العضلات الملساء

تتألف العضلة الملساء من ألياف صغيرة تتراوح أقطارها عادة بين (1 – 5) ميكرومترو، وأطوالها بين (2 – 500) ميكرومتر فقط، لذا فهي صغيرة بالمقارنة مع ألياف العضلات الهيكلية التي تكبرها ب 20 مرة من حيث القطر وبمئات المرات من حيث الطول.

أولاً: أنماط العضلات الملساء:

يمكن تقسيم العضلات الملساء إلى نمطين رئيسيين وهما:

1_ العضلات الملساء عديدة الوحدة:

يتألف هذا النمط من العضلات الملساء من ألياف عضلية ملساء مستقلة يعمل كل منها بشكل مستقل تماما عن الألياف الأخرى، ويعصب كذلك بوساطة نهاية عصبية مفردة كما هو الحال في ألياف العضلات الهيكلية، حتى أن السطح الخارجي لهذه الألياف مغطى كما في ألياف العضلات الهيكلية بطبقة رقيقة من الغشاء القاعدي تسهم في عزل الألياف المنفصلة عن بعضها البعض.

ولعل الصفة الأكثر أهمية للألياف العضلية الملساء عديدة الوحدة أن كل ليف فيها يمكنه أن يتقلص بشكل مستقل عن الألياف الأخرى، وأن التحكم بها يتم بشكل رئيس بواسطة الإشارات العصبية، وهذا بعكس القسم الأكبر من التحكم بالعضلات الملساء الحشوية الذي يتم بتنبيهات غير عصبية.

ونذكر من بين الأمثلة العديدة على العضلات الملساء عديدة الوحدة الموجودة في جسم الحيوان الألياف العضلية الموجودة في العضلة الهدبية للعين وعضلة حدقة العين والعضلة الناصبة للشعر التي تسبب انتصاب الشعر عندما تتنبه بواسطة الجهاز العصبي الودي.

2_ العضلات الملساء وحيدة الوحدة:

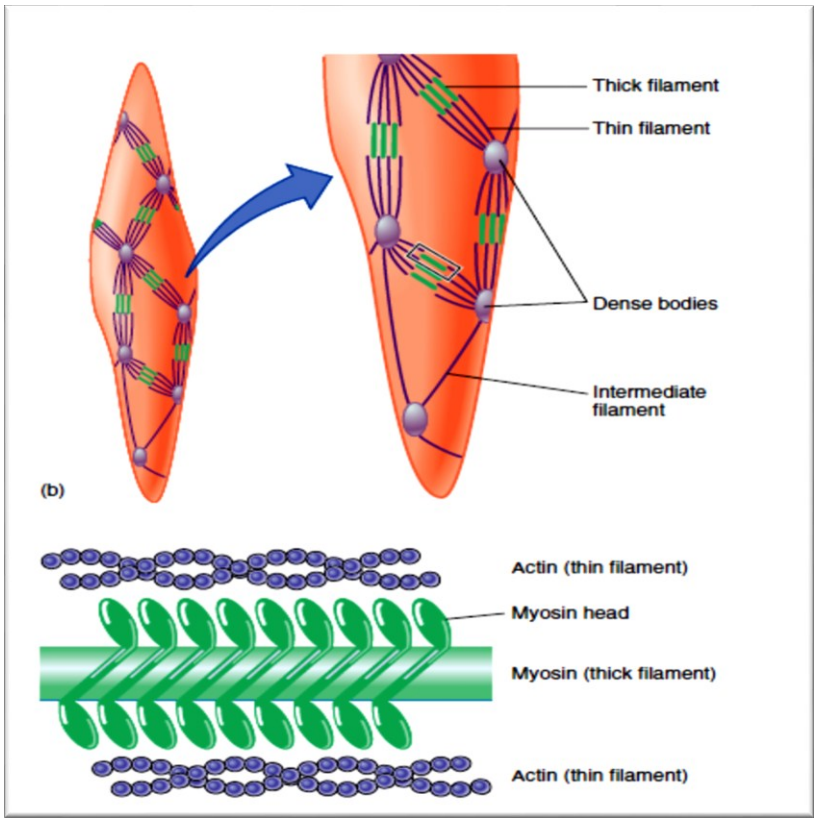
إن عبارة وحيدة الوحدة تعني أن الكتلة الكاملة للألياف العضلية المكونة من مئات إلى ملايين الألياف تتقلص معاً وكأنها وحدة واحدة.

تتجمع هذه الألياف عادةً في صفائح أو حزم، وتتواصل أغشية الخلايا معاً بوساطة الكثير من المواصل الفجوية أو المشابك الكهربائية التي تسمح للشوارد أن تمر عبرها بحرية من خلية إلى التي تليها، ولذلك فإن كامن الفعل ينتقل من كل ليف إلى مجاوره، ويتسبب ذلك بتقلص جميع ألياف العضلة بعضها مع بعض.

توجد هذه العضلات في جدران معظم أحشاء الجسم بما فيها المعي والقناة الصفراوية والحالب والرحم والكثير من الأوعية الدموية ولذلك فإنها تدعى كذلك العضلات الملساء الحشوية.

ثانياُ: الأساس الفيزيائي لتقلص العضلات الملساء :

لا تملك العضلات الملساء الترتيب المنتظم المخطط نفسه على خيوط الأكتين والميوزين الموجود في العضلات الهيكلية الذي يؤدي إلى ظهور الخطوط العاتمة والنيرة في مقاطعها النسيجية، وبالاعتماد على التقنيات الحديثة كالتصوير بالمجهر الالكتروني اقترح التنظيم الفيزيائي الموضح في الشكل التالي للعلاقة بين الأكتين والميوزين.



شكل يوضح بنية الليف العضلي في العضلات الملساء

يظهر الشكل وجود أعداد كبيرة من خيوط الأكتين المرتبطة ببنى تدعى الأجسام الكثيفة كما يبين ارتباط بعض هذه الأجسام بغشاء الخلية، وتبعثر بعضها الآخر في داخل الخلية، هذا وترتبط بعض أجسام

الغشاء الكثيفة لخلايا متجاورة بعضها مع بعض بوساطة جسور بروتينية، وعبر هذه الروابط تنقل قوة التقلص من خلية إلى الخلية المجاورة، من جهة أخرى، تتبعثر خيوط الميوزين بين خيوط الأكتين و يبلغ قطرها ضعف قطر خيوط الأكتين، أما عددها فهو أقل بـ (5–10) أضعاف مقارنة بخيوط الأكتين.

تؤدي الأجسام الكثيفة في العضلات الملساء الدور نفسه للقرص **Z** في العضلات الهيكلية.

ثالثاً: مقارنة تقلص العضلات الملساء مع تقلص العضلات الهيكلية:

تتقلص معظم العضلات الهيكلية وتسترخي بشكل سريع بينما تتقلص معظم العضلات الملساء تقلصاً مقوياً بشكل مديد ومطول يدوم عدة ساعات أو حتى أيام، لذلك فمن المتوقع أن تكون كل من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعضلات الملساء مختلفة عما هي عليه في العضلات الهيكلية. وفيما يأتي بعض هذه الاختلافات:

1_ انخفاض سرعة دوران الجسور التصالبية:

إن سرعة دوران الجسور التصالبية في العضلات الملساء (التي تعني ارتباطها بالأكتين ثم انعتاقها منه وارتباطها به ثانية من أجل الدورة الثانية) أبطأ بكثير في العضلات الملس منها في العضلات الهيكلية، فهي تعادل 10/1 الى 300/1 من سرعتها في العضلات الهيكلية.

ويعتقد أن الجزء من الزمن الذي تبقى فيه الجسور التصالبية مرتبطة بخيوط الأكتين الذي يشكل العامل الأكبر المحدد لقوة التقلص، يزداد بشكل كبير في العضلات الملساء. والسبب المحتمل لبطء الدوران هذا هو أن فعالية رؤوس الجسور التصالبية المماثلة للأتباز أقل بكثير مما هي عليه في العضلات الهيكلية، لذلك ينخفض بشكل كبير تقويض ATP الذي يزود حركة الرؤوس بالطاقة، وتنقص من ثم سرعة الدوران بشكل ملائم لذلك.

2_ يحتاج استمرار تقلص العضلات الملساء إلى طاقة أقل:

تحتاج العضلات الملساء إلى مابين 10/1 إلى 300/1 من الطاقة اللازمة لإنتاج التوتر نفسه في العضلات الهيكلية، ويعتقد أن هذا ينتج عن البطء الشديد في دورة ارتباط وانفصال الجسور التصالبية، لأن جزيئاً واحداً من ATP يلزم لكل دورة، بغض النظر عن مدتها.

3_ البطء في بدء وتقلص استرخاء كامل النسيج العضلي الأملس:

تبدأ العضلات الملساء النموذجية بالتقلص بعد 50 إلى 100 ميللي ثانية من إثارتها، وتصل إلى التقلص التام بعد 0.5 ثانية تقريباً، ثم تنقص قوة التقلص بعد ذلك لمدة 1 إلى 2 ثانية أخرى، مما يجعل كامل زمن التقلص ما بين 1–3 ثانية، وهذا الزمن اكبر بثلاثين مرة من كامل زمن تقلص الليف العضلي الهيكلي، لكن وبسبب وجود أنماط مختلفة من العضلات الملساء، يمكن لزمن التقلص أن يقصر ليصبح 2 ثانية أو يطول حتى 30 ثانية.

4_قوة تقلص العضلة:

تكون قوة التقلص العظمى للعضلات الملساء أكبر مما هي عليه في العضلات الهيكلية، إذ تبلغ 4 – 6 كغ/سم^2 من مساحة المقطع المعترض في العضلة الملساء بالمقارنة مع 3–4 كغ/سم^2 للعضلات الهيكلية.

يعتقد أن الفترة الطويلة لارتباط جسور الميوزين التصالبية مع خيوط الأكتين هي سبب ذلك.

5_ آلية المزلاج في التقلصات المديدة للعضلات الملساء:

عندما يتنامى التقلص التام في العضلة الملساء، فإن الطاقة المطلوبة لاستمرار تفعيل العضلة يمكن أن تنخفض إلى أقل من المستوى البدني للتفعيل مع بقاء العضلة محافظة على كامل قوة التقلص، زد على ذلك، أن الطاقة المستهلكة للحفاظ على التقلص غالباً ما تكون ضئيلة، وهذا يدعى آلية المزلاج.

تأتي أهمية آلية المزلاج من أنها تستطيع أن تحافظ على تقلص مقو مديد في العضلات الملساء يدوم لساعات باستخدام كمية قليلة جداً من الطاقة ولا يحتاج الأمر إلا إلى استثارة ضئيلة عبر ألياف العصب أو من مصادر هرمونية.

6_ الارتخاء بعد الإجهاد (الكرب) في العضلات الملس :

هناك ميزة مهمة أخرى للعضلات الملساء، لاسيما الوحيدة الوحدة الحشوية في الأعضاء الجوفاء، وهي مقدرتها على العودة تقريباً إلى قوة تقلصها الأصلية بعد ثوان أو دقائق من تطاولها أو قصرها.

وعلى سبيل المثال، تسبب الزيادة المفاجئة في حجم السائل في المثانة زيادة كبيرة فورية في الضغط داخل المثانة، لكن الضغط يعود إلى مستواه الأصلي أو قريباً منه خلال 15 إلى 60 ثانية رغم استمرار تمدد جدار المثانة. يحدث التأثير نفسه ثانية عندما يزداد الحجم بقفزة أخرى.

وعندما ينقص الحجم فجأة ينخفض الضغط بشكل شديد في البداية لكنه يعود إلى المستوى الأصلي أو قريبا منه خلال ثوان أو دقائق قليلة.

تدعى هذه الظاهرة الارتخاء بعد الكرب وانعكاس الارتخاء، وتكمن الأهمية الواضحة لهذه الظاهرة في أنها تسمح للأعضاء الجوفاء بالمحافظة على مقدار الضغط نفسه تقريباً داخل لمعتها بغض النظر عن التغيرات طويلة الامد في الحجم.

رابعاً: تنظيم تقلص العضلات الملساء:

يقع تفعيل العضلات الهيكلية على كاهل الجهاز العصبي، بينما يمكن لتقلص العضلات الملساء أن يثار بأنماط مختلفة من الإشارات العصبية والهرمونية والميكانيكية (تمطط العضلة الملساء) وبعدة طرق مختلفة أخرى.

إن السبب الرئيسي لهذا الاختلاف هو احتواء غشاء العضلة الملساء على أنماط متعددة من البروتينات المستقبلة التي يستطيع بعضها أن يثير بدء التقلص وبعضها الآخر يثبط التقلص، وهذا اختلاف أخر عن العضلات الهيكلية.