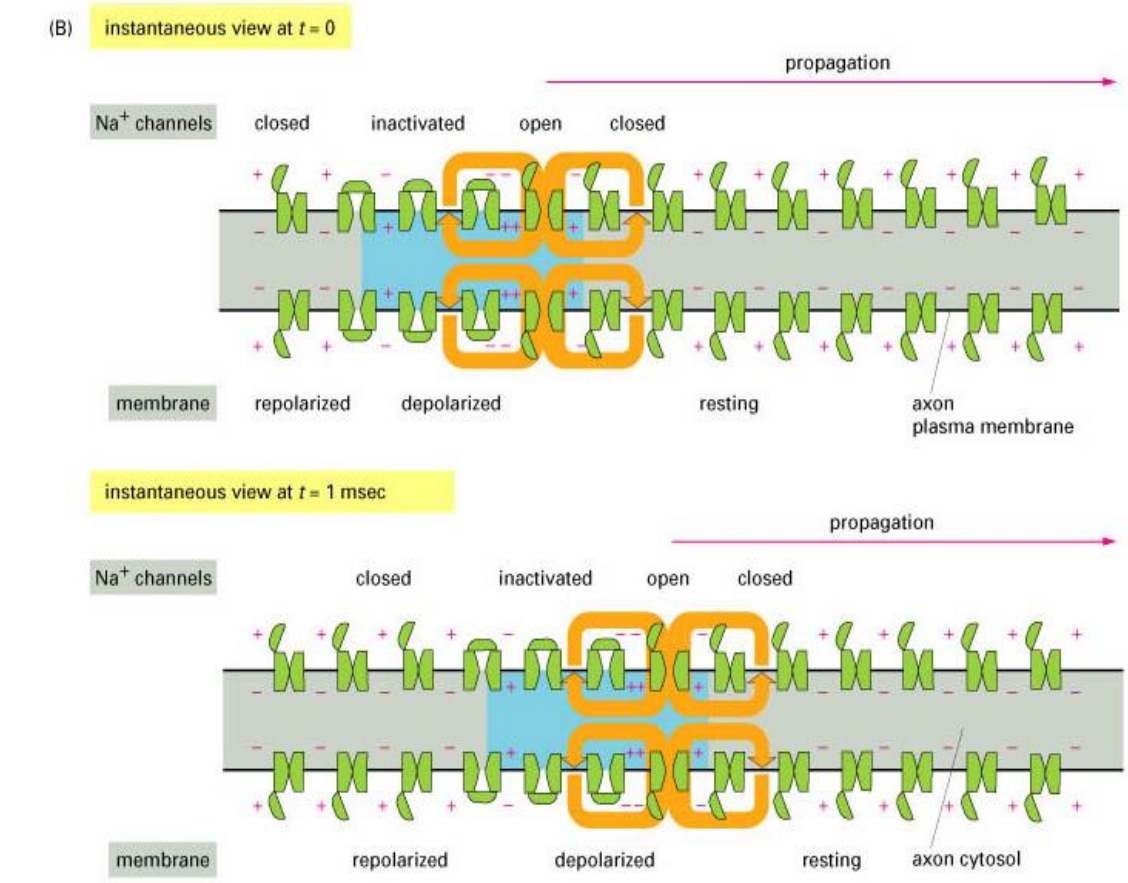
فترة العصيان

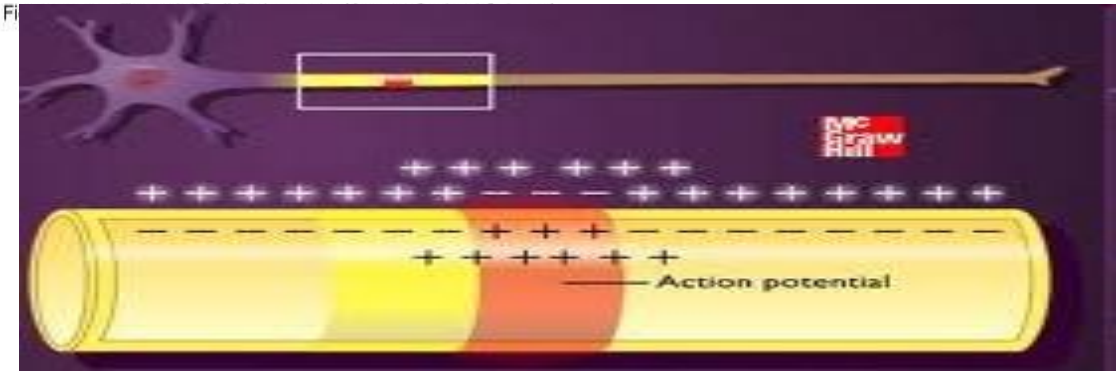
- العصيان المطلق: عدم استجابة الليف العصبي لأي تنبيه مهما كانت شدته، و ينتج عن تعطيل قنوات Na^+، و يستمر حتى عودة كمون الغشاء إلى مستوى قريب من كمون الراحة
- العصيان النسبي: استجابة الليف للتنبيهات الشديدة فقط، و ينتج عن خروج المزيد من K^+







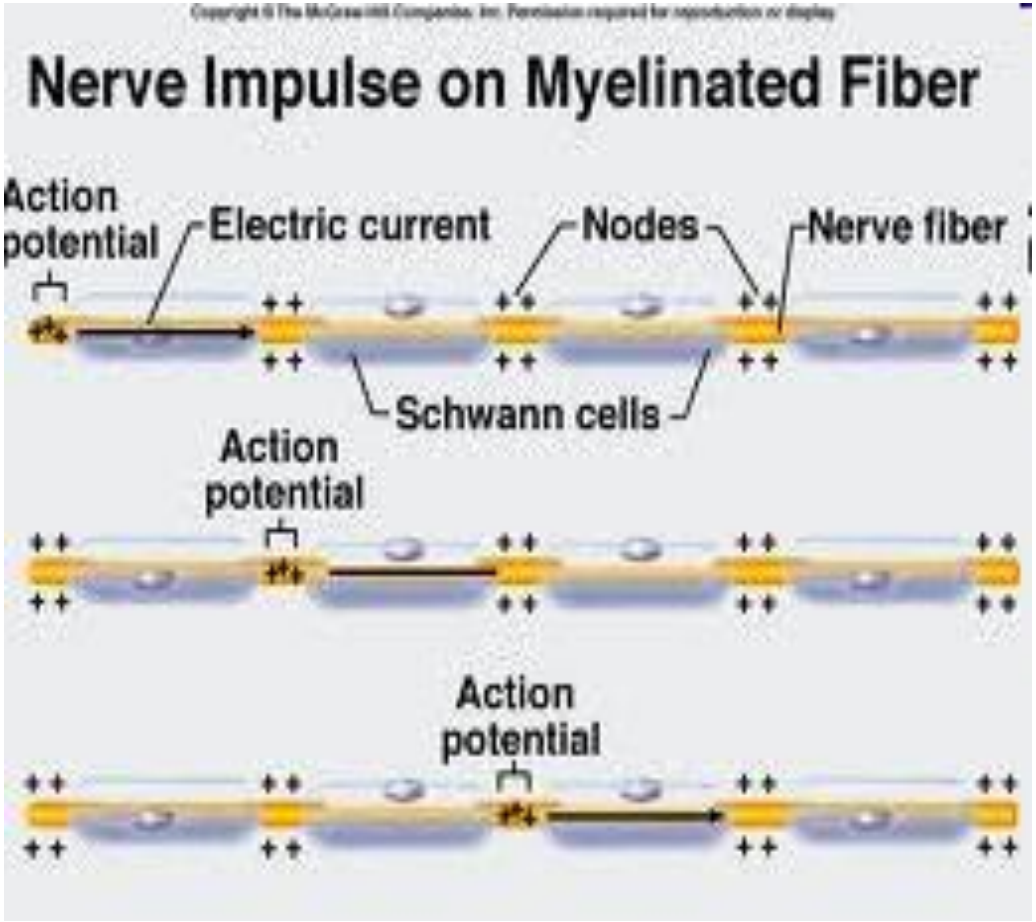




تقدم كمون العمل

- إزالة استقطاب نقطة من الغشاء يفعل المنطقة المجاورة
- اتجاه وحيد غير عكوس بسبب فرط الاستقطاب
- قد ينتقل باتجاهين إذا نبه العصب من منتصفه، و لكن لاينتقل إلا عبر المشبك
- من الاستطالات نحو جسم العصبون ثم المحوار

تقدم كمون العمل



- الألياف النخاعينية:

- الانتقال قفزي بين عقد رانفييه

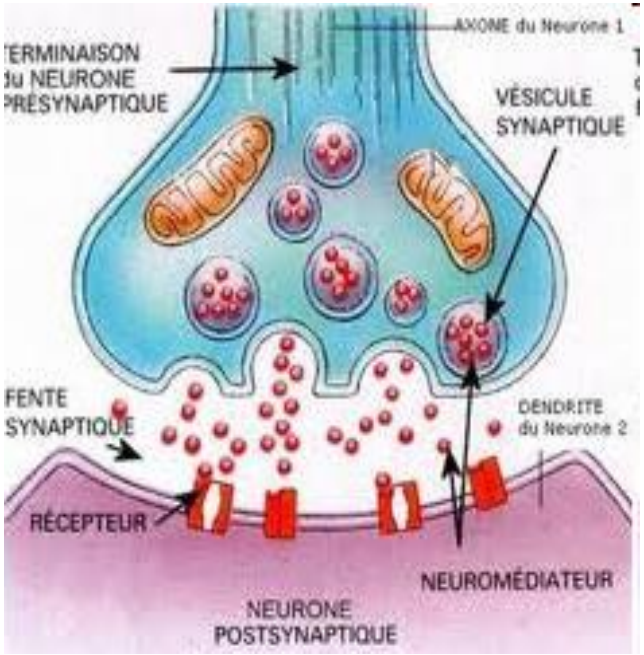
- سريع

- موفر للطاقة

المشبك

- هو منطقة اتصال المحوار مع استطالات العصبونات الأخرى أو مع الغشاء الخلوي للخلية الهدف (عصبية، عضلية، غدية)
- يتألف من:

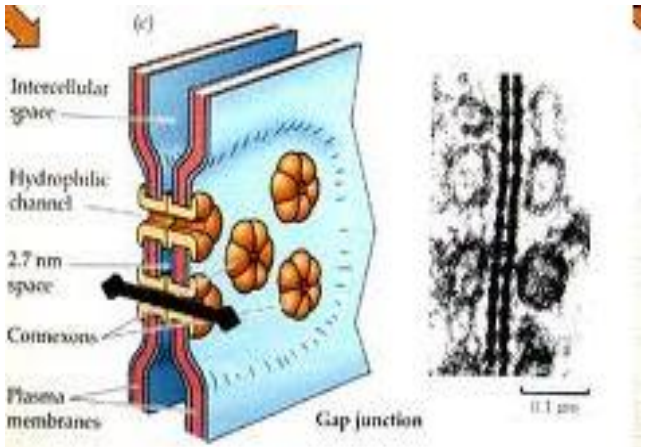
- النهاية ما قبل المشبك: التفرعات الإنتهائية للمحوار، مليئة بالمتقدرات و حويصلات الناقل العصبي
- الفلح المشبكي: المسافة بين النهايتين،
- النهاية ما بعد المشبك: جزء من غشاء الخلية الهدف، يحوي مستقبلات الناقل العصبي



المشبك

- تختلف عدد المشابك من خلية إلى أخرى (من ١ و حتى عدة آلاف)، عدد مشابك الدماغ نحو $١٠^{١٤}$مشبكا
- للمشابك نوعان:

- مشابك كيميائية: الوسيط الناقل بين النهايتين مادة كيميائية ← إطلاق كمون عمل في الخلية الهدف (النمط الغالب)



- مشابك كهربائية: وجود مواصل junction التحام بين النهايتين ← عبور الشوارد و التنبيه بشكل مباشر (المواصل الفضوية بين الخلايا العضلية القلبية)

النواقل العصبية

- وصول التنبه العصبي ← دخول Ca^{++} إلى النهاية ما قبل المشبك ← إفراز الناقل العصبي ضمن الفلح المشبكي الذي يرتبط بمستقبلاته على النهاية ما بعد المشبك ← فتح قناة شاردية (Na^{+}، Ca^{++}) ← كمون فعل، أو تفعيل أو تثبيط جمل إنظيمية
- تتعلق كمية الناقل المتحرر بكمية Ca^{++} الداخلة إلى الخلية
- عادة كل عصبون يفرز نوعا واحدا من النواقل (بعض العصبونات أكثر من نوع)

النواقل العصبية

- عند انتهاء التأثير يزال الناقل من الفلح إما بتحطيمه أو إعادته إلى النهاية ما قبل المشبك، قسم يتسرب خارج المشبك حيث لا مستقبلات
- يوجد أكثر من ٣٠ ناقلا عصبيا
- أنماط النواقل:

- سريعة التأثير: صغيرة الجزيء تقوم بنقل الأوامر و الإحساسات
- بطيئة التأثير: ببتيدات كبيرة الجزيء، تقوم بالتأثيرات طويلة الأمد (تغيير عدد المستقبلات أو المشابك)

النواقل العصبية سريعة التأثير

- أستيل كولين: **ناقل عصبي لاودي**، يوجد في العصبونات الودية قبل العقدية و كثير من مشابك الدماغ، و المشبك العصبي العضلي، له نوعان من المستقبلات نيكوتينية و مسكارينية
- نورأدرينالين: **ناقل عصبي ودي** في العصبونات بعد العقد و كثير من مشابك الجهاز الحوفي في الدماغ (عصبونات الهوس و الاكتئاب)، له ٤ مستقبلات $\alpha1, \alpha2, \beta1, \beta2$، و يختلف التأثير حسب المستقبل

النواقل العصبية سريعة التأثير

- دوبامين: **مثبط غالبا، (دور في الفصام و داء باركنسون)**
- الغليسين: في النخاع، **مثبط**
- الغلوتامات: يفرز من **بعض السبل الحسية** و باحات في القشر، **منشط**
- السيروتونين: نواة الرفاء العظمى في جذع الدماغ **المثبطة لنقل الألم** في القرون الخلفية للنخاع، تتشارك مع الأدرينالين في مشابك الجهاز الحوفي في الدماغ (**عصبونات الهوس و الاكتئاب)**

النواقل العصبية بطيئة التأثير

- ببتيدات كبيرة الوزن الجزيئي تصنع بكميات قليلة في الشبكة الهيولية الباطنة و جهاز غولجي في جسم العصبون و تنقل إلى نهايات المحوار
- بطيئة لكن مديدة التأثير (أيام و حتى سنوات)
- من أنواعها: الإنكفالين و الأندورفين المثبطان للألم في جهاز التسكين الدماغي و المادة P في العصبونات الناقلة للألم المزمن

خصائص المشبك

- تحويل الطاقة: من كهربائية إلى كيميائية قبل المشبك و العكس بعده
- نقل باتجاه واحد: الناقل في النهاية قبل المشبك و المستقبلات في النهاية بعده
- التأخير المشبكي: مراحل انتقال التنبيه عبر المشبك (إفراز الناقل، الارتباط بالمستقبلات، فتح قنوات الشوارد و إنشاء كمون العمل) تؤخر انتقال السيالة الكهربائية قبل المشبك ٠,٥ ملي ثا، و يزداد التأخير بازدياد عدد المشابك

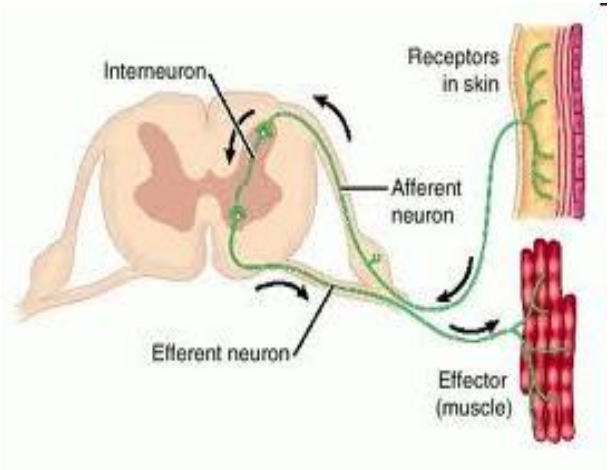
خصائص المشبك

- التعب المشبكي: بعد التنبيه المتكرر تصبح استجابة المشبك ضعيفة بسبب نقص جزيئات الناقل و تراكم Ca^{++} قبل المشبك و نقص المستقبلات بعد المشبك
- المشابك ليست مجرد طريق عبور للسيالة العصبية و إنما قد تلعب دورا في تقويتها أو إضعافها أو تخزينها أو تجزئتها لاسيما في العصبونات الدماغية

المنعكسات

- المنعكس هو استجابة الجسم **المباشرة اللاإرادية** و غالبا اللاواعية لمنبه ما، قد يكون المنعكس شوكيا أو بصليا أو دماغيا
- القوس الانعكاسية:

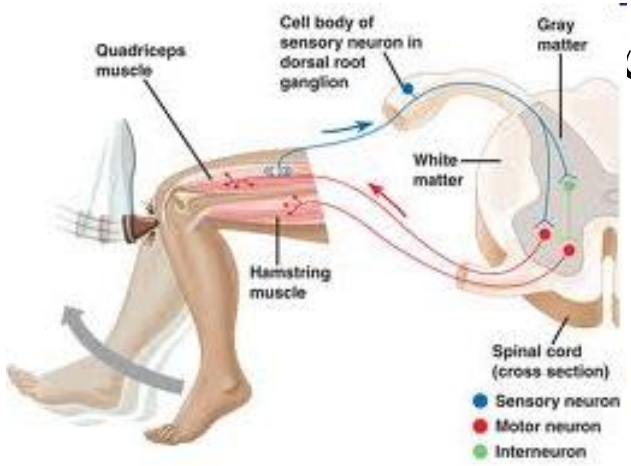
- قسم وارد: المستقبل و العصبون الحسي
- قسم مركزي: عصبونا بينيا يصل بين الوارد و الصادر
- قسم صادر: العصبون الصادر أو الحركي و مشبك التواصل مع الخلية الهدف



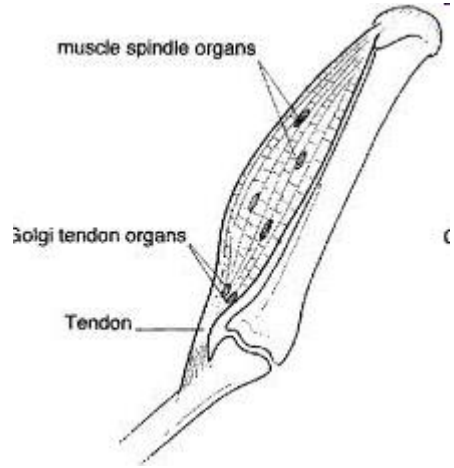
- قد يكون المنعكس وحيد أو متعدد المشابك

أمثلة على المنعكسات

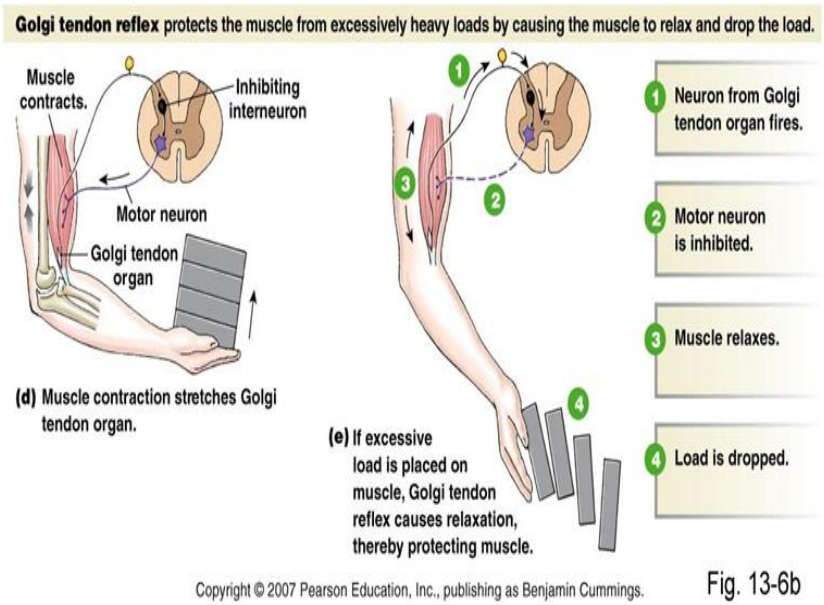
- منعكس الشد stretch reflex أو المنعكس الوتري العميق deep tendon reflex: و هو تقلص العضلة استجابة للشد المطبق عليها، عند ↑ طول العضلة أثناء الشد يحدث المنعكس
- منعكس شوكي وحيد المشبك ، المستقبل فيه هو **المغزل العضلي داخل العضلة** الذي ينقل الشد في كل لحظة
- مسؤول عن الحفاظ على طول ثابت للعضلة
- أمثلة: أثناء الوقوف يميل المرء للإنحناء نحو أحد الجانبين ← تمطط العضلات الفقرية للجانب المقابل ← يحافظ منعكس الشد على الاستقامة، وتر أشيل، منعكس الرضفة، ثنائية الرؤوس العضدية، عند طرق الوتر بمطرقة طبية يحدث تمطط للعضلة فتتقلص



أمثلة على المنعكسات



- منعكس غولجي الوتري Golgi tendon reflex أو منعكس الشد المعاكس: و هو ازدياد طول العضلة و ارتخائها في آن واحد نتيجة تقلص العضلة ثم تفعيل العضلات المضادة مما يؤدي لارتخائها
- منعكس شوكي يحوي عصبونا بينيا المستقبل فيه هو مستقبلات غولجي في الوتر
- يمنع من فرط تمطط العضلة أثناء تطبيق حمل زائد عليها ← ارتخاء العضلة و ترك الحمل



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fig. 13-6b

أمثلة على المنعكسات

- منعكسات الدفاع: أهمها منعكس السحب، منعكس عديد المشابك يتم عبره تقلص عضلات و ارتخاء أخرى استجابة لتنبيه مؤذ ← سحب العضو المعني
- منعكسات المشي: و هي مجموعة من الدارات الانعكاسية المتناوبة ← تناسق حركات الساقين بالتبادل، و تقع تحت سيطرة الدماغ
- المنعكسات المثانية و المستقيمية: منعكسات شوكية ذاتية تؤدي إلى إرخاء المصرة الداخلية اللاإرادية للمستقيم أو المثانة عند الإمتلاء بغية الإفراغ، و تقع تحت تأثير تثبيطي من الدماغ عند عدم ملائمة الظروف للتبول أو التغوط

خصائص المنعكسات

- لاإرادية و غالبا لاواعية
- متكيفة حسب الظروف
- نوعية: لكل تنبيه منعكس خاص به
- تحمي الجسم من المخاطر
- قابلة للتعب بسبب تعب المشابك
- ترتبط مدة استجابة المنعكس بعدد مشابكه