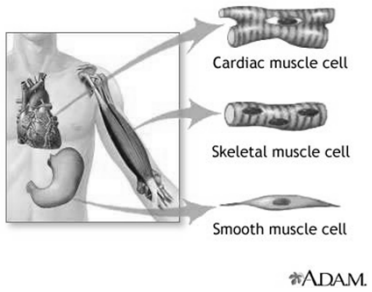
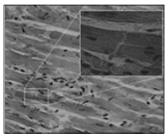
الجهاز العضلي الهيكلي

أنواع العضلات



2

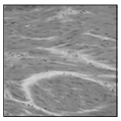
العضلات القلبية



- وحيدة نواة
- مخططة
- لا إرادية
- لا تتطلب تحفيز من الجهاز العصبي لكي تنقبض (ذاتية الإيقاع)
- أسطوانية الشكل وأليافها متفرعة ومتصلة من خلال أقراص مقحمة مما يسمح بمرور النشاط الكهربائي في جميع أنحاء العضلات
- تسترخي بين الانقباضات لتتجنب التعب

3

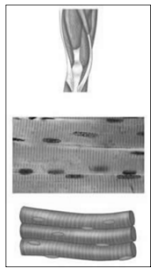
العضلات الملساء أو الناعمة أو الحشوية

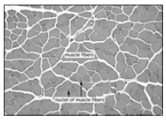


- وحيد نواة
- غير مخططة
- لا إرادية
- خلايا مغزلية الشكل ، وعادة ما توجد في خطوط متوازية وتشكل صفائح
- توجد في تجويف جدران الأوعية الدموية وأجهزة الجسم المختلفة
- إنقباضاتها بطيئة (بطيئة الخلجة) لكن تحملها عالي (مقاومة للتعب)

4

العضلات الهيكلية





- متعددة النوى
- مخططة
- إرادية
- أليافها اسطوانية الشكل وطويلة تمتد على طول العضلة
- تستطيع إجراء عدة إنقباضات بين فترات الإسترخاء مما يزيد فرص التعب العضلي

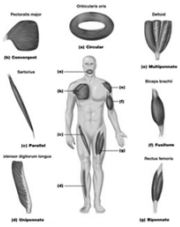
5

العضلات الهيكيلة

- يوجد في جسم الإنسان ٦٦٠ عضلة هيكلية
- تشكل ما يقرب من ٤٥% من وزن الجسم
- تعتبر ناقل ومخزن ومستهلك رئيس للطاقة
- مثبت للمفاصل وداعم لقوام الجسم من خلال الأوتار والأربطة
- عضو أساسي في الحركة
- تتكون العضلة تقريبا من ٧٥% ماء و ٢٠% بروتين و ٥% أملاح غير عضوية.

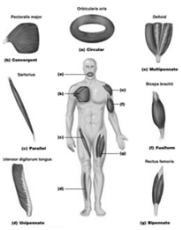
6

أشكال العضلات الهيكلية



- **الدائرية**
  - تظهر في شكل دائري وعادة ما تكون العضلات العاصرة التي تحيط بفتحة مثل الفم
- **المتقاربة أو الثلاثية**
  - يكون منشأها اوسع من مدغمها مما يسمح لها بإنتاج أقصى قوة ممكنة (عضلات الصدر)
- **المتوازية**
  - تعمل بشكل متوازي، ليست قوية لكن تحملها عالي (الخياطية – الترقوية)

اشكال العضلات الهيكلية



- **الريشية: (أحادية وثنائية ومتعددة الأوتار)**
  - لديها عدد كبير من الألياف العضلية لكل وحدة. تنتج قوة كبيرة لكن تتعب بسهولة (الرسغ والفخذية المستقيمة والدالية)
- **المغزلية:**
  - تأخذ شكل مغزلي بحيث يكون بطن العضلة أعرض من أطرافها (العضدية ذات الرأسين)

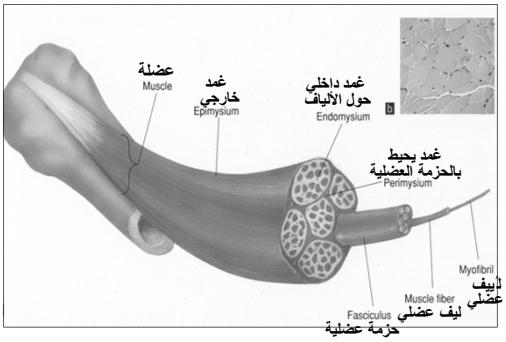
متقاربة: منشأها اوسع من مدغمها مما يسمح لها بإنتاج أقصى قوة ممكنة

المتوازية: تعمل بشكل متوازي، ليست قوية لكن تحملها عالي (الخياطية ، الترقوية)

الريشية (ثنائية الأوتار): لديها عدد كبير من الألياف العضلية لكل وحدة. تنتج قوة كبيرة لكن تتعب بسهولة (الرسغ والفخذية المستقيمة والدالية)

المغزلية: تأخذ شكل مغزلي بحيث يكون بطن العضلة أعرض من اطرافها (العضدية ذات الرأسين)

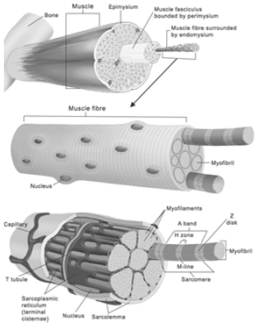
تركيب العضلة



13

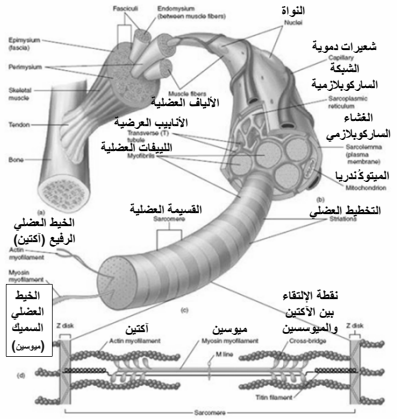
تركيب العضلة (تابع)

- الغمد الخارجي المحيط بالضعلة
- العضلة
- غمد يحيط بالحزمة العضلية
- حزمة عضلية
- غمد داخلي يحيط بالألياف العضلية
- ألياف عضلية
- ليفات عضلية

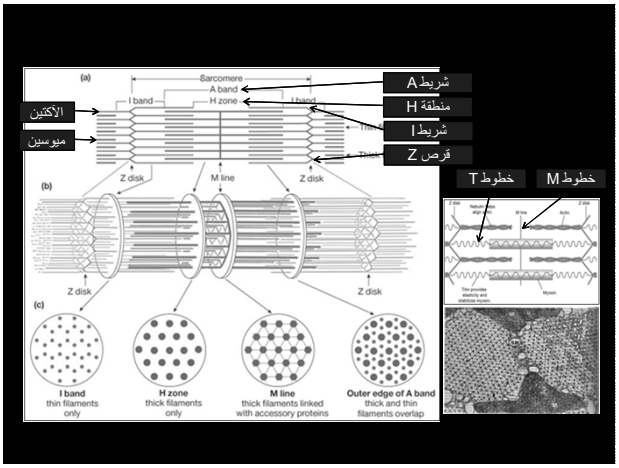


14

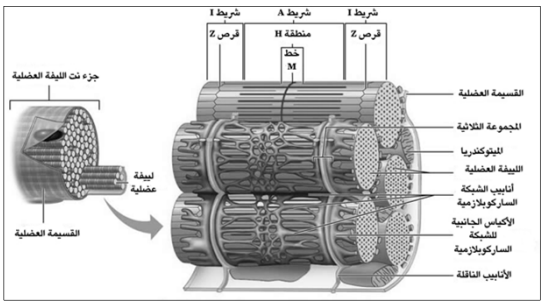
الليفة العضلية



15

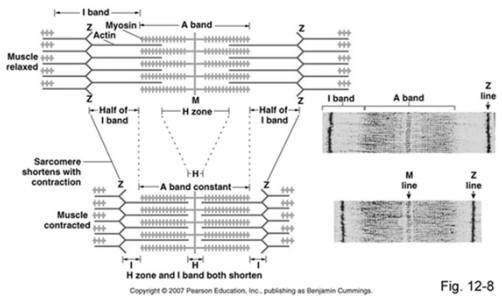


الشبكة الساركوبلازمية



17

تغير حجم المناطق داخل القسيمة العضلية

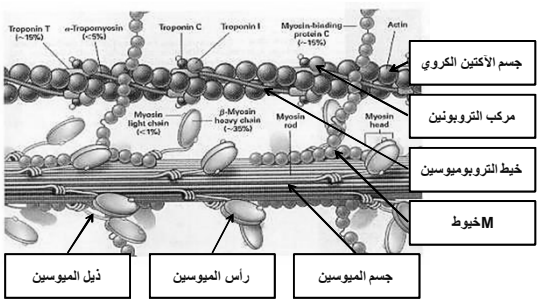


Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fig. 12-8

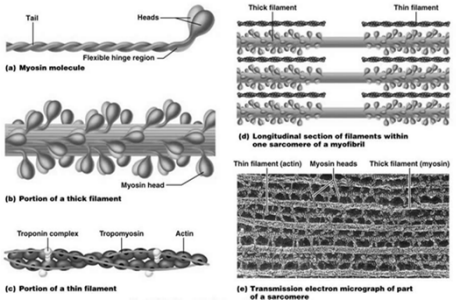
18

تركيب الآكتين والميوسين



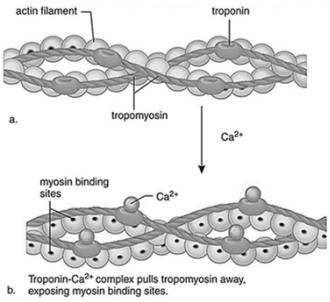
19

تركيب الآكتين والميوسين



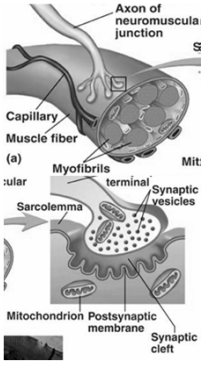
20

مناطق إلتقاء الميوسين في الآكتين



21

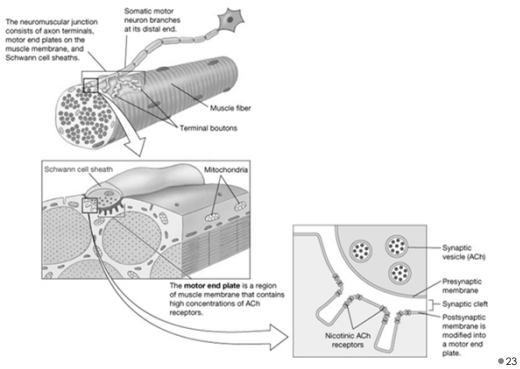
خطوات الإنقباض العضلي ١



- عند وصول السيال العصبي، تطلق النهاية العصبية للعصب الحركي مادة كميائية تسمى أستيل كولين في منطقة الإلتقاء العصبي العضلي من الحويصلات المشبكية
- تشتبك مادة الأستيل كولين في مستقبلات عصبية في الغشاء الساركوبلازمي المحيط بالليفة العضلية من إجل إحداث زوال استقطاب في الغشاء عن طريق فتح قنوات الصوديوم لدخول ايونات الصوديم

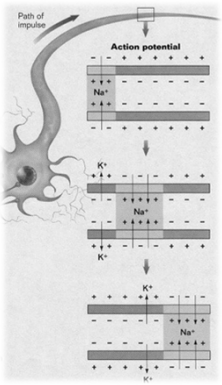
22

نقطة الاتصال العصبي العضلي



23

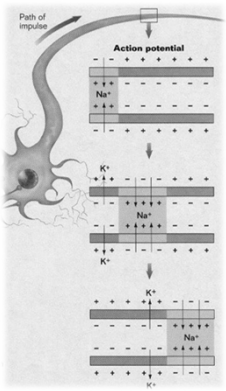
استقطاب الخلية



- الخلية في حالة استقطاب يعنى أن الأيونات السالبة تتركز داخل الغشاء الخلوي مقارنة بخارجها (جهد غشائي سالب يقارب -٨٥ ميللي فولت)، وينشأ هذا الاستقطاب عن طريق تحريك الأيونات عبر الغشاء الخلوي بإخراج أيونات البوتاسيوم (الموجبة) إلى خارج الخلية للحفاظ على تركيز أيوني سالب داخل الخلية. يمثل هذا الوضع الراحة في الخلية، وتكون مستعدة لاستقبال المحفز بشرط أن يجتاز عتبة ما تُدعى بعَتَبَة التحفيز

24

استقطاب الخلية (تابع)



- عند وصول المحفز وتجاوزه عتبة التحفيز فإن قنوات الصوديوم تفتح فاسحة المجال لحدوث إزالة الاستقطاب بدخول أيونات الصوديم إلى داخل الخلية والتي تتمثل في تحول شحنة الغشاء الخلوي إلى ما يقرب +٤٠ ميلليفولت داخل الخلية
- يعود الإستقطاب عندا يزول المحفز أو يقل عن عتبة التحفيز وعندها تُغلق قنوات الصوديوم وتفتح قنوات البوتاسيوم لتضخ الأيونات الموجبة خارج الخلية من أجل عودة الإستقطاب

خطوات الإنقباض العضلي ٢

- يمتد زوال الاستقطاب على طول غشاء الليفة العضلية حتى يصل للأنابيب الناقلة والتي من خلالها تستحث الأكياس الجانبية للشبكة الساركوبلازمية لإطلاق ايونات الكالسيوم ++C داخل القسيمة العضلية.

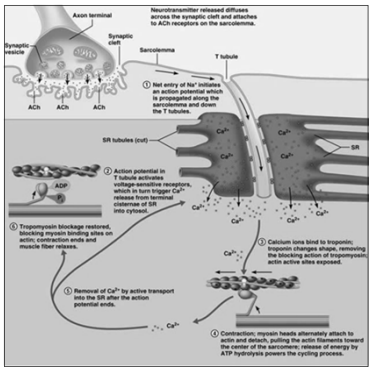
- في وجود تركيزات عالية من ايونات الكالسيوم تلتحم ايونات الكالسيوم مع مستقبلات محددة في جزء التربونين وتغيير شكله مما يؤدي إلى تحرك التروبوميوزين لتظهر مواقع إلتقاء الميوزين بالأكتين

خطوات الإنقباض العضلي ٢

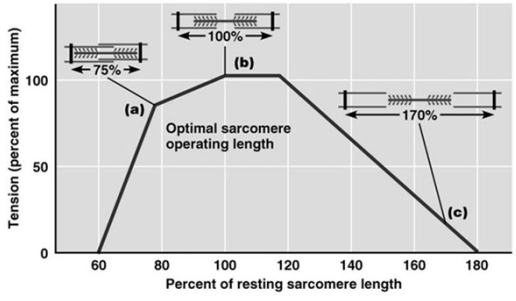
- تحرُر مركب الطاقة ATP الموجود على رأس الميوزين يؤدي إلى إلتصاق رأس الميوزين بمواقع إلتقانه بالأكتين وتحركه لسحب الأكتين للداخل بإتجاه خط M ليتشكل جسور متقاطعة بين الأكتين والميوزين ويحدث ما يعرف بنظرية انزلاق الخيوط العضلية.

- ينفصل رأس الميوزين عن مواقع إلتقانه في جسم الأكتين (بوجود مركب الطاقة) ليلتصق مرة أخرى بموقع آخر من الأكتين وتستمر العملية مع وجود تركيز عالي من ايونات الكالسيوم وتوفر الطاقة اللازمة لإلتقصاق وانفصال الميوزين بالاكتين

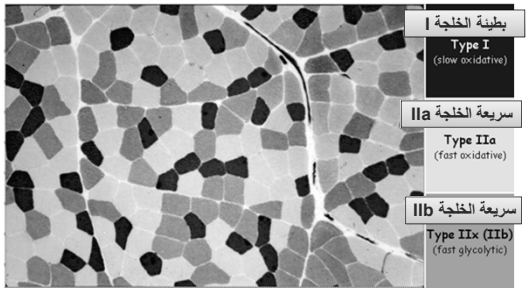
آلية الانقباض العضلي وتشكل جسور الالتقاء بين الآكتين والميوزين



علاقة القوة بطول القسيمة العضلية



أنواع الألياف العضلية



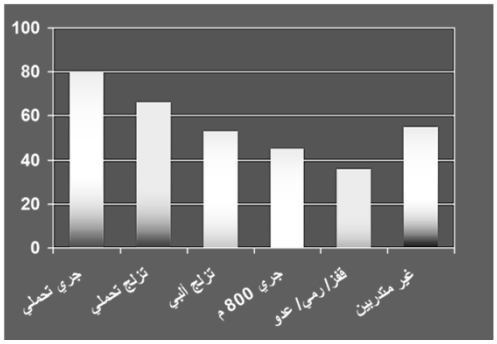
أنواع الآلياف العضلية

- بطينة الخلجة I (مرتفعة التأكسد): لديها قدرة أكسدة عالية مع انخفاض في نشاط ATPase (بطء في دورة حدوث الجسور المتقاطعة) وتتميز بقدرتها على مقاومة التعب
- سريعة الخلجة IIa (مرتفعة التأكسدة): لديها قدرة اكسدة عالية مع ارتفاع في نشاط ATPase (سرعة في دورة حدوث الجسور المتقاطعة) وتتميز بقدرتها المتوسطة على مقاومة التعب العضلي
- سريعة الخلجة IIb (مرتفعة تحلل السكر): لديها قدرة تحلل سكر عالية مع ارتفاع في نشاط ATPase (سرعة في دورة حدوث الجسور المتقاطعة) وتتميز بإنخفاض قدرتها على مقاومة التعب العضلي

31

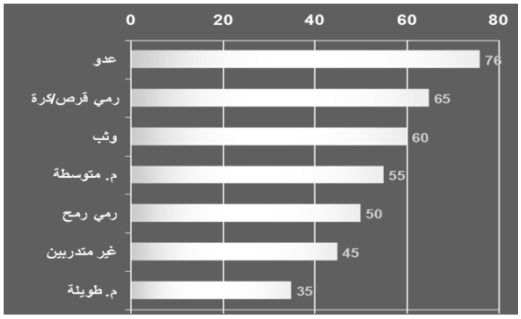
	بطيئة الخلجة	سريعة الخلجة IIa	سريعة الخلجة IIb
المصدر الرئيس لإنتاج (ATP)	التأكسد للفوسفات	التأكسد للفوسفات	تحلل الجلوكوز
الميتوكوندريا	كثير	كثير	قليل
الشعيرات الدموية	كثير	كثير	قليل
محتوى الميوجلوبين	عالي (احمر)	عالي (احمر)	قليل (ابيض)
نشاط الإنزيم الحال للسكر	منخفض	متوسط	عالي
محتوى الجليكوجين	منخفض	متوسط	عالي
معدل التعب	بطئ	متوسط	سريع
نشاط ATPase في الميوسين	منخفض	عالي	عالي
سرعة تقلص العضلة	بطئ	سريع	سريع
قطر الليف العضلي	صغير	متوسط	كبير
حجم الوحدة الحركية	صغير	متوسط	كبير
حجم الألياف العصبية المحركة	صغير	متوسط	كبير
تنحية ايون الكالسيوم C^{++}	بطيء	سريع	سريع

نسبة الألياف العضلية البطيئة الخلجة لدى مجموعة من الرياضيين (٪)



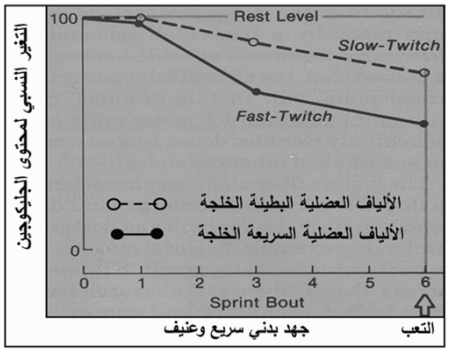
33

نسبة الألياف العضلية السريعة الخلجة لدى رياضيي ألعاب القوى



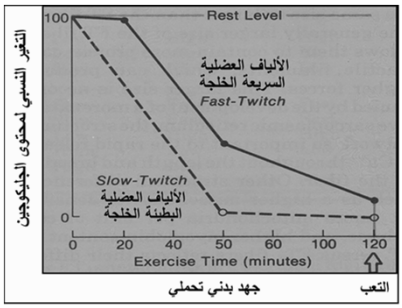
34

التغير في محتوى الألياف العضلية السريعة والبطيئة الخلجة من الجليكوجين بعد جرعات متتابعة من الجهد البدني العنيف والقصير حتى التعب



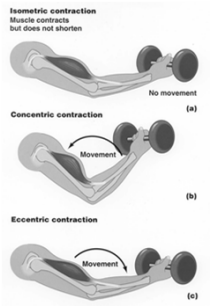
35

التغير في محتوى الألياف العضلية السريعة والبطيئة الخلجة من الجليكوجين بعد جهد بدني تحملي حتى التعب



36

أنواع الإنقباض العضلي



- ثابت (متساوي القياس)
  - يحدث توتر أثناء الإنقباض لكن لا يتغير طول العضلة (مثال دفع الحائط)
- متحرك (متساوي التوتر)
  - يحدث توتر أثناء الإنقباض وتغير في طول العضلة سواء تمدد (لا متراكز) أو تقلص (متراكز)
- متحرك بسرعة ثابته
  - هي نفسها المتحرك ولكن بسرعة ثابته. نادرة الحدوث اثناء الأنشطة اليومية.

37

العوامل المؤثرة على قوة العضلات

1. حجم العضلات

يوجد علاقة طردية بين القوة العضلية ومساحة المقطع العرضي للعضلة

2. كتلة الجسم

توجد علاقة قوية نسبيا بين كتلة الجسم (وزن الجسم) والقوة العضلية الكلية المطلقة. وزن زائد => زيادة في وزن العضلات

3. نوع الألياف العضلية

يوجد علاقة طردية بين نسبة الألياف سريعة الخلجة والقوة العضلية

38

العوامل المؤثرة على قوة العضلات

4. التوصيل العصبي

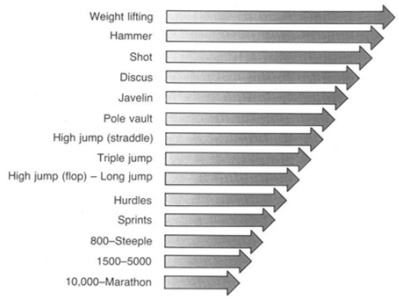
4.كفاءة التوصيل العصبي يرفع مقدار القوة. ويزداد التوصيل العصبي مع زيادة التدريب البدني

5. العمر

4.تنخفض القوة العضلية مع التقدم في العمر (~٢٠% تقل عند ٦٠ سنه)

39

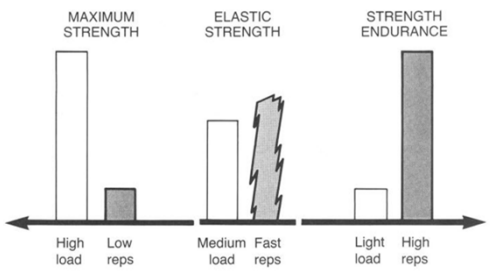
تمثيل مساهمة القوة العضلية في الرياضات المختلفة



Representation of maximum strength contribution to various athletic events

40

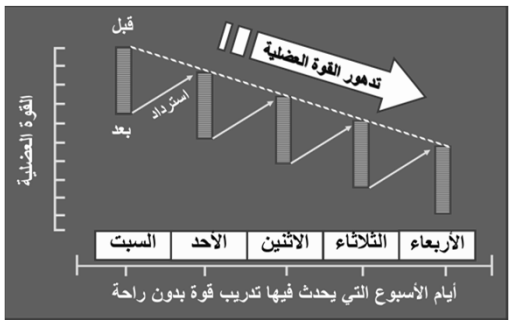
تأثير تكرار وشدة التدريب على نوع النشاط البدني



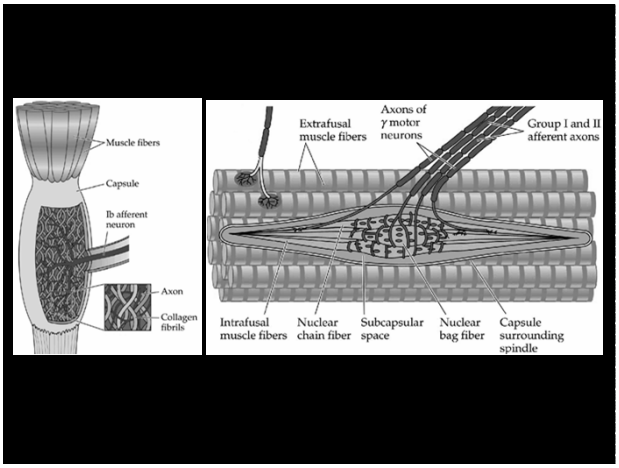
Development of strength

41

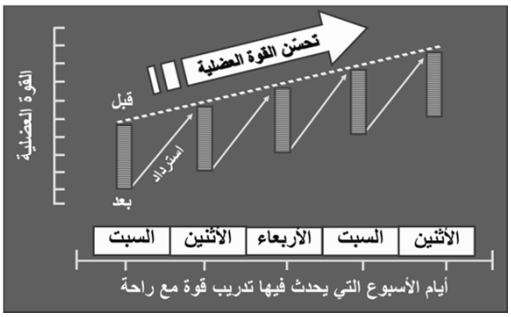
تدريب قوة عضلية مجهد بدون راحة



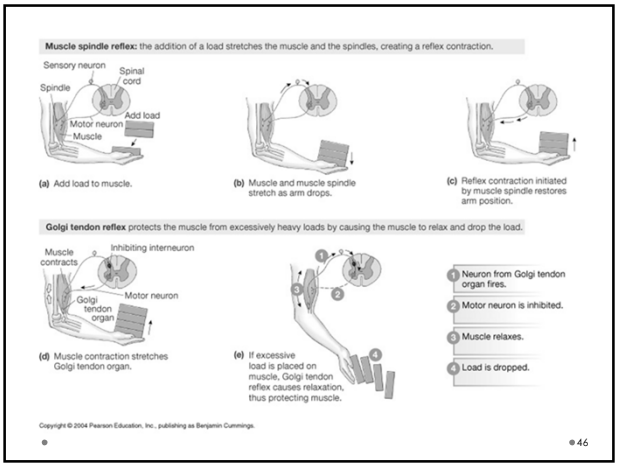
42



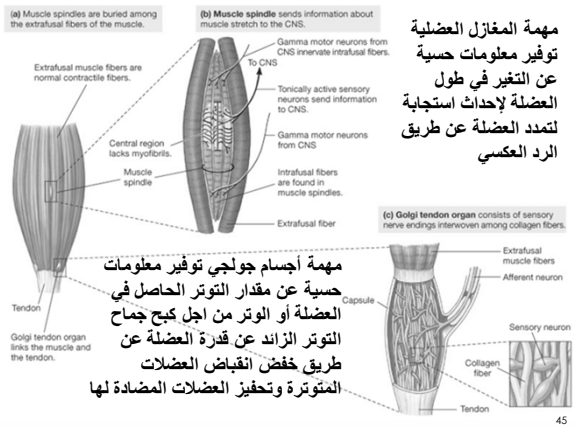
تدريب قوة عضلية مجهد مع راحة



43



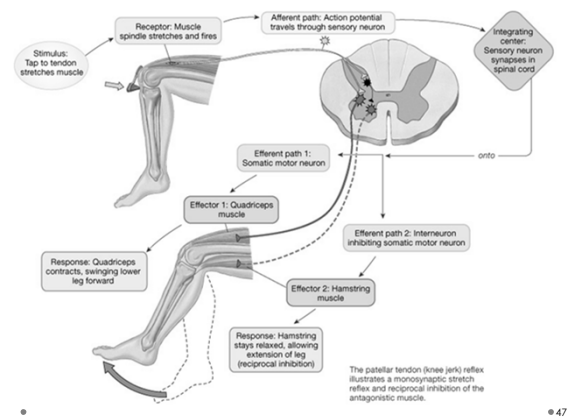
46



مهمة المغازل العضلية توفير معلومات حسية عن التغير في طول العضلة لإحداث استجابة لتمدد العضلة عن طريق الرد العكسي

مهمة أجسام جولجي توفير معلومات حسية عن مقدار التوتر الحاصل في العضلة أو الوتر من اجل كبح جماح التوتر الزائد عن قدرة العضلة عن طريق خفض انقباض العضلات المتوترة وتحفيز العضلات المضادة لها

45



47