جامعة محمد خيضر – بسكرة–
معهد علوم و تقنيات النشاطات البدنية و الرياضية

المقياس: فسيولوجيا الجهد البدني. المستوى: الثانية ليسانس. الأستاذ: بن شعيب أحمد

المحاضرة الرابعة: الجهاز العضلي و الجهد البدني

مقدمة:

تتصل العضلات في جسم الانسان مع العظام بواسطة الأربطة والأوتار. إن ثني الساعد عملية مزدوجة، تنقبض فيها العضلة ذات الرأسين وتنبسط العضلة ذات الثلاثة رؤوس في نفس الوقت. وبسط الساعد عملية مزدوجة أيضاً، فتنقبض فيها العضلة ذات الثلاثة رؤوس وتنبسط العضلة ذات الرأسين ذلك هو سر معظم عضلات الجسم فهي تعمل مثنى أو في مجموعات سواء في ذلك عضلات الساقين أو عضلات الأصابع أو العضلات الست التي تحرك مقلة العين فلا توجد عضلة تعمل على انفراد، فمهما كان العمل الذي تؤديه العضلة فهناك عضلة أخرى تعمل عكس ذلك العمل. بل وأكثر من ذلك، فإن أبسط حركة تستدعي نشاط مجموعات بأكملها من العضلات، وقد يكون بعضها بعيداً عن مكان الحركة، ومثال على ذلك عندما تشد الحبل تجد أن عضلات الساق والظهر وأصابع القدم تشد أزر عضلات الذراعين. عندما تنقبض العضلة تقصر في الطول ولكنها تزداد سمكاً في الوسط وذلك يحدث في الألياف العضلية وبذلك تظهر في العضلة بأكملها. ولذلك تتضخم العضلة ذات الرأسين عند ثني الذراع. وفي انقباض العضلة العادي، لا ينقبض إلا عدد معين من الألياف العضلية، ذلك لأننا لا نحتاج في الأحوال العادية إلا إلى قدر قليل محدود من المجهود. أما في المجهودات الشاقة، فإن عدد الألياف العضلية الذي ينقبض يزداد بالتدريج ونتيجة لذلك يزداد حجم العضلة وتزداد صلابتها عند الانقباض. من هذا نرى أن العضلات تنمو وتزداد قوة بالعمل أو بأداء التمرينات الرياضية. ونحن لا نحتاج إلى عضلات كبيرة نامية فوق العادة، وفي الواقع تنمو بعض العضلات إلى درجة تعوق العضلات الأخرى عن العمل وتبطئ الحركة.

1- آلية التقلص العضلي:

يتم التقلص العضلي وفق المراحل التالية:

1. يتفعّل العصب الحركي المعصب لعضلة ما تحت تأثير الإرادة عادةً، وينتشر هذا التفعيل على طول العصب حتى نهايته العصبية للألياف العضلية.

2-تفرز نهايات هذا العصب مادة كيميائية هي الأستيل كولين التي تعد الناقلة العصبية.

3- ترتبط جزيئات الأستيل كولين على مواضع محددة من غشاء الليف العضلي تدعى المستقبلات receptors ، فيحدث نتيجة لذلك تبدلٌ في نفوذية هذا الغشاء للأيونات ionsينشأ عنه تبدلات في قطبية غشاء الليف العضلي التي تدعى بجهد الفعل action potential، ينتشر جهد الفعل على طول غشاء الليف العضلي، وإلى عمق الليف أيضاً ليسبب تحرر أيونات الكالسيوم من الشبكة الهيولية العضلية، فيتضاعف بذلك تركيز هذه الأيونات في الهيولى العضلية.

4- ترتبط أيوناتالكالسيوم على مواضع محددة في خيوط الأكتين، فتتفعل عملية جذب خيوط الأكتين ما بين خيوط الميوزين فتتقاصر بذلك الليفات، فالليف، ثمّ العضلة كلّها، ويتطلب هذا التقاصر (التقلص) طاقة ترد من حلمهة ثلاثي فسفات الأدينوزين.A.T.P

5- تعود أيونات الكلسيوم إلى الشبكة الهيولية العضلية بعد توقف تفعيل العضلة، ويتطلب ذلك صرف كمية من الطاقة ترد أيضاً من حلمهة ثلاثي فسفات الأدينوزين، كما تعود قطبية غشاء الليف العضلي إلى حالة ما قبل التفعيل، فيعود طول الليف العضلي إلى وضعه الطبيعي أي إلى حالة الاسترخاء

2- أنواع الانقباضات العضلية:

2-1-الانقباض الايزوتوني(الانقباض العضلي المتحرك):

وهو الانقباض الذي تتغير فيه طول العضلة (تطول او تقصر) دون حدوث تغيير في كمية الشدة التي تنتجها العضلة مثل حركات الدفع والمشي والجري والوثب والقفز.

2-2-الانقباض الايزومتري (الانقباض العضلي الثابت) :

وهو الانقباض الذي تتغير فيه الشدة العضلية دون حدوث تغيير في طولها مثل رفع ثقل معين لايقوي على تحريكهاو محاولة دفع الجدار .

2-3- الانقباضالايكسوتوني:

وهو عبارة عن مركب الانقباض العضلي المتحرك والثابت .

3-الخصائص المميزة للنسيج العضلي والجهد البدني:

- يعد الجهاز العضلي أحد الأركان الثلاثة الأساسية التي يعتمد عليها جهاز الاتزان والحركة بالنسبة لجسم الإنسانبصفة عامة، والجهد البدني بصفة خاصة.وفيما يلي نعرض لهذه الأهمية بشئ من التفصيل في ضوء العلاقات المتبادلةبين الخصائص المميزة للنسيج العضلي الإرادى والجهد البدني:

3-1- خاصية الانقباض والجهد البدني:

من الخواص الهامة التي يتميز بها النسيج العضلي خاصية الانقباض، وتعنى قدرة هذه الأنسجة على الانقباض contractionويقابلها القدرة على الارتخاء Relaxation، ولما كانت العضلات تشكل ثلاثة أخماس وزن الجسم تقريبا بالنسبةللرجل وأقل من ذلك قليلا لدى المرأة فإن ذلك يبرز أهميتها بالنسبة للجهد البدني.

ويتفاوت حجم هذه الأهميةبالنسبة لعدد ونوع العضلات العاملة – المنقبضة أو المنبسطة – أثناء الاداء وفقا لاختلاف نوع النشاط الرياضيالتخصصي الممارس. فالمجموعات العضلية العاملة أثناء رياضة التجديف، تختلف عن المجموعات العاملة برياضة كرةالقدم، وتختلف عن المجموعات العضلية العاملة في رياضة الجمباز، بل وتختلف من جهاز لاخر من الأجهزة الستة لهذه الرياضة... ألخ.

3-2- خاصية النغمة العضلية والجهد البدني:

أ- النغمة العضلية والانقباضات والانبساطات العضلية:إن خاصية النغمة العضلية أى الاحتفاظ بانقباضبسيط وبصفة مستمرة حتى أثناء الراحة لها أهميتها الكبيرة في الرياضات التي تعتمد على عنصر المفاجئة مثلها فيرياضات المنازلات (المصارعة، والملاكمة، السلاح) وما يشابهم من مواق في الرياضات الأخرى، أذ تتطلب هذه المواقففي مثل هذه الرياضات سرعة اتخاذ أوضاع دفاعية أو هجومية مفاجأة تتطلب انقباضات وانبساطات من المجموعاتالعضلية المشاركة وإلا أدى عدم تأهيل المجموعات العضلية للعمل إلى حدوث إصابات بالالياف العضلية.

ويلعبالإحماء Warm – up دورا هاما إلى جانب النغمة العضلية في تأهيل العضلات للعمل المحتمل القيام به أثناء الاداء الرياضي التخصصي

ب- خاصية النغمة العضلية والحفاظ على درجة حرارة الجسم:وبيئة التفاعلات الأنزيمية – إلى جانب ما تقدممن أهمية للنغمة العضلية في تأهيل العضلات للعمل أو الجهد العضلي، فإن لها أهميتها في:

1- الحفاظ على درجة حرارة الجسم عن طريق الحرارة الناتجة عن الانقباضات العضلية البسيطة المتبادلة بينالألياف.

2- وإلى جانب ذلك توفر للجسم بيئة حرارية مناسبة للأعضاء الحيويةvital organs والتفاعلات الأنزيمية EnzymaticReactionsالتي يحتاج اليها الجسم في مختلف عملياته الكيميائية.

3-3-خاصيتى النغمة العضلية وسرعة الاستجابة والجهد البدني:

إلى جانب أهمية النغمة العضلية تبرز أهمية خاصية سرعة الاستجابة، وهى قصر الفترة الزمنية اللازمةلتلبية متطلبات المواقف المختلفة، ويساعد التدريب الرياضي على تنمية هذه الخاصية، ومثال ذلك في البدء فيرياضات عدو وسباحة المسافات القصيرة، وكذلك في المنازلات بأنواعها ومواقفها المختلفة، و الألعاب (القدم،السلة، الطائرة، اليد.... الخ).

3-4- خاصيتى الاستثارة والتوصيل والعلاقة بينهما وبين خاصية سرعة الاستجابة والجهد البدني:

بتوفر خاصيتى الاستثارة والتوصيل أى قابلية الاستجابة للمثيرات الكهربية والكيميائية، وقدرة النسيج العضليعلى نقل هذه المثيرات، يتوفر عنصران هامان بالنسبة للأنشطة الرياضية يكملها خاصية سرعة الاستجابة أو مايدعى بسرعة رد الفعلReaction، ومثلها في الرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين العين والقدم، ومثلهافي التسجيل أو التمرير في كرة القدم، أو في المنازلات والرياضات التي تعتمد على التوافق فيما بين العين واليد،ومثلها التصويب والتمرير في كرة السلة وكرة اليد وغيرها من الرياضات، وكذا في الرياضات التي تعتمد علىالتوافق فيما بين الأذن والمجموعات العضلية المستجيبة ومثلها البدء في رياضات السباحة ومسابقات العدو، إذيترتب على سماع طلقة أو صفارة البدء الانطلاق السريع من على مكعبات البدء في السباحة ومن على خط البداية فيالعدو. كذلك يحقق التوافق فيما بين حاسة اللمس والمجموعات العضلية المستجيبة في رياضة المصارعة بنوعيهاالرومانية والحرة تحقيق خطفات سريعة وموفقة.

3-4- خاصية المرونة والجهد البدني:

تعمل خاصية المرونة بالنسيج العضليأى التمدد والاستطالة على تنمية عنصرا هاما من عناصر اللياقة البدنيةوهو المرونة، ويعد هذه العنصر متطلبا هاما جدا في الكثير من الرياضات إن لم يكن بشكل مباشر فبشكل مشاركومثل هذه الرياضات الجمباز بكافة أجهزته، والتمرينات الإيقاعية، والبالية، والبالية المائى... الخ.

وبتوفرهذا العنصر تتوفر للجهاز العضلي درجة من الأمان والحماية من التمزقات العضلية وما يشابه ذلك من الإصاباتالتي قد يسببها الاداء المفاجئ للمهارات كاستجابة لبعض المواقف أو المتطلبات في الاداء الحركي بالنشاط الرياضيالتخصصى.

4- التغيرات المصاحبة للجهد البدني:

تنقسم هذه التغيرات على حسب نوع الممارسة الرياضية والمحافظة عليها فنجد أن هناك نوعان من التغيرات هما:

أولا : تغيرات مؤقتة تحدث بعد وحده تدريبية واحدة تتمثل هذه التغيرات فيما يلي:

1- زيادة تضخم الدم الوارد للعضلات العاملة بكثافة.

2- زيادة حجم أو محيط العضلات.

3- زيادة توتر العضلات العاملة في النشاط الرياضي

4- حدوث بعض التغيرات الكيميائية في العضلة

5- انخفاض مخزون العضلات من مركبات الطاقة

ثانيا :تغيرات دائمة تحدث بعد التدريب المستمر" موسم تدريبي" وتتمثل هذه التغيرات فيما يلى:

1- التغيراتالمورفولوجية " التشريحية:

وهذه التغيرات المورفولوجية تتمثل في الشكل التشريحي للعضلة وتتمثل فيمايلى

1- زيادة في حجم الجهاز العضلي

2- زيادة حجم الألياف العضلية نتيجة زيادة المقطع العضلي

3- زياده حجم الألياف العضلية السريعة

4- زيادة كثافة الشعيرات الدموية .

2- التغيرات الفسيولوجية:

1- زياده عدد الألياف العاملة بالعضلة أو المجموعات العضلية المدربة.

2- زياده مساحة مسطح الدورة الدموية، أى الشبكة الوعائية المغذية للعضلات الهيكلية بالأكسجين ومصادرإنتاج الطاقة.

3- زيادة عدد الألياف العصبية والنهايات الفرعية المغذية للالياف العضلية.

4- زياده وزن العضلة والمقطع العرضى لها، أى حجم العضلة المدربة.

5- زيادة عدد أجسام الميتوكوندريا، وتناسب ذلك ونوع النشاط التخصصي.

6- الاحتفاظ بمخزون كبير من:

أ- طاقة الرابطة الفوسفاتية

ب- الجليكوجين اللازم لاعاده بناء ال**ATP**في التفاعلات الهوائية.

7- القدرة على إنتاج إنقباضات عضلية أقوى، وتكرار ذلك في زمن أقصر.

8- خفض حجم المقاومات الداخلية في العضلة (اللزوجة.

9- التغلب على المقاومات الخارجية ومثلها وزن الجسم أو الثقل أو المنافس.

10- سرعة التخلص من مخلفات العمليات الأيضية (التمثيل الغذائي).

(التمثيل الغذائي).

3- التغيرات العصبية:

- تتلخص التغيرات العصبية المرتبطة بالجهاز العضلي فيما يلى:

1- زيادة تنشيط الجهاز العضلي.

2- تحسن تزامنSynchronizationعمل الوحدات الحركية.

3- تخفيض ردود الأفعال المنعكسة التثبيطية.

4- التغيراتالبيوكيميائية والبنائية:

- يؤدى الانتظام في برامج تدريبات التحمل إلى حدوث تغيرات بيوكيميائيةوبنائية في الليفة العضلية وتشمل:

1- زيادة مصادر الطاقة الأساسية مثل ATP بنسبة 18% والفوسفوكرياتين بنسبة 22% والجليكوجين بنسبة 66.%

2-زياده إنزيمات الطاقة اللاهوائية عن طريق الجليكوجين مثل إنزيم Phos – phofructokinase (PFK).

3- تغيرات في نشاط إنزيمات تحويل ATP مثل مايوكينيزMyokinaseوالكرياتين فوسفو كرياتين.CreatinPhosphokinase

4- زياده بسيطة في نشاط إنزيمات دورة كريبس الهوائية.

5- عدم تغير نوعية الألياف العضلية.

6- نقص كثافة وحجم الميتوكوندريا نتيجة زيادة حجم اللويفات وحجم الساركوبلازم.

7- بعض التضخم في الألياف العضلية السريعة كما تظهر في زيادة نسبة الألياف السريعة إلى البطيئة.

5- التغيراتالانتريومترية:

- وتتمثل هذه التغيرات في القياسات العضلية مثل " طول العضلة – محيط العضلة..... وغيرها."

5- تأثيرالجهد البدني على الألياف العضلية:

1- الألياف البطيئة:

- من الطبيعي أن تتميز الألياف البطيئة بمستوى عال من التحمل الهوائي، بمعنى زيادة مقدرتها على استهلاك أكبر قدرمن الأكسجين في الدقيقة، ولذلك فهى أكثر فاعلية في إنتاج ATP كنتيجة أكسدة الكربوهيدرات والدهون، وبذلكتضمن عملية استمرار إنتاج الطاقة للمحافظة على قدرة الرياضي على الاداء لأطول فترة ممكنة، وهذا ما يطلقعليه التحمل العضليMuscular Endurance، لذلك فهذه الألياف لديها مقدرة هوائية عالية، لذلك فهىالألياففالعاملة الأساسية في الانشطة الطويلة مثل المارثون والسباحة الطويلة.

2- الألياف السريعة:

- تختلف الألياف العضلية السريعة بضعف نسبي للتحمل الهوائي وهى أكثر تجهيزا للأداءالهوائي (بدون الأكسجين)،ومعنى هذا أن ATP يتكون من خلال الأساليب غير الأكسوجينية، وهذه الألياف أكثر قوة ولكنها أسرع تعبا وأقل تحملا،وهى الألياف السائد استخدامها في الانشطة الرياضية ذات الشدة العالية والتي تحتاج إلى تحمل السرعة مثل جرياالميل أو 400 متر، وتستخدم في أنشطة السرعة القصوى مثل 100 متر عدو، و50 مترا سباحة.

- هل يمكن تغيير نوع الألياففالعضلية ؟

- ظل هذا السؤال محيرا للعلماء لفترة طويلة، وجاءت نتائج الدراسات متناقضة في كثير من الحالات، غير أنه مع تطورأساليب البحث العلمى لوحظ إمكانية تغيير بعض الألياف تحت تأثير تدريبات التحمل وتدريبات القوة وهى النوعالثانى (ب) وهى الألياف السريعة الثانية تتغير إلى النوع الأول وهو الألياف البطيئة وذلك تحت تأثير تدريباتالتحمل، وكمثال أخر فإن تدريبات المقاومة تؤدى إلى إنقاص النسبة المئوية للالياف من النوع الثانى (ب) وهىالألياف السريعة الثانية وتزيد الألياف، السريعة الأولى (أ) أى تزيد سرعتها، ومعنى ذلك أن تأثير نوعيةالتدريب يغير من طبيعة نسبة قليلة للالياف، ولذلك يجب على المدرب أن يحذر عند تدريب متسابقى العدو أنالسرعة بصفة خاصة تقل نتيجة زيادة حجم تدريبات التحمل، حيث أن هذه الزيادة تفقدهم عنصر السرعة.وهذا ما يفسر انخفاض سرعة السباحين حينما يندمجون في أداء برنامج تدريبي للتحمل أو خلال الموسم التدريبي، كذلكيفسر التأثير العكسى في بعض الأحيان لزيادة حجم تدريبات المقاومة، وكما هو يلاحظ أن بطبيعة الحال فإن الألياففالأكثر سرعة وهى النوع الثانى (ب) لا تتغير مباشرة إلى الألياف البطيئة وهى النوع الأول ولكنها مرحلة ممهدةتتغير إلى النوع الثانى (أ) وهى النوع السريع الأقل درجة.

6- التكيفات الفسيولوجية:

1- ارتفاع معدل سرعة الاستجابة (الانقباض والانبساط) وتناسب ذلك وحجم المثير الحركي في نوع النشاطالرياضيالتخصصي الممارس.

2- ارتفاع معدل العمليات الأيضية (أكسدة المواد الغذائية وإطلاق الطاقة).

3- ارتفاع معدل التبادل الغازي بالرئتين التنفس الخارجيExternal Respiration، وبالنسيج العضليالارادى (التنفس الخلوي..Cellular R)

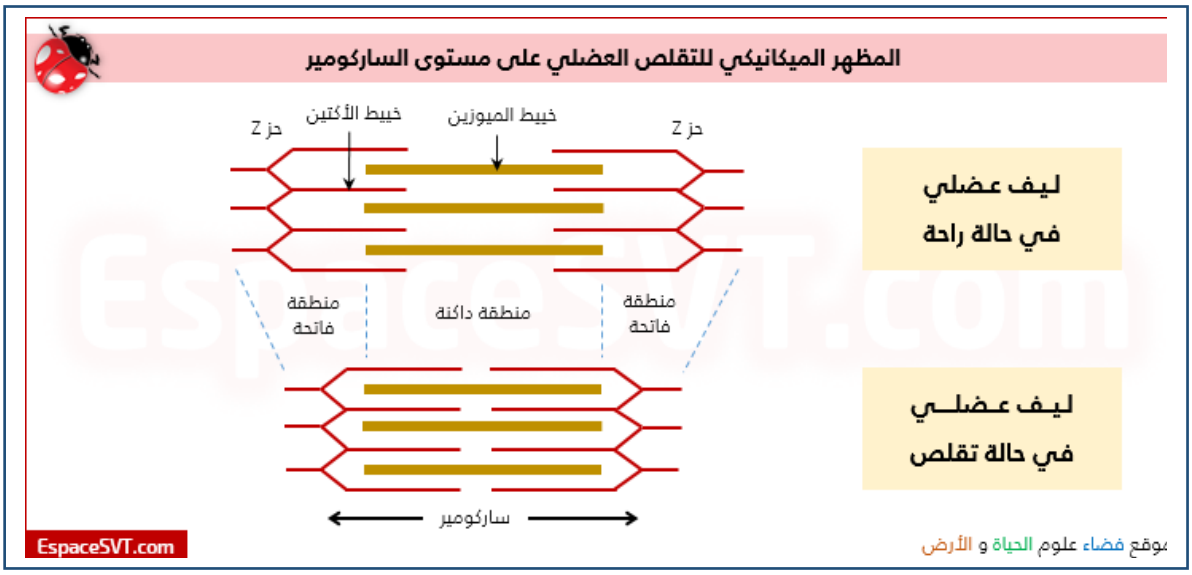
5- ارتفاع مستوى الفعالية الميكانيكية، مما يحقق الاقتصاد في معدلات الطاقة المستهلكة، وكذا في الأكسجينالمستهلك.

6- الاستمرار في العمل لفترات زمنية أطول دون الوصول إلى حد التعب.

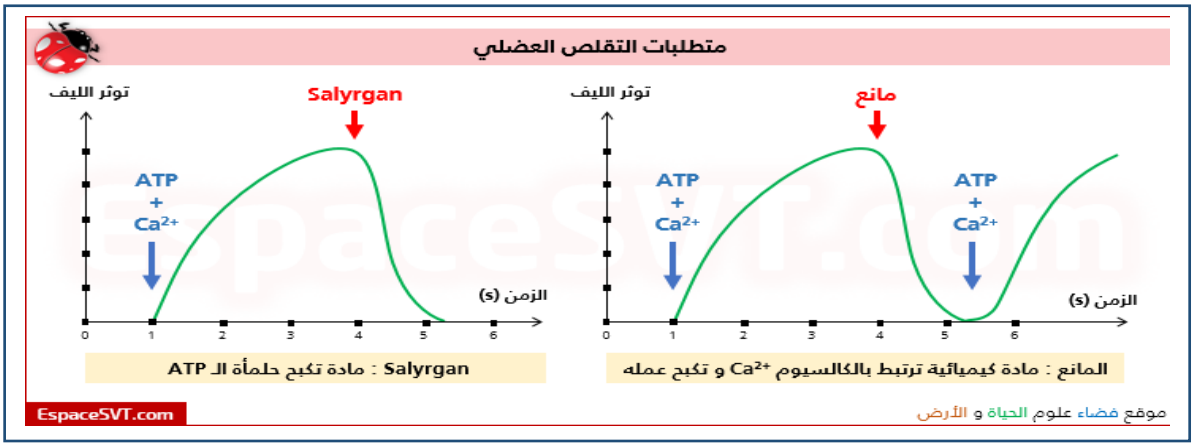
7- سرعة التخلص من الحرارة الزائدة عن حاجة الجسم والعضلات، وكذلك بيئة التفاعلات الأنزيمية.EnzymaticReactions

8- سرعة العودة إلى الحالة الطبيعية Normal Caseبنهاية النشاط.

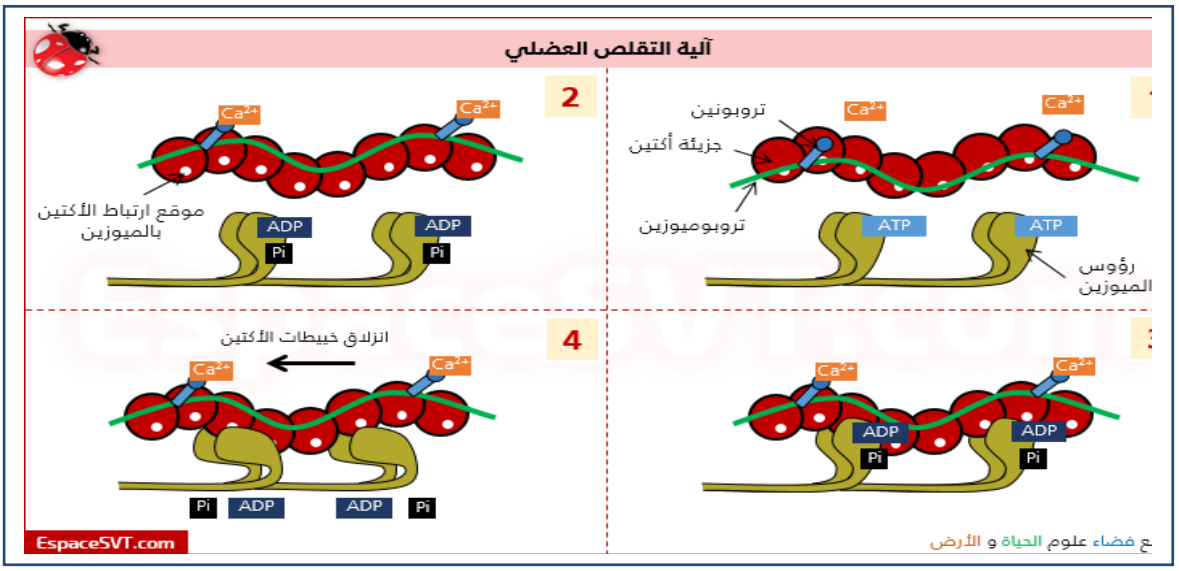
الملاحق



الملحق (01):المظهر الميكانيكي للتقلص العضلي على مستوى الساركومير.



الملحق (02):متطلبات التقلص العضلي.



الملحق (03):آلية التقلص العضلي.