



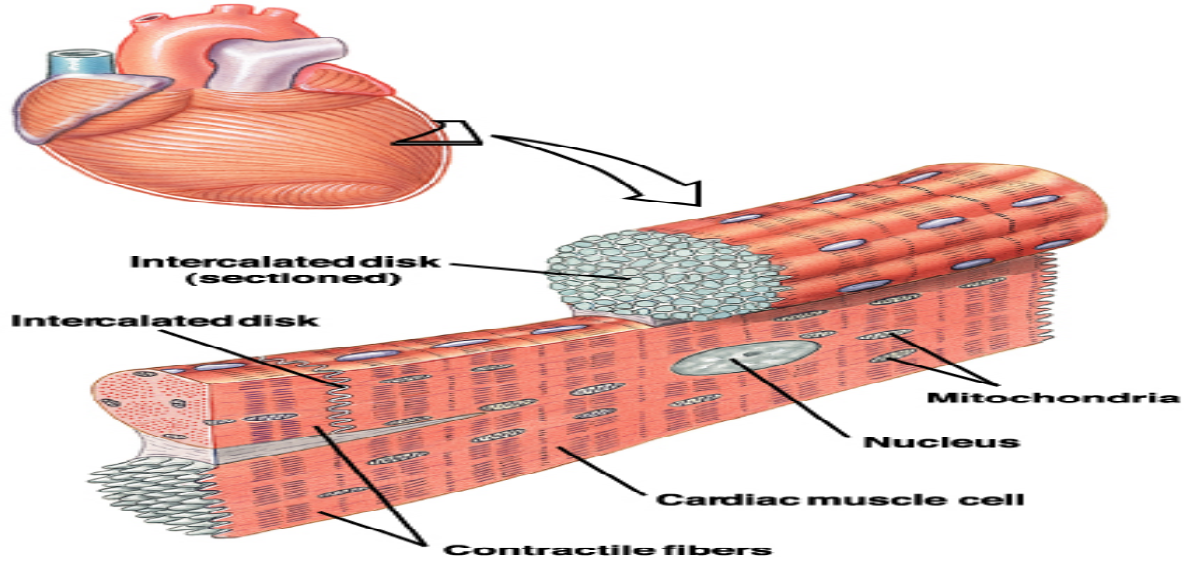
العضلة القلبية و العضلات الملساء

السلام عليكم زملائي .

سنكمل في هذه المحاضرة في فيزيولوجيا العضلات ، لنحدث عن العضلة القلبية و العضلات الملساء .

العضلة القلبية Cardiac Muscle

- ❖ تمتلك خصائص بين العضلات الهيكلية والملساء .
- ❖ فهي تشبه تماماً العضلات الهيكلية من حيث البنية حيث نرى تشابهاً في بنية الليف العضلي و توزع الأكتين لذا تسمى عضلة مخططة .
- ❖ لإرادية بينما الهيكلية تعتبر إرادية ، وهذا ما يعطيها خصوصية .
- ❖ الليف العضلي القلبي أصغر من الليف الهيكلية .
- ❖ هناك تفرعات فيما بين الألياف العضلية القلبية .
- ❖ لها قسيمات عضلية .
- ❖ إن تفعيل ليف أذيني واحد يؤدي لتفعيل كل الألياف الأذينية
- ❖ وتفعيل ليف بطيني واحد يؤدي لتفعيل كل الألياف البطينية



الصفات المشابهة للعضلات الهيكلية :

- الألياف العضلية في العضلة القلبية مخططة .
- تحوي تروبونين و تروبوميوزين و نبيبات T.
- الشبكة الهيولية في الألياف العضلية القلبية أقل تطوراً من تلك الموجودة في الهيكلية .
- والألياف البطينية ذات الاستقلاب التأكسدي الهوائي :
- تحوي الميوجلوبين .
- تحوي كمية كبيرة من المتقدرات (لحاجتها الكبيرة للطاقة) .
- بطيئة التعب ، فهي تبدأ عملها من لحظة الولادة و حتى نهاية الحياة (كما العضلات التنفسية) .

الصفات المشابهة للعضلات الملساء :

- تحوي موصل فجوية gap junctions ضمن الأقراص المندخلة Intercalated disks .
- خلايا ناظمة Pace maker وبالتالي يمتلك القلب خاصية التفعيل الذاتي (ذاتية) ، أي لا حاجة لأوامر عصبية من الجهاز العصبي المركزي لاستمرار التقلص ، ويكون الإشراف العصبي مسؤولاً عن التكيف مع التغيرات المحيطية والفيزيولوجية .
- يتم تعصيبها بالجهاز العصبي الذاتي بقسميه الودي واللا ودي .
- تتأثر بالهرمونات والعناصر نظيرة الصّماء .
- يأتيها الكالسيوم من مصدرين : الشبكة الهيولية والوسط خارج خلوي .

خلاصة :

■ المميزات الأهم للعضلة القلبية و التي تعطيها خصائي مميزة :

• الأقراص المندخلة Intercalated disks .

• مواصل فجوية Gap junctions .

• جسيمات رابطة Desmosomes .

■ وجود مدمج خلوي أذيني و مدمج خلوي بطيني :

• الأذين يتقلص كأنه وحدة عضلية واحدة .

• البطين يتقلص كأنه وحدة علية واحدة .

■ التقلص الأذيني يسبق التقلص البطيني مما يساعد على تأدية القلب لمهمته في ضخ الدم من

الأذنين إلى البطينين ثم للشريانين الرئوي والأبهر .

تذكرة :

➤ المصدر الرئيسي للطاقة في العضلة القلبية هو الاستقلاب الهوائي ، حيث لا تقوم بالاستقلاب اللاهوائي و

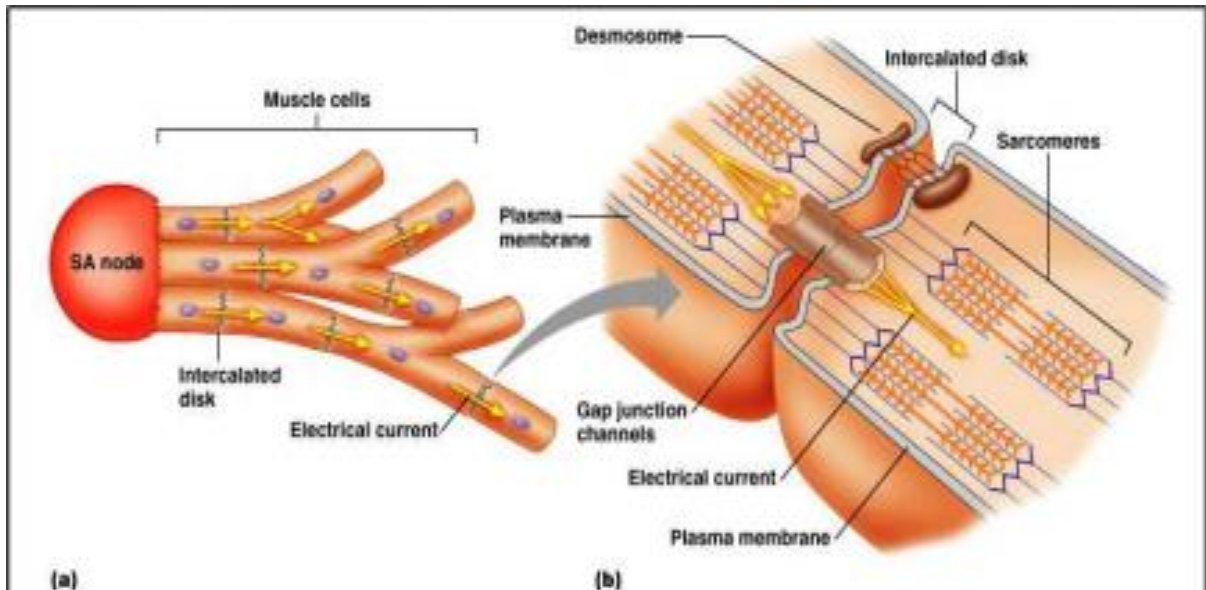
تعتمد في عملها على كمية الأوكسجين الواردة من الرئتين .

➤ لا يحدث انقسام للألياف العضلية القلبية بعد الولادة ، فهي تنمو بازدياد الحجم Hypertrophy وليس

بالانقسام .

➤ 99% من الألياف العضلية القلبية قلوصة .

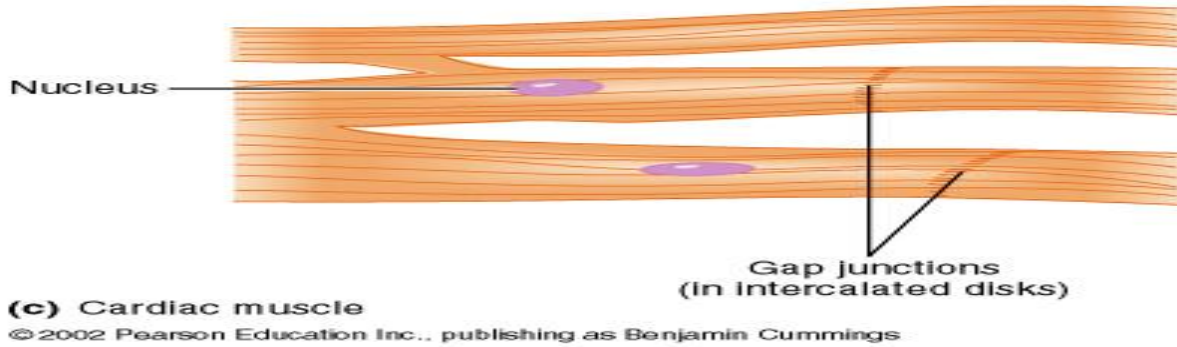
➤ 1% خلايا ناظمة .



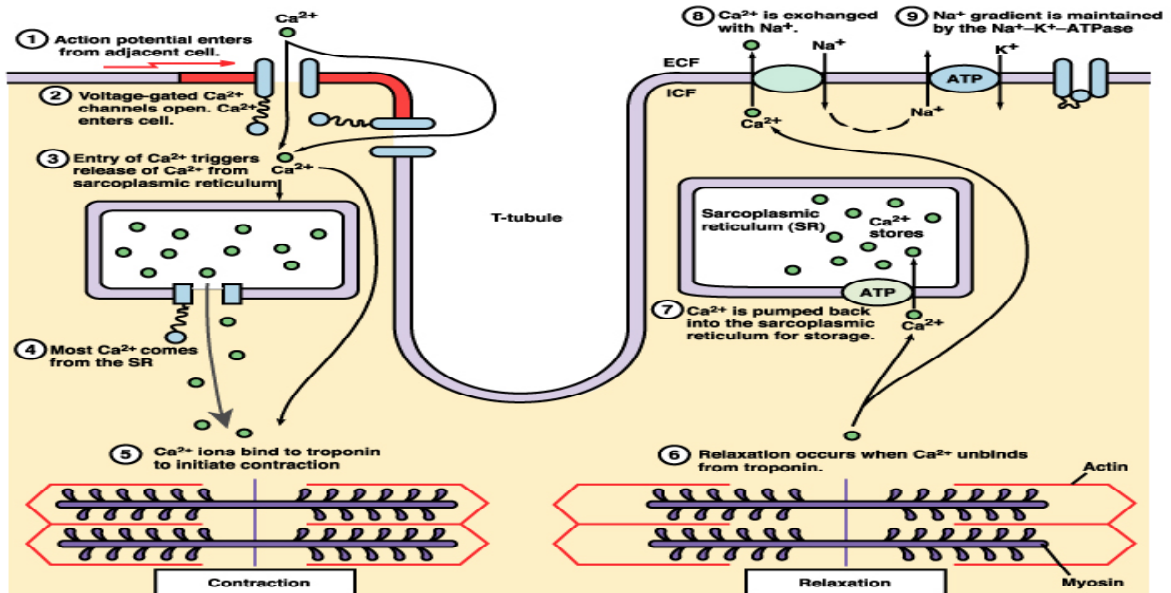


كامن الفعل في الخلايا الناعمة:

- ❖ يتم مراقبة القلب بواسطة ناظمة الخطى (العقدة الجيبية الأذينية) .
- ❖ يحدث نزاع استقطاب عفوي ناجم عن :
 - إغلاق قنوات البوتاسيوم
 - فتح كل من قنوات الصوديوم والكالسيوم
 - وبالتالي تشكل كامن الفعل يكون عفويًا في الخلايا الناعمة .



- ❖ يحدث بداية زوال استقطاب جزئي بطيء وصولاً إلى مرحلة العتبة
- ❖ وهو ناجم عن دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم
- ❖ ثم تنفتح قنوات الكالسيوم العابرة من نمط T التي تسبب دخول الكالسيوم للخلية .
- ❖ ثم يحدث زوال استقطاب سريع ناجم عن فتح قنوات الكالسيوم من النمط L .
- ❖ وهي مسؤولة عن دخول سريع للكالسيوم إلى الخلية وبالتالي انطلاق كامن الفعل
- ❖ ثم الطور الأخير وهو عودة الاستقطاب المتمثل بفتح قنوات البوتاسيوم وانتقال البوتاسيوم لخارج الخلية .

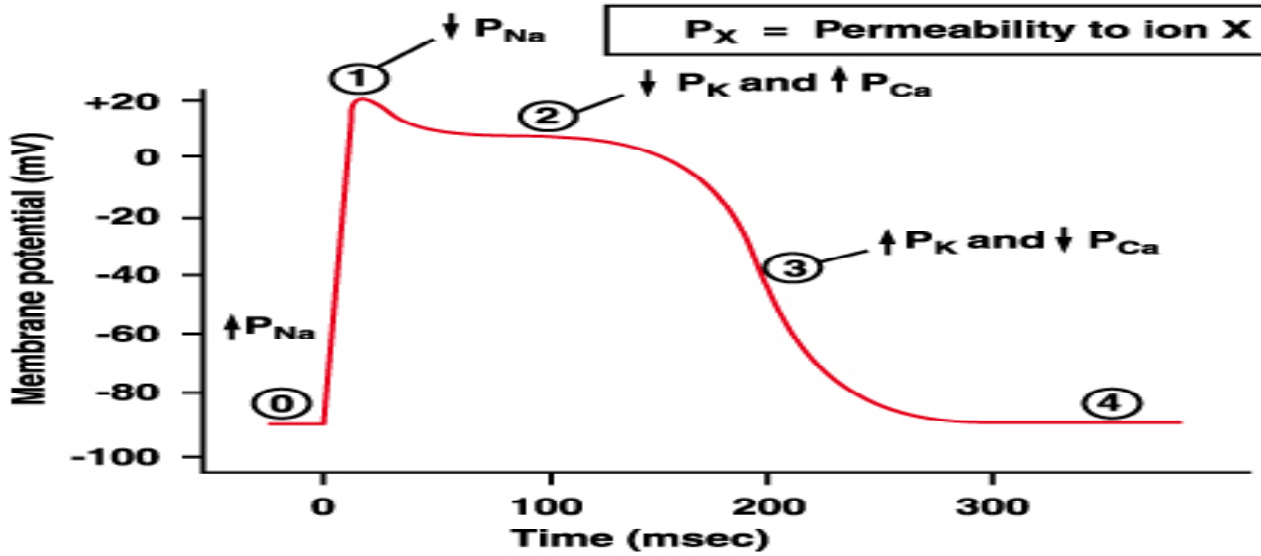


يمر كامن الفعل في الألياف العضلية القلوية بخمس أطوار:

❖ **الطور 0:** وتزداد فيه نفوذية غشاء الخلية لشوارد الصوديوم بسبب انفتاح الأنيونية الصودية مما يؤدي لزوال

استقطاب سريع

❖ **الطور 1:** تتناقص فيه النفوذية الغشائية لشوارد الصوديوم مما يؤدي لعودة استقطاب بسيط

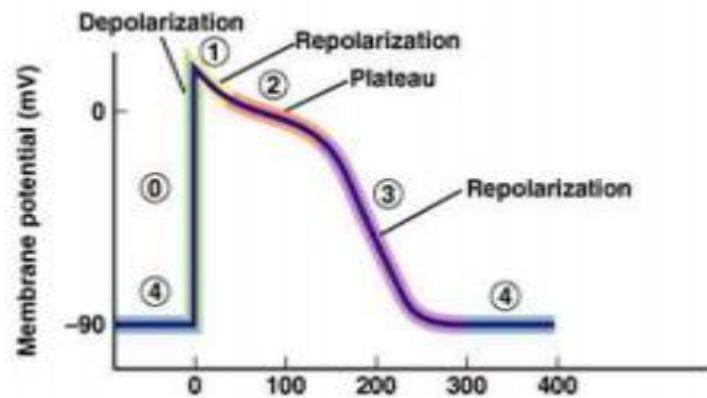


❖ **الطور 2:** زيادة النفوذية لشوارد الكالسيوم مع تناقص نفوذية شوارد البوتاسيوم (طور الهضبة)

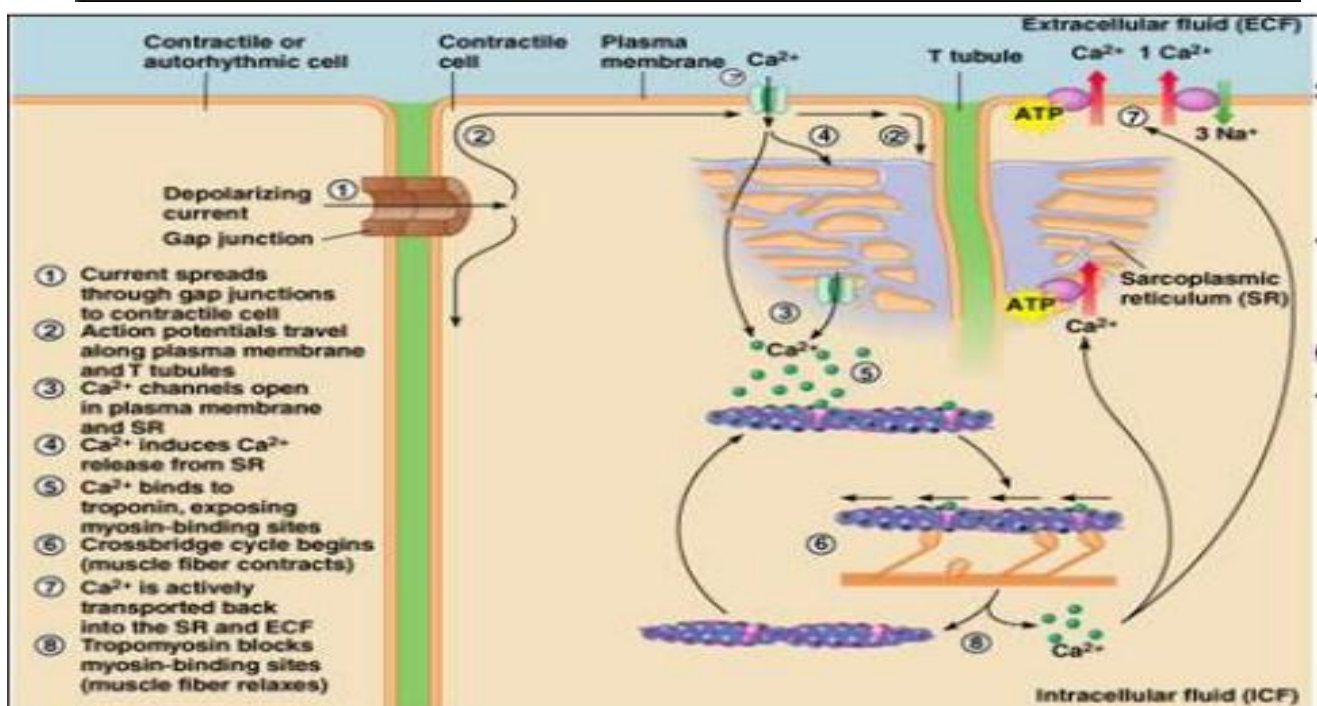
❖ **الطور 3:** زيادة نفوذية شوارد البوتاسيوم وتناقص نفوذية شوارد الكالسيوم (عودة الاستقطاب)

❖ **الطور 4:** العودة لكامن الراحة .

Autorhythmic cell potential change	Ion channel gating	Ion movement
Pacemaker potential		
Initial period of spontaneous depolarization to subthreshold	Funny channels open	Sodium moves in, potassium moves out
Latter period of spontaneous depolarization to threshold	T-type calcium channels open	Calcium moves in
Rapid depolarization phase of action potential	L-type calcium channels open	Calcium moves in
Repolarization phase of action potential	Potassium channels open	Potassium moves out

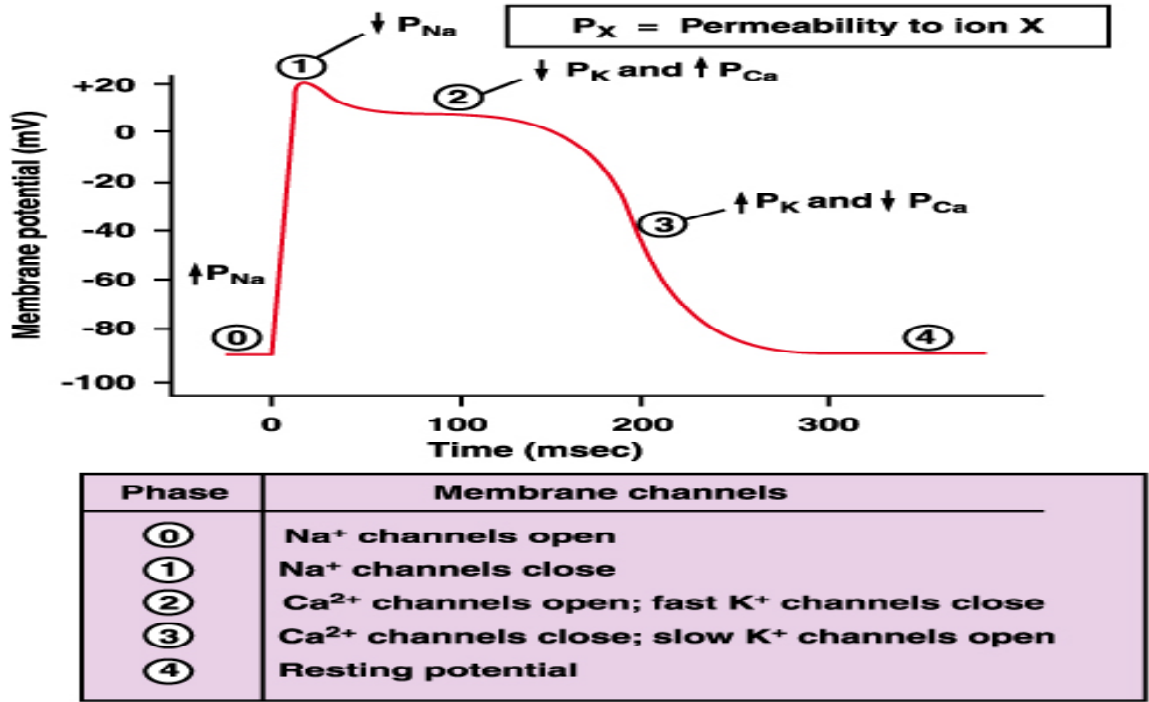


Phase of contractile cell action potential	Ion channel gating	Ion movement
0 Rapid depolarization	Sodium channels open	Sodium moves in
1 Small repolarization	Sodium channels inactivate	Sodium movement in decreases
2 Plateau	Potassium inward rectifier channels close Calcium L-type channels open	Potassium movement out decreases Calcium moves in
3 Repolarization	Potassium delayed rectifier channels open Calcium L-type channels close	Potassium moves out Calcium movement in decreases
4 Resting potential	Potassium channels (both type) open Sodium and calcium channels still closed	Potassium moves out Little sodium or calcium moves in



ملاحظة:

- إن زمن كامن الفعل في العضلة القلبية مديد يستغرق من 250 إلى 300 ميلي ثانية
- بينما يكون في العضلات الهيكلية 1 - 2 ميلي ثانية
- والسبب في ذلك هو وجود الكامن الهضبي والذي يحدث نتيجة انفتاح أقنية خاصة بالكالسيوم ودخولها إلى داخل الخلية مع إغلاق قنوات البوتاسيوم مما يطيل زمن كامن الفعل .



- The refractory period is short in skeletal muscle, but very long in cardiac muscle.
- This means that skeletal muscle can undergo summation and tetanus, via repeated stimulation
- Cardiac muscle CAN NOT sum action potentials or contractions and can't be tetanized

النقل العضلي في العضلة القلبية يمر بالمراحل التالية:

- ❖ وصول زوال الاستقطاب لمرحلة العتبة
- ❖ انفتاح الأقنية الكلزية في الغشاء الهيولي
- ❖ انتشار كامن الفعل حتى يصل لعمق الخلية العضلية عن طريق القنيات T
- ❖ فتح قنوات الكالسيوم الموجودة في الغشاء الخلوي والموجودة في غشاء الشبكة الهيولية العضلية



يرتفع تركيز الكالسيوم في البلازما (الآتي من الوسط خارج الخلوي ومن الشبكة الهيوية العضلية) ليرتبط مع التروبونين C وبالتالي تنزاح خيوط التروبوميوزين .

ارتباط الميوزين مع الأكتين وتشكل حلقة الجسور المستعرضة.

نتيجة :

يوجد تشابه بين التقلص في العضلات الهيكلية والقلب لكن هنا ارتفاع تركيز الكالسيوم ينتج من مصدرين: خارج الخلية والشبكة الهيوية العضلية

استرخاء العضلة القلبية :

يتطلب الاسترخاء العضلي عودة شوارد كالسيوم إلى مخازنها وذلك بتفعيل:

✦ Ca^{++} ATPase مضخة الكالسيوم الموجودة في غشاء الشبكة الهيوية العضلية

✦ Ca^{++} ATPase مضخة الكالسيوم الموجودة في الغشاء البلازمي

✦ تبادل Na^{+} - Ca^{++} عبر الغشاء الخلوي (إخراج الكالسيوم مقابل إدخال الصوديوم)

✦ وبالتالي انخفاض تركيز الكالسيوم في السيتوبلازما ، مما يؤدي إلى عودة التروبونين و التروبوميوزين لحالتهم الأولى قبل التقلص .

✦ فتتوقف حلقة الجسور المستعرضة

لايحصل التكرار في القلب:

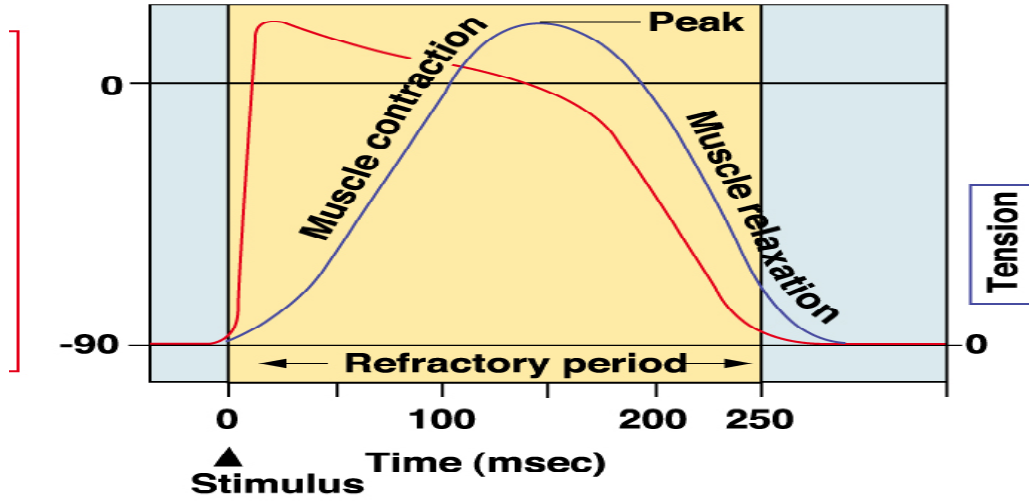
➤ لأنه خلال الأطوار 0 - 1 - 2 ومنتصف الطور 3 لا تحدث أي استجابة (الحران المطلق)

➤ فقط بدءاً من منتصف الطور الثالث هناك إمكانية للاستجابة لمنبه شدته أعلى من شدة المنبه الفيزيولوجي (منبه صناعي أو حالة مرضية)

➤ أي أنه في الحالة الطبيعية لا يمكن للنسيج القلبي أن يتفعل إلا بعد انتهاء طور الاسترخاء وبالتالي لا يمكن أن يتكرر .



Cardiac muscle fiber



توضيح:

✍ في العضلات الهيكلية مدة كامن الفعل هي حوالي 1 - 2 ميلي ثانية ، بينما النبضة العضلية تقريباً تكون 120 ميلي ثانية ، لذلك يمكن حدوث أكثر من كامن فعل خلال نبضة عضلية واحدة.

✍ أما القلب يتميز بفترة كامن فعل طويلة

✍ وبالتالي النبضة العضلية في النسيج القلبي البطيني التقلصي تبدأ بعد فترة قليلة من بدء كامن الفعل

✍ وتنتهي بعد فترة قريبة من انتهاء كامن الفعل

✍ لذا لدينا حران مطلق يشمل كل طور التقلص والنصف الأول من فترة الاسترخاء (خارج الانقباض عند الضفدع)

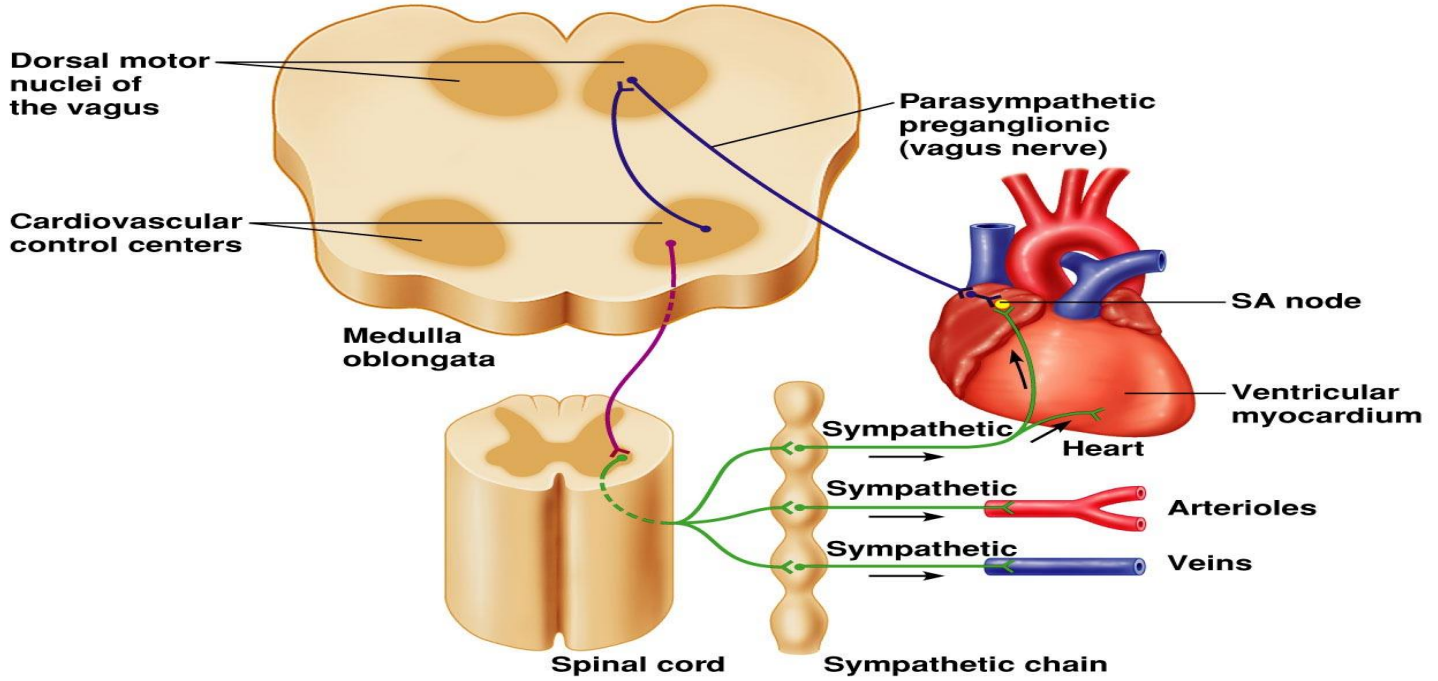
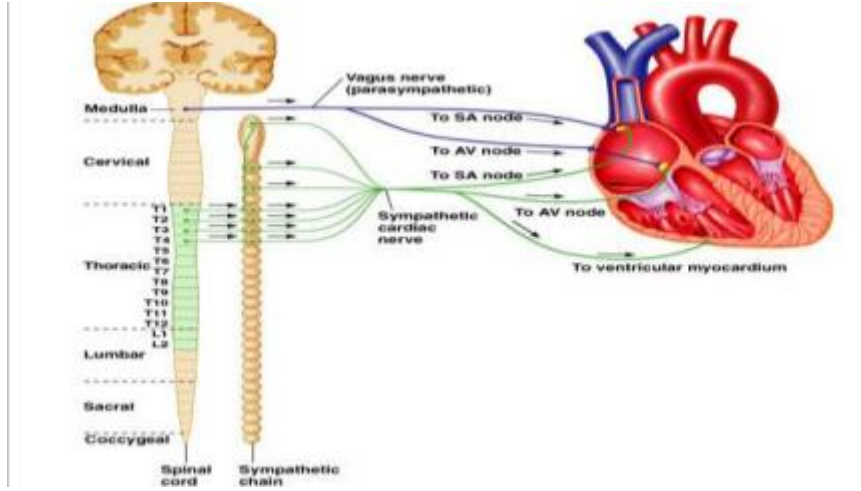
ملاحظة:

- في فترة العصيان النسبي يمكن أن يستجيب القلب لتنبيه أعلى من الفيزيولوجي لكن هذا لا يحدث في الحالات الطبيعية في الجسم .
- نستطيع تطبيق ذلك على قلب ضفدع في المختبر لمشاهدة ما يسمى بخارج الانقباض .
- لا يحدث جمع للتقلصات العضلية في العضلة القلبية وذلك بسبب فترة الحران الطويلة .

التعصيب الذاتي للعضلة القلبية:

- ❖ التعصيب اللاودي: يكون فقط للعقدتين الجيبية الأذينية والأذينية البطينية .
- ❖ التعصيب الودي: لكل أنحاء القلب (أي النسيج الناقل والنسيج القلوص) .

❖ التأثير الودي مسرع للقلب واللاودي مبطئ .



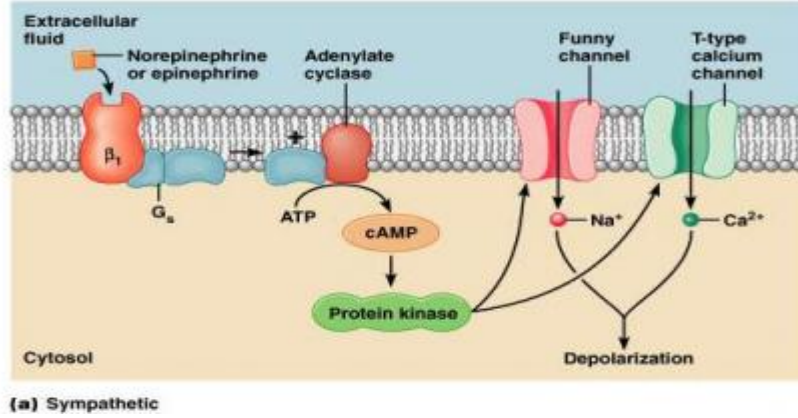
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

- يكون معدل ضربات القلب محدداً من قبل تواتر كوامن الفعل في العقدة الجيبية الأذينية .
- لأنها النازمة البدئية للقلب
- لكنها تخضع لإشراف الجهاز العصبي الذاتي والهرمونات المختلفة حيث:
- قدرة العقدة الجيبية الأذينية تعادل 100 في الدقيقة
- معدل ضربات القلب في حالة الراحة بين 73 و75 ضربة في الدقيقة وذلك بسبب وجود مقوية لاودية
- في حالة الإثارة يسيطر الودي وبالتالي يزداد معدل ضربات القلب

■ تأثير التنبيه الودي:

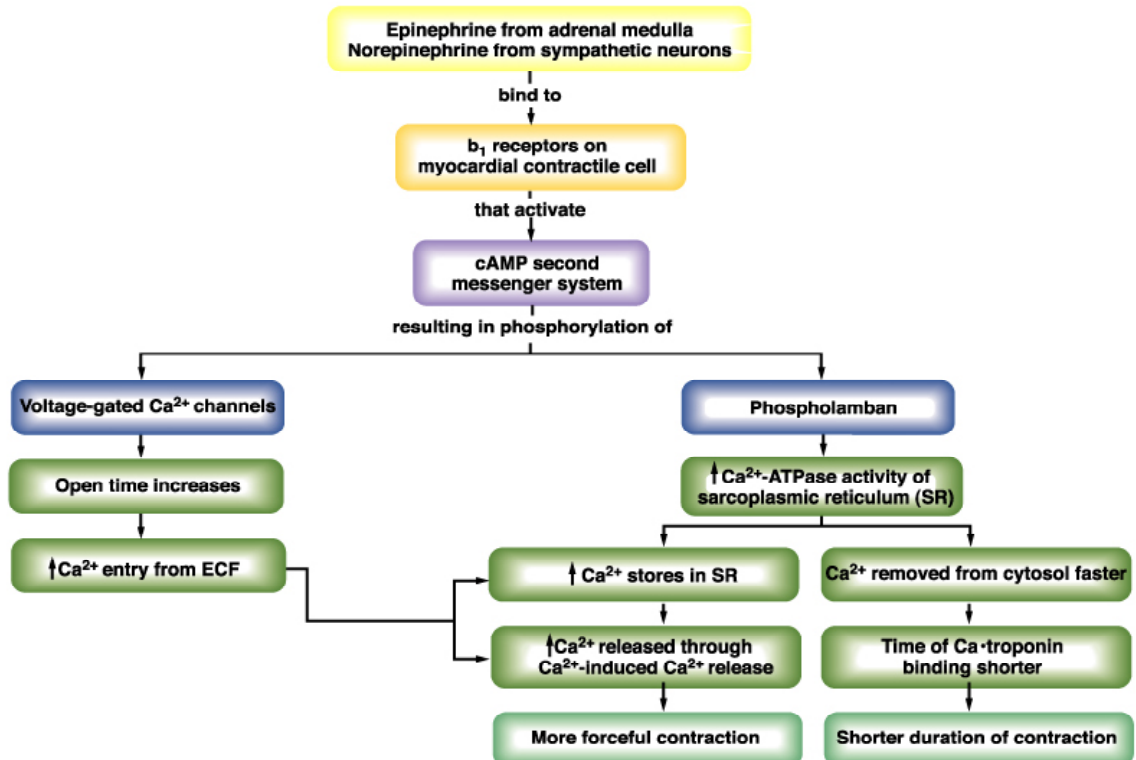
- يرتبط النورأدرينالين أو الأدرينالين بمستقبلاته من نوع B1 فيتفعل أنزيم الأدينيل سيكلاز

- الذي يعمل على تفعيل البروتين كيناز
- الذي يعمل على فسفرة أوعية الصوديوم والكالسيوم
- وبالتالي انفتاح الأوعية الصودية وانفتاح الأوعية الكلسية من نمط T
- أي حدوث نزاع استقطاب وتولد كامن فعل .



■ تفعيل البروتين كيناز في الخلايا البطينية القلوصة بالآلية السابقة يؤدي إلى:

- تفعيل قنوات الكالسيوم في الغشاء الخلوي وزيادة دخوله من الوسط خارج خلوي إلى السيتوبلازما
- تفعيل قنوات الكالسيوم في غشاء الشبكة الهيولية العضلية وانتشار الكالسيوم منها إلى السيتوبلازما
- مما يرفع تركيز من الكالسيوم في الهيولى العضلية ويحفز حدوث التقلص العضلي





■ تأثير التنبيه اللاودي [المقوية اللاودية]:

➤ تؤدي المقوية اللاودية إلى تحرير الأستيل كولين من النهايات العصبية فيرتبط بمستقبلاته الموسكارينية في أغشية خلايا العقدة الجيبية الأذينية.

مما يؤدي إلى:

➤ زيادة في النفوذية الغشائية لشوارد البوتاسيوم وإغلاق للأقنية الكلسية.

نتيجة:

اللاودي له تأثيران:

- تأثير إيجابي على الأقنية البوتاسية
 - تأثير سلبي على الأقنية الكلسية
- وبالتالي فرط استقطاب و بطء في النظم القلبي .

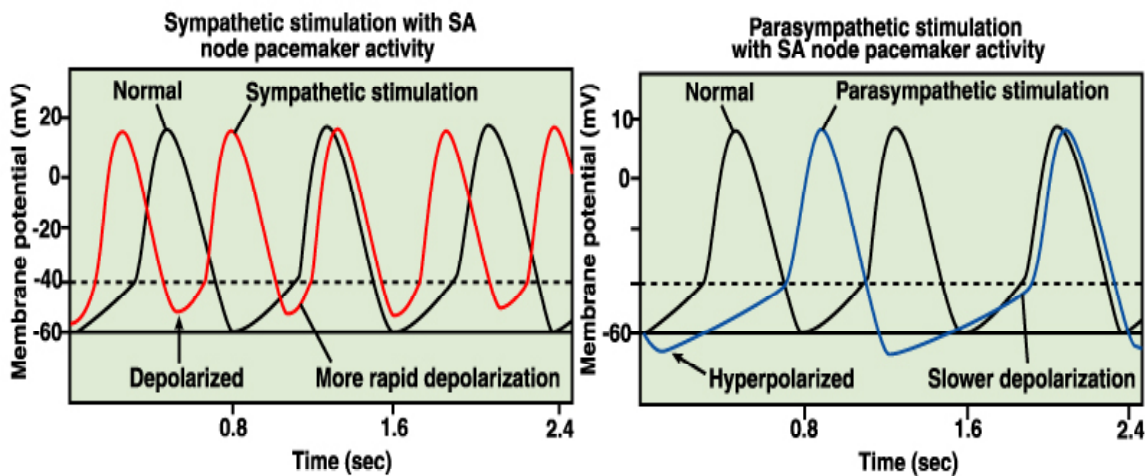
■ إضافة:

✎ يقوم البروتين كيناز بتثبيط مضخة الكالسيوم الموجودة في غشاء الشبكة الهيولية العضلية وبالتالي

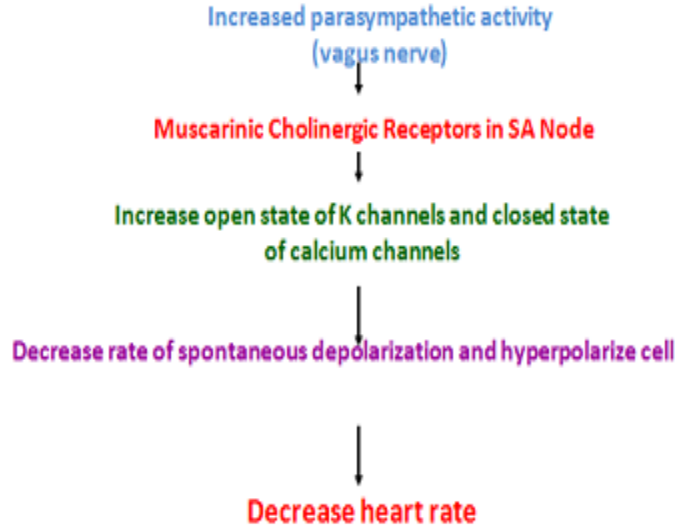
تراكم شوارد الكالسيوم في الهيولى العضلية .

✎ فرط الاستقطاب يؤدي إلى إنقاص كل من النظم القلبي وقلوصية العضلية القلبية و سرعة نقل التنبيه

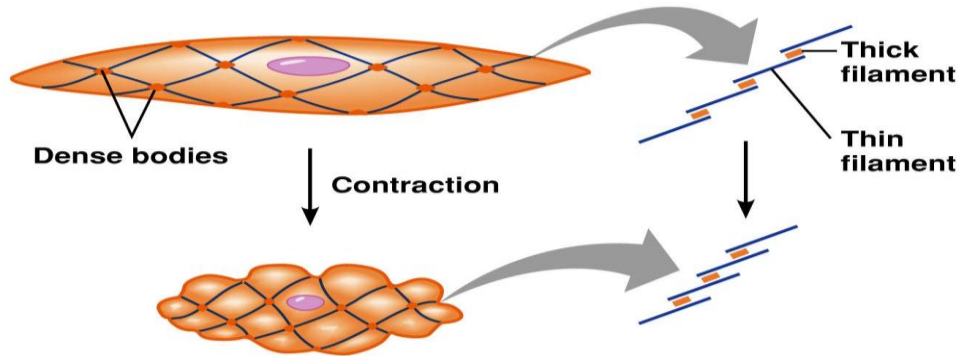
عبر المسالك و ينقص من سعة التقلص العضلية .



Effects of Parasympathetic Activity on Heart Rate



المضلات الملساء Smooth muscles



نوعان من العضلات الملساء:

- وحيدة الوحدة
- متعددة الوحدات

■ وحيدة الوحدة:

تعمل بشكل متواقت، فعند تنبيه أحد الألياف تتنبه جميع الألياف الأخرى، وهي موجودة في الأمعاء الدقيقة والغليظة والمعدة، وتتميز باحتوائها لناظمة

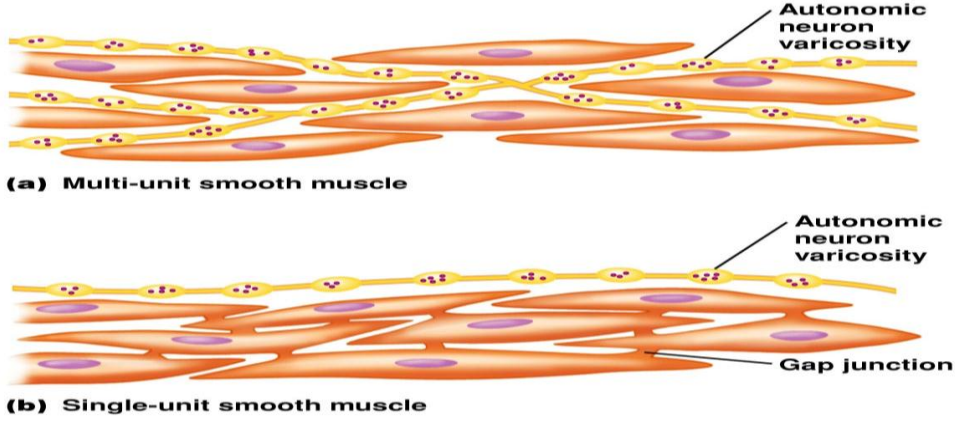
■ متعددة الوحدات:

لا يتفعل إلا عند تنبيه الليف المعصب لها حيث لكل ليف تقلصي أملس ليف عصبي خاص به،



ولا يوجد اتصال بين الألياف العضلية، ومن أمثلتها العضلات في جدر الشريانات

Multi vs. Single-Unit Muscle



خصائص العضلات الملس في السبيل الهضمي - الهضمي:

- يبلغ مقدار كامن الراحة الغشائي في الألياف العضلية الملس من 50- إلى 60 ميلي فولت
- وهو غير ثابت

❖ موجات بطيئة:

- موجات عفوية غير منتظمة
- كوامن موضعية غير قابلة للانتشار
- تنتج عن دخول شوارد الصوديوم إلى داخل الألياف العضلية
- لا يمكن إلغاؤها حتى في حال قطع جميع الألياف المعصبة للياف العضلي، غير كافية بمفردها لتحريض التقلص
- تشكل السوية التي تنطلق منها كوامن الفعل السريعة، التي تدعى الكوامن الشوكية

CAUSE:

1. Waxing & waning نشاط واضمحلال of the pumping of Na ions
2. Conductance of the ion channels increase & decrease rhythmically

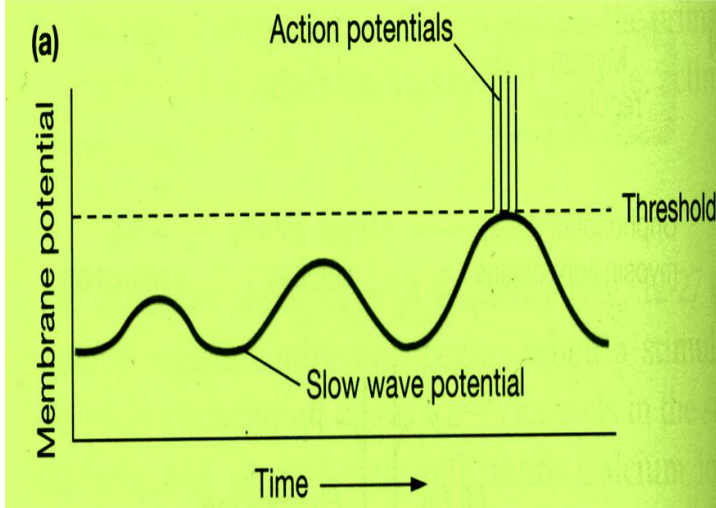
IMPORTANCE:

When the peak of the slow wave reaches about -35 mv, threshold is reached and an AP develops & leads to a contraction.

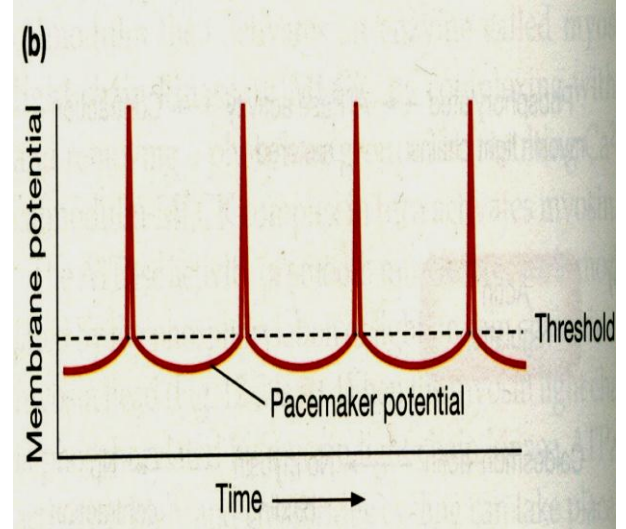
Thus, at peak of the slow waves an AP can occur.

These slow waves are called as **Pacemaker waves**.

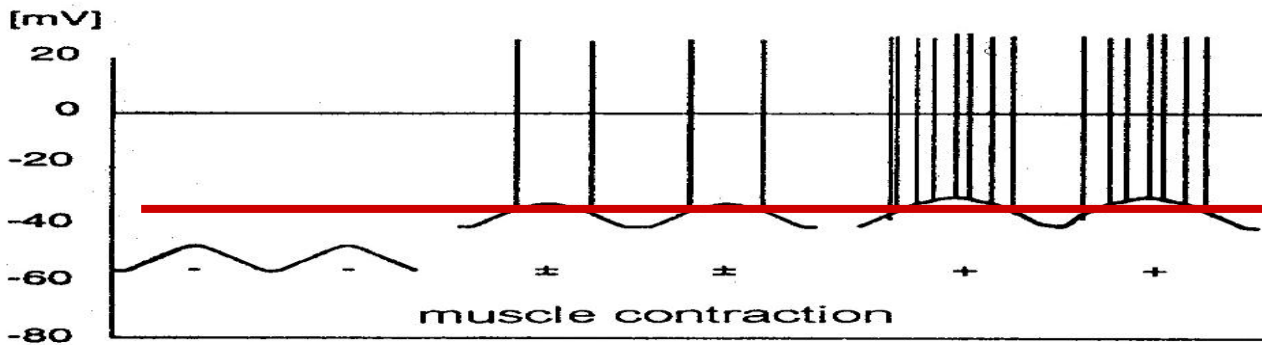
Slow wave potentials



Pacemaker potentials



SLOW WAVE RHYTHM



❖ كامن الفعل: موجات شوكية:

- تمثل تبدلات سريعة بالكمون
- تنشأ الكوامن الشوكية على ذرا الموجات البطيئة
- تتكرر عادة بشكل تلقائي، وسعتها غير ثابتة، فهي لا تخضع لقانون الكل أو العدم
- تنتج عن دخول شوارد الكالسيوم إلى داخل الألياف العضلية وليس الصوديوم
- لا يمكن تثبيطها بإعطاء التترودوتوكسين الذي يحصر أقنية الصوديوم
- ينتج عنها تحريض التقلص
- كلما كان عدد الكوامن الشوكية وسعاتها أكبر كلما كانت سعة التقلص العضلي أكبر

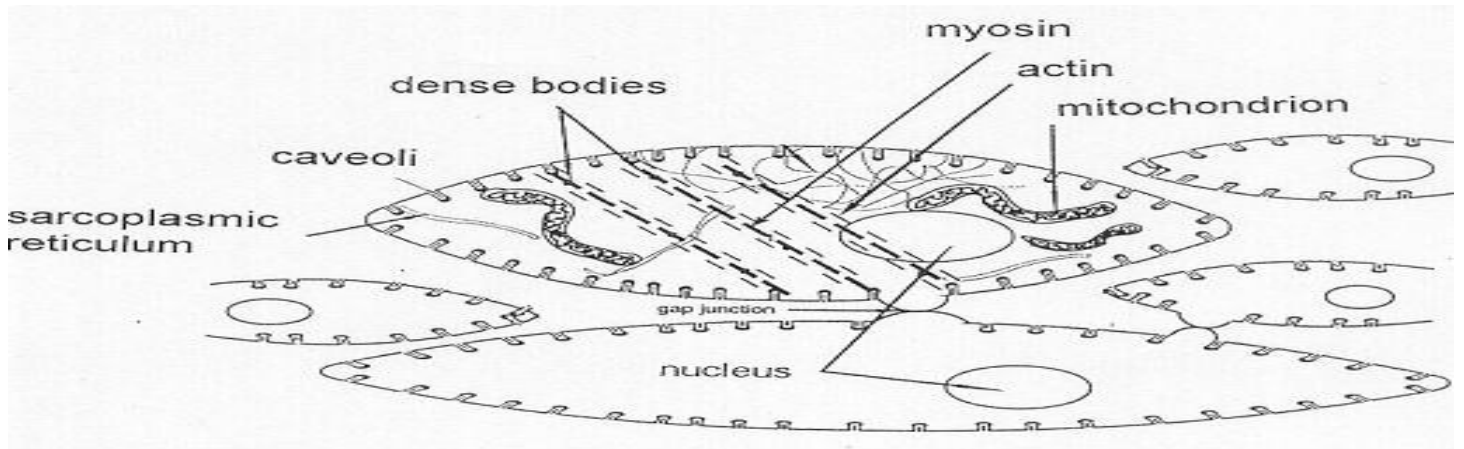


تخضع لتأثير عوامل عدة

✓ فالأدرينالين والنورأدرينالين يثبطها (يسبب فرط استقطاب)

✓ أما الأستيل كولين يلعب دور منشط على عكس القلب

- مدة الكامن الشوكي كبيرة نسبياً
- ويبلغ مقدارها 10 - 50 ميلي ثانية
- وتحتل مكاناً وسطاً بين كامن فعل الألياف الهيكلية (نحو 2 ميلي ثانية) وبين كامن الألياف العضلية القلبية (نحو 200 - 300 ميلي ثانية)
- تتميز الألياف العضلية الملساء بصغر حجمها
- حيث يبلغ قطرها من 1 - 5 ميكرومتر ويبلغ طولها من 20 إلى 200 ميكرومتر
- أي أن قطرها أصغر بمئات المرات من الليف العضلي الهيكلية
- في الأعضاء الداخلية المجوفة وفي الأوعية الدموية
- تتصف بشكلها المغزلي



خواص الألياف العضلية الملساء Properties of Smooth Muscle

- حجمها صغير (تقريباً 1/10 من حجم الألياف العضلية الهيكلية) حيث يبلغ قطرها من 1 - 5 ميكرومتر ويبلغ طولها من 20 إلى 200 ميكرومتر ، أي أن قطرها أصغر ب 30 مرة و طولها أصغر بمئات المرات من الليف العضلي الهيكلية .
- لا توجد فيها قسيمات عضلية .
- تتميز بعدم وجود التخطيطات التي تميز الخلايا العضلية الهيكلية .
- لا تحوي تروبونين .

- تحوي الألياف العضلية الملساء على نواة واحدة .
- تحتوي على الأكتين والميوزين.
- نسبة الأكتين على الميوزين عالية .
- خيوط الأكتين والميوزين تكون أطول من تلك الموجودة في العضلات الهيكلية .
- وتحتوي على الأجسام الكثيفة والتي تقابل خطوط Z في الألياف العضلية الهيكلية وهي نقط ارتكاز لخيوط الأكتين.
- وتكون فعالية الـ ATPase في رؤوس الميوزين بطيئة (لذلك تصنف الألياف العضلية الملساء مع الألياف البطيئة).
- يمتلك الميوزين سلاسل خفيفة لها دور كبير في آلية التقلص العضلي.
- وتكون الشبكة الهيولية العضلية قليلة التطور.
- أن ارتفاع تركيز شوارد الكالسيوم في الهيولى العضلية ينتج بشكل رئيسي عن الكالسيوم القادم من الوسط خارج الخلوي.
- يصل مقدار تقلص العضلة الملساء حتى 80% من طولها الأصلي .
- بينما لا تتعدى هذه النسبة في العضلات المخططة 30% وهذا ما يظهر في مختلف الأعضاء المجوفة في الجسم.
- تقلص واسترخاء العضلات الملساء أبطأ بكثير من تقلص واسترخاء العضلات الهيكلية (ويعود ذلك إلى الفاعلية البطيئة للـ ATPase).
- لكن تستطيع التقاصر بشكل أكبر بكثير من العضلات المخططة ، حيث يتم تقلصها عن طريق تقاصر طولها وازدياد ثخانتها .
- إن سرعة دورات الجسور المستعرضة للعضلة الملساء هي أبطأ بكثير في العضلات الملساء مما هي عليه في العضلات المخططة (10/1 إلى 300/1).
- تحوي رؤوس الميوزين في العضلات الملساء على فاعلية ATPase أقل مما هي عليه في العضلات الهيكلية
- تدوم التقلصات التوتيرية (التقلصات المقوية) في العضلات الملساء لساعات وأيام (كالمصبرات) .
- تتصف العضلات الملساء ببطء بدء التقلص والانبساط مقارنة بالعضلات الهيكلية.



- أي أن الطور الكامن يكون طويل نسبياً في العضلات الملساء (وهو الزمن الضائع بين بدء التفعيل وبدء استجابة العضلة).

الارتخاء الإجهادي وارتخاء الإجهاد العكسي

- تبدو هذه الخاصة للعضلات الملساء بشكل واضح في المثانة، والمستقيم، والمعدة، والحوصل الصفراوي، والأوعية الدموية،
- وذلك تحت تأثير الامتلاء المفاجئ والارتخاء المفاجئ
- حيث يعود الضغط داخل هذه الأجواف إلى قيمته السابقة خلال 10 - 60 ثانية
- (حدوث الامتلاء المستقيمي يؤدي إلى ارتفاع الضغط في لمعة المستقيم، ارتخاء استقبالي)
- آلية تقلص العضلي في العضلات الملساء
- ينفعل النقص العضلي في العضلات الملساء تحت تأثير:**

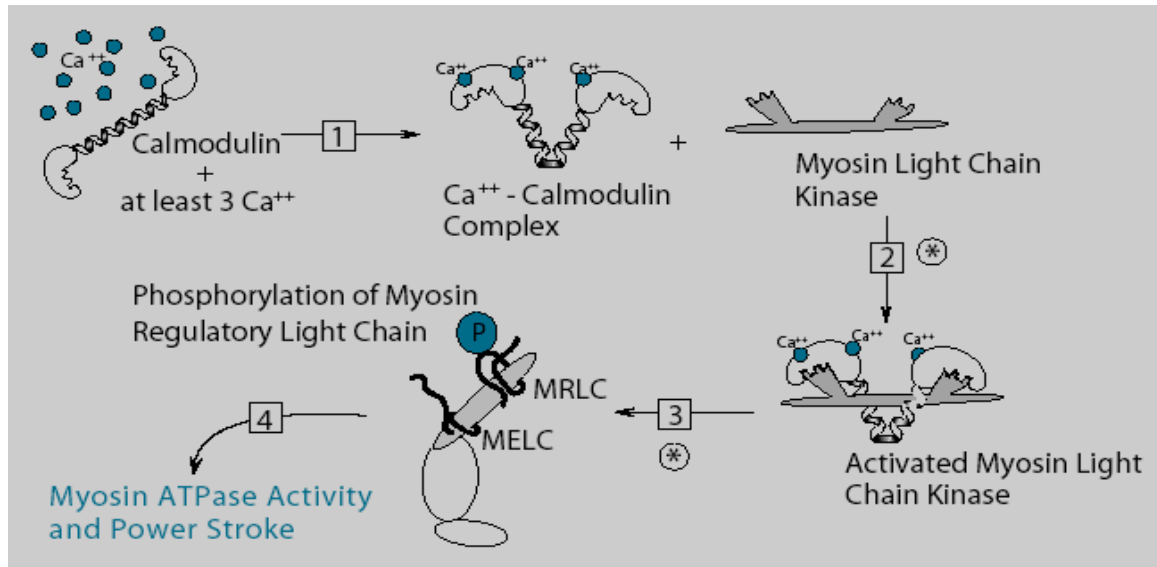
- ☑ ارتفاع تركيز أيونات الكالسيوم نتيجة:
- التنبيه العصبي لليف العضلي الأملس
- التنبيه الهرموني لليف العضلي الأملس
- التغير المحيطي الكيميائي: (زيادة حمض اللبن، وكذلك ارتفاع تركيز شوارد الهيدروجين، ارتفاع CO_2 ، انخفاض O_2 ، يؤدي لارتخاء العضلة الملساء مما يؤمن حدوث التوسع الوعائي وزيادة تروية العضلات)
- ترتبط أيونات الكالسيوم هنا مع بروتين الكامودولين بدلاً من التروبونين)
- ☑ جزيئات الـ ATP

اقترن الاستثارة و النقص

- انفتاح الأقفية الكلزية في الأغشية الخلوية، ودخول شوارد الكالسيوم لداخل الخلية
- وهذا الانفتاح يتم بآليات مختلفة:
- تغيير الفولتاج: (منبه كهربائي)
- أو بتأثير تنبيه المستقبلات (كتأثير الأستيل كولين الذي يحرض على تقلص عضلات الأمعاء ويعاكسه تأثير الأدرينالين) .

- أو بتبويب ميكانيكي (القنوات تفتح عند شد العضلة)
- الكالسيوم الداخل يحرض تحرر الكالسيوم من الشبكة الهيولية العضلية .
- يرتفع تركيز أيونات الكالسيوم في الهيولى العضلية وترتبط مع الكالموديولين
- ارتباط الكالسيوم بالكالموديولين يفعل كيناز سلاسل الميوزين الخفيفة (MLCK)
- يقوم MLCK بفسفرة رؤوس الميوزين

وبالتالي يتم تأمين الطاقة اللازمة لحدوث حلقة الجسور المستعرضة



SMOOTH MUSCLE CONTRACTION SEQUENCE OF EVENTS:

Binding of Ach to the receptors



Increased Influx of Ca^{++} into the cell from the following sources:

1. ECF thru Ca^{++} channels
2. Ca^{++} released from SR
3. Stretch-activated Ca^{++} channels when memb. Deformed
4. Chemical-gated Ca^{++} channels by NT & hormones



Ca^{++} binds to **Calmodulin**



Ca-Calmodulin activates the enzyme: Myosin light chain kinase MLCK or simply **Myosin kinase**



Phosphorylation of myosin, using energy & P_i from ATP



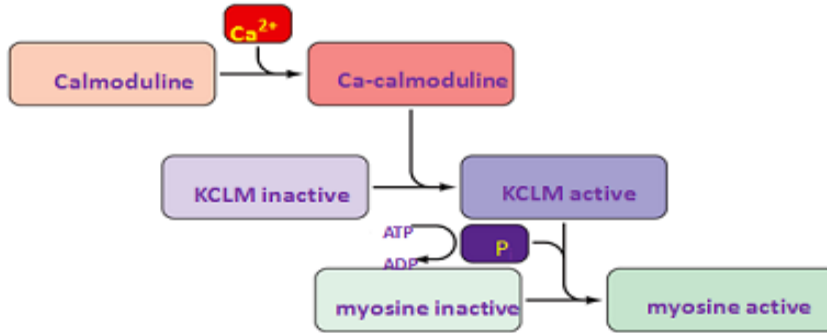
Increased ATPase activity & binding of myosin to actin



Contraction of smooth muscle

مخطط يوضح ارتباط الكالسسيوم على الكاودينولين و دوره في تفعيل التقلص العضلي.

Le couplage excitation-contraction



KCLM = kinase de la chaîne légère de la myosine = (MLCK) (Myosin Light Chain Kinase =

كيناز سلاسل الميوزين الخفيفة

استرخاء العضلات الملساء:

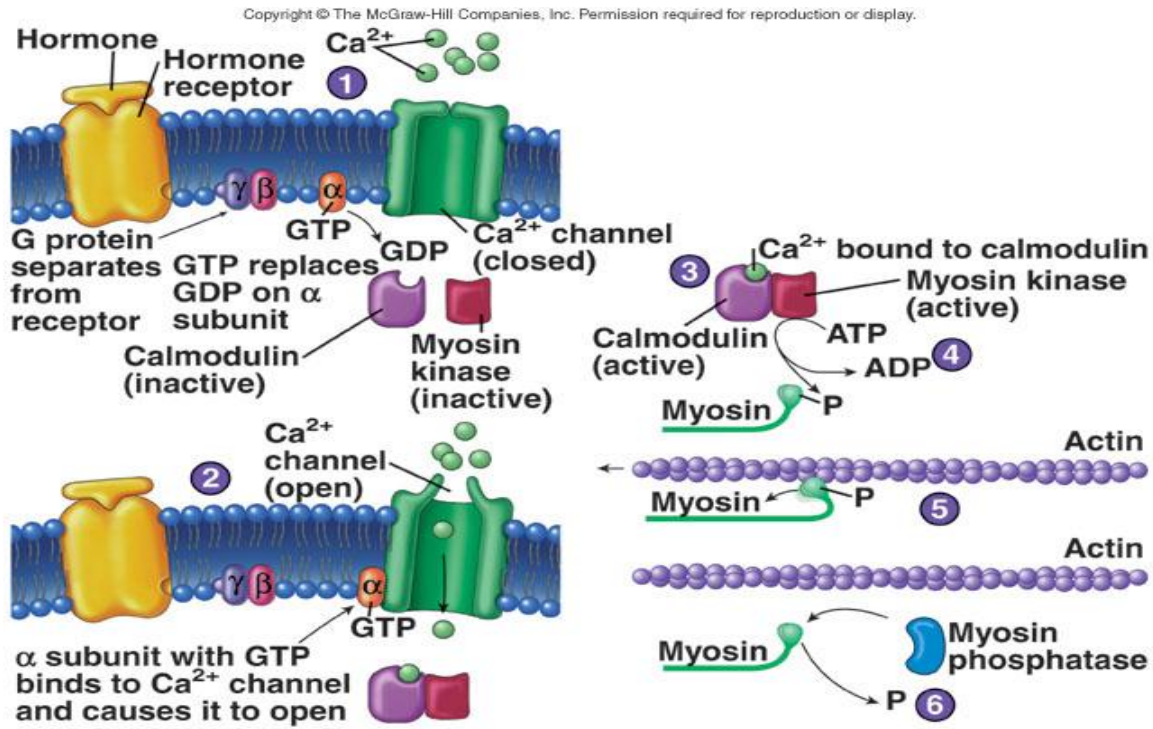
الأنزيم الفعال هنا هو الفوسفاتاز، حيث يتم:

- نزع الفوسفات من الميوزين
- مما يؤدي لإيقاف عملية التقلص وبدء الاسترخاء
- سحب الكالسسيوم من السيتوبلازما إلى مخازنه في الشبكة الهيولية أو ضخه لخارج الخلية عن طريق:
- مضخة الكالسسيوم Ca-ATPase
- النقل المتعاكس للكالسسيوم والصوديوم (حيث يخرج الكالسسيوم مقابل دخول شوارد الصوديوم).

النظيم العصبي لتقلص الخلية العضلية الملساء

- ❖ تتعصب العضلات الملس عن طريق الجهاز العصبي المستقل
- ❖ اللاودي مفعّل للعضلات الملس أما الودي بناقليه الأدرينالين والنورأدرينالين يلعب دور مثبط
- ❖ يمكن أن يكون التعصيب (الودي واللاودي) منشطاً أو مثبطاً
- ❖ جواب الخلايا الهدف يعتمد على نوع المستقبل

❖ تنتشر هذه النواقل لترتبط على مستقبلاتها في أغشية الخلايا العضلية الملساء .



كوامن الفعل في العضلات ملساء

- كامن الفعل بالعضلات الملساء متعلق بأيونات الكالسيوم : دخول الكالسيوم إلى الليف العضلي الأملس يسبب زوال استقطاب سريع وبالتالي يحدث تفعيل الليف .
- دخول الكالسيوم لداخل الليف العضلي الأملس يسبب زوال استقطاب سريع وبالتالي يحدث تفعيل الليف
- وبالمقارنة مع كامن الفعل المتعلق بالصوديوم يكون كامن الفعل المتعلق بالكالسيوم:
- أبطأ
- أطول مدة
- وأقل قوة

يوجد نوعان من الكوامن في العضلات الملساء :

• الكوامن الشوكية:

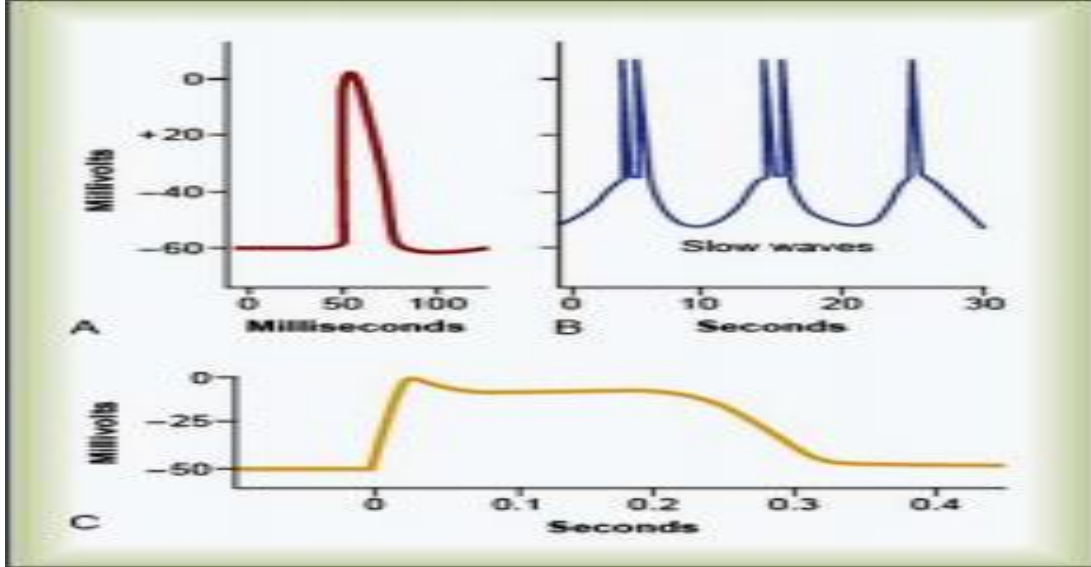
تسجل على الموجات البطيئة مثل التي نشاهدها في الأمعاء الدقيقة وتكون ساعاتها متبدلة (كبيرة أو صغيرة)،

كما يمكن أن نشاهد كامن شوكي واحد أو عدة كوامن شوكية

• كوامن الفعل ذات الهضبات:



- (في المعدة والرحم والحالب وجدار الأوعية)
- تحرض كوامن الفعل أحياناً التقلصات
- وأحياناً أخرى تسبب تغيرات في مستوى التقلص (زيادة أو نقصان)



- تركيز الكالسيوم داخل الخلوي يحدد التوتري العضلات
- تركيز الكالسيوم داخل الخلوي يتأثر بـ:
- التنظيم العصبي (الجهاز العصبي الذاتي)
- التنظيم الهرموني فبعض الهرمونات تحرض التقلص العضلي
- Smooth muscle has more voltage-gated calcium channels and very few voltage-gated sodium channels than skeletal m.

إذاً :

العضلات الملساء وحيدة الطور:

- ❖ تحتوي على موصل فجوية تسمح بانتقال كامن الفعل من ليف لآخر
- ❖ تحوي خلايا نازمة أي إمكانية التفعيل الذاتي (تجربة العروة المعوية لأرنب في وسط معزول مناسب)
- ❖ التقلصات متدرجة
- ❖ لا يوجد حشد (بمجرد تفعيل ليف واحد تتفعل كافة الألياف)
- ❖ تتعلق بتركيز الكالسيوم داخل الخلوي
- ❖ منعكس التتمطط: حدوث التقلص كاستجابة لتمطط مفاجئ أو مستديم
- ❖ تحتوي العضلات الملس وحيدة الوحدة على خلايا عضلية ذاتية الاستثارية،

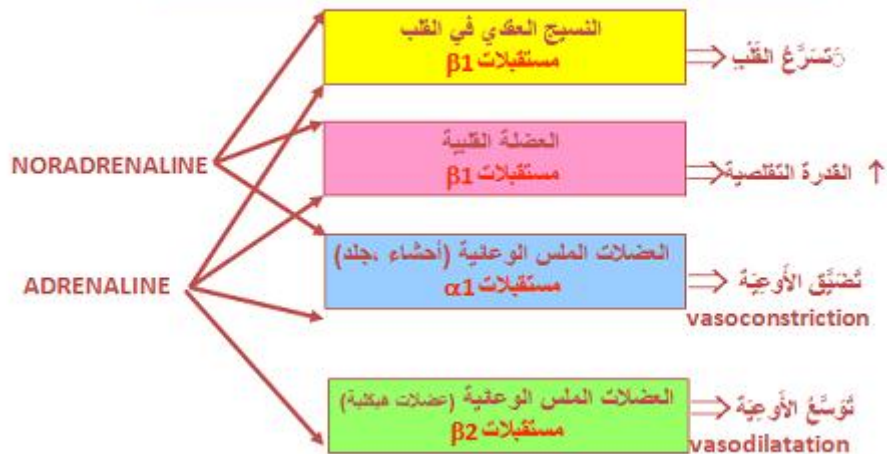
- ❖ تسمح الاتصالات الفجوية لكوا من الفعل أن تنتشر وتنتقل إلى الخلايا الأخرى
- ❖ تتقلص العضلة وكأنها وحدة واحدة
- ❖ الألياف الودية لا تحرض التقلص فهي تمتلك دوراً معدلاً
- ❖ إن العضلات في الأمعاء هي من نوع وحيدة الوحدة وأن إضافة الأسيتيل كولين تنشط الفعاليات الحركية على عكس الأدرينالين أو النورأدرينالين، ويوجد عضلات دائرية وطولانية في جدارها .

العضلات الملساء متعددة الوحدة:

- ❖ موجودة في المسالك الهوائية الكبيرة والشرابين، وفي العين (العضلة الهدبية والقزحية)
- ❖ الاتصالات الفضوية قليلة أو غير موجودة
- ❖ كل ليف يتفعل بشكل منفرد
- ❖ كل ليف له تعصيب خاص به
- ❖ لا يوجد مقوية
- ❖ يوجد حشد للألياف (أي إذا زدنا شدة التنبيه سوف يزداد عدد الألياف المفعلة وهذا شبيه بالعضلات الهيكلية) .

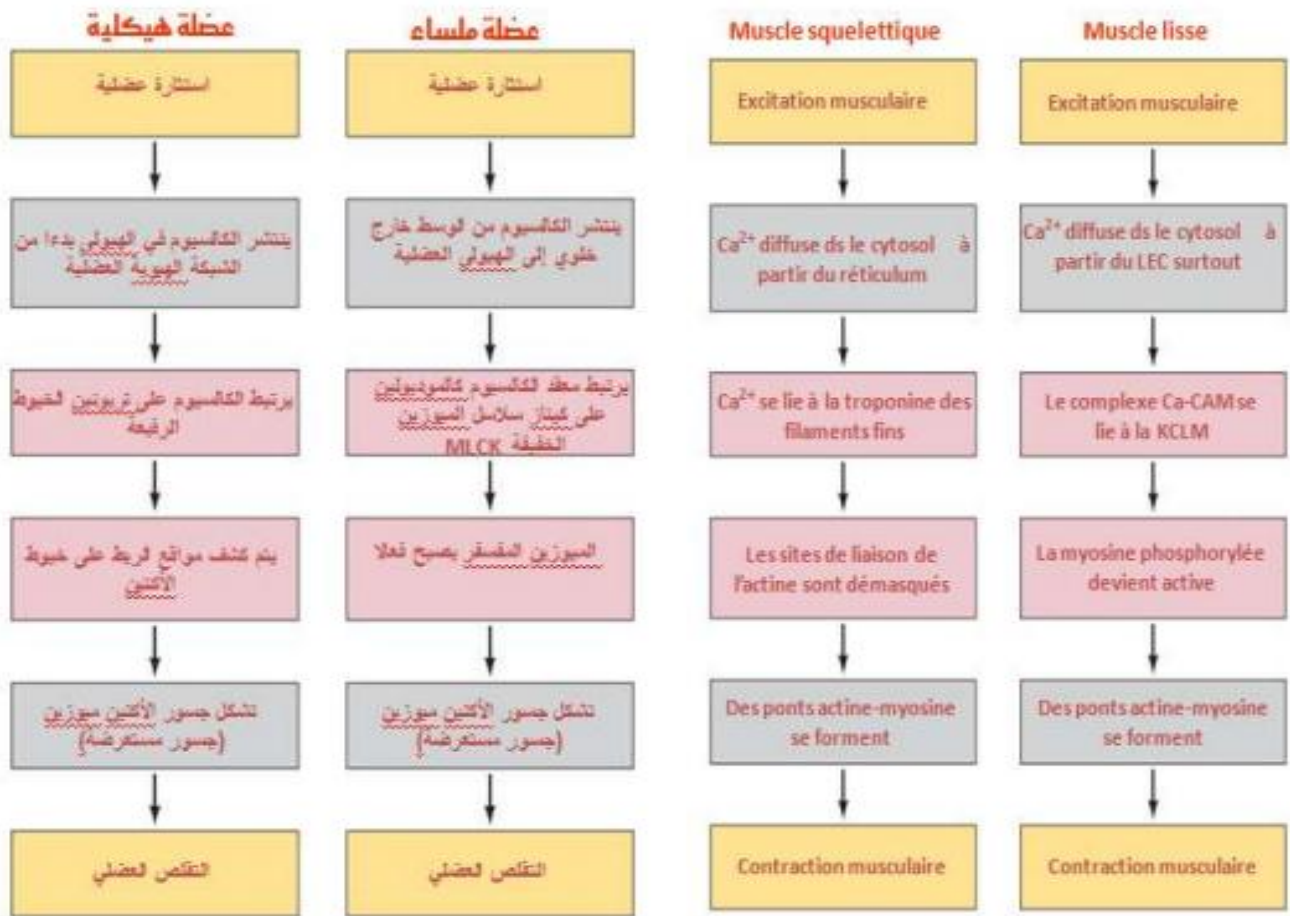
للفائدة:

تأثير هرمون الأدرينالين والنورأدرينالين في حركية بعض لعضلات





مقارنة بين العضلات الهيكلية والملساء:



A-Z Books
أكبر مكتبة إلكترونية لخصخصة
www.azbooks-sy.com

دار المنجد
سورية - دمشق - مزة - جمارك - جانب وزارة التعليم العالي
Tel: +963 11 213 5413 - 213 5414 - Fax: +963 11 211 8277

Find us on Facebook
Download

مكتبة إمازون
Amazon
بوابة الكتب العلمية
www.amazon-sy.com

هاتف: +963 11 2110192
فاكس: +963 11 2120324
سوريا - دمشق - مزة أنوستراد - نفق الآداب

www.facebook.com/groups/RBCs.Med.2017

<http://www.mediafire.com/?r44lig4n9ilxf>