المحاضرة الخامسة

الجهاز العضلي

يعد الجهاز العضلي المادة الأساسية التي تدخل في تكوين أبدان البشر، بل الكائنات الحية كلها، و بها يتم تشكيل العضلات المختلفة؛ حيث يحتوي جسم الإنسان على ما يزيد على ستمائة عضلة موزعة على مختلف أنحاء الجسم، وهي تكون ما يقرب مِن نصف وزن الجسم، ومن مجموع هذه العضلات يتكون ما يعرف بالجهاز العضلي، فهو جهاز منفذ لحركة الجسم وحركة الأعضاء، وذلك بسبب بنيتها من نسيج قابل للتقلص والتمدد، ومِن المعروف أن نقطة اتصال العضلة بالعظم التي هي أكثر استقرارا تسمى أصلها Origin، كما تسمى نقطة الاتصال بالعظم الأكثر تحركا مغرزَها Insertion، وهناك عضلات لها أكثر مِن نقطة أصل ومغرز واحد ، والعكس كذلك. ويقع الجزء الأكبر مِن هذه العضلات تحت الجلد مباشرة؛ حيث يتكون منها غلاف سميك يكسو العظام ويعمل على وقايتها وحمايتها من الصدمات؛ وكذلك تحيط بتجويفِ الجسم المحتوي على الأحشاء الداخلية إحاطة كاملة، ويطلق على هذه العضلات الخارجية اسم العضلات الهيكلية، فهي التي تعمل على تحريك الجسم وانتقاله من مكان إلى مكان، وتتراكب طبقات العضلات الهيكلية بعضها فوق بعض في أنماط معقدة، وهذا الترتيب الدقيق للعضلات حولَ العظام وضع بنظام دقيق؛ حيث تقوم كل طبقة مؤلفة من مجموعة من العضلات بالوظيفة الموكلة لها، وإذا اختل جزء من هذه الطبقات اختلت وظيفة المَفصل الذي تحيط به هذه العضلات .

- تعريف الجهاز العضلي: الجهاز العضلي هو مجموعة من العضلات المكونة من خلايا عضلية تسمى الألياف العضلية، وهي الوحدة البنائية الأساسية للعضلات، حيث إن التنظيم في العضلات يسمح للألياف بأن تقوم بالتقلص والاسترخاء بواسطة نبضات الأعصاب، إذ إن حركات التقلص والاسترخاء هي المسؤولة عن حركات جسم الإنسان.
- العضلة :هي نسيج ليفي يتميز بقابلية الانقباض والانبساط ويؤمن حركة الكائن. وتتكون العضلة الهيكلية من حزم عضلية وكل حزمة تتكون من الياف عضلية ويسمى سيتوبلازم الليفة العضلية الساركوبلازم Sarcoplasm وغشاء الليفة العضلية يسمي الساركوليما Sarcolemma وتتكون الليفة العضلية من ليفات عضلية والليفة الواحدة تتكون من قطع عضلية متجاورة والقطع العضلية تتكون من خيوط بروتينية وهي الاكتين والميوسين. يتكون الجسم البشري من حوالي ستمائة وخمسين عضلة، وهي تشكل حوالي نصف وزن جسم الإنسان.

- تكوين العضلة

تتألف العضلات من خلايا، إلا أنها خلايا من نوع خاص، فهي طويلة ورفيعة، ومن المعتاد تجمع عدد كبير منها لتكوين وحدة العضلة التي تسمى الليفة العضلية، ويحيط بكل عضلة غشاء رقيق يسمى الصفاق، يفصلها عن غيرها من المجموعات العضلية، ويحيط بها غشاء آخر يعمل على تقليل الاحتكاك العضلي أثناء الحركة، وكذلك كل مجموعة من العضلات توضع مع بعضها البعض في حيز واحد، وتنفصل عن مجموعة عضلات أخرى بواسطة حاجز عضلي، وكل حاجز يلتصق بالعظم، كما يوجد شريط من النسيج الليفي يصل العضلة بالعظم يسمى الوتر Tendon، فهي خيوط متينة ليفية تتحد مع بعضها لتؤلف الوتر. وتخترق هذا النسيج الضام أوعية دموية عديدة، تبقى العضلات مزودة بكميات وفيرة من الأكسجين والجلوكوز اللازمينِ لتوليد الطاقة لعملية الانقباض، ويتكون النسيج العضلي من خلايا متخصصة تحتوي على بروتينات تعد المادة الرئيسية في بناء الخلايا، ولهذا كان لحم الحيوان مادة غذائية مهمة لبناء الأجسام.

وتتألف العضلة الهيكلية من ألياف عضلية التي هي عبارة عن حزم من الخلايا الأسطوانية الطويلة متعددة النوى؛ حيث يصل طولها إلى 30 سم، وقطرها 10- 100 مايكرومتر وتقوم العضلات الهيكلية بوظائف حركية ترتبط أساسا بالمفاصل، ويمكن تلخيص الحركات التي تؤديها،كما يلي:

(الانثناء – المد – الإبعاد عن الجسم – التقريب من الجسم – دوران مركزي – دوران جانبي)، وللعضلات أشكال مختلفة؛ منها:

-المسطحة :مثل عضلات البطن، ويتم ترتيبها بشكل متواز.

- المغزلية :مثل عضلات العضد، وهي التي يتم ترتيب الألياف فيها بطريقة طولية.

- الريشة :عضلات الفَخِذ الأمامية والساق.

- الدائرية :وهي التي تحيط فتحات الجسم، وهي الحارس، وتنظم دخول وخروج السوائل؛ مثل الفم

-مروحية :عضلات الفخذ والقمة الجانبية، واتجاهات الألياف مروحية للقيام بوظائفها.

- عمل العضلة

إن ثني الساعد عملية مزدوجة، تنقبض فيها العضلة ذات الرأسين (biceps) وتنبسط العضلة ثلاثية الرأس(triceps) – في نفس الوقت. وبسط الساعد عملية مزدوجة أيضاً، فتنقبض فيها

العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتنبسط العضلة ذات الرأسين ، وأن عملها متضاد أو في مجموعات سواء ذلك في عضلات الساقين أو عضلات الأصابع وغيرها.

تتصل العضلات الهيكلية بعظمتين أو أكثر، وعندما تتقلص العضلة، فإنها تحرك العظام المتصلة بها، ودائمًا تتحرك العضلات ضمن مجموعات متناسقة، فتقلص عضلة يرافقه استرخاء عضلة أخرى، في حين لا تتحرك العضلات الأخرى قرب المفاصل.

هذه التحركات تؤدي إلى انسجام وتوافق لإتمام هذه الحركات على أكمل وجه، كما أننا لا نستطيع ممارسة أعمالنا اليومية – سواء كانت من الأعمال الشاقة أم البسيطة – إلا باستخدام وتحريك هذا الجهاز، حتى يؤدي ما يريده الإنسان، وحتى إذا كنا في راحة تامة واسترخاء لمطالعة الجريدة أو قراءة إحدى المجلات أو الكتب، فإننا نستخدم هذا الجهاز في تحريك الأيدي والأعينِ لمتابعة القراءة؛ حيث تعمل عضلات كل من اليدين والعينين على التوالي. فهذا الجهاز العضلي لا يقتصر نشاطُه على التحركات الخارجية للجسم كله أو أي عضو من أعضائه في

أثناء النهار، بل يمتد هذا النشاط أيضا إلى عديد من التحركات الداخلية التي تحدثها بعض أعضاء هذا الجهاز ونحن نيام، ومِن ذلك عضلة القلب الذي لا يتوقف عن النبض ليلًا أو نهارًا، ما دام الإنسان على قيد الحياة، وكذلك عضلات الحجاب الحاجز (الذي يفصل التجويف الصدري عن التجويف البطني)، وعضلات الاضلاع التي تستمرُّ في عملها في أثناء الليل والنهار؛ حتى لا تنقطع العمليات التنفسية الضرورية لحياة الإنسان.

- أنواع العضلات

ينقسم الجهاز العضلي إلى ثلاثة أقسام، عضلات هيكلية، وعضلات ملساء، وعضلة القلب.

-1- عضلات هيكلية

يتكون جسم الإنسان أكثر من 600 عضلة هيكلية، وهي ما يقارب 40 بالمائة من وزن جسم الإنسان، وهي المسؤولة عن حركة الهيكل العظمي، حيث إن الجهاز العصبي يرسل إشارات للعضلات الهيكلية لتقلص العضلات مما يؤدي إلى تحريك الجهاز العظمي. وهي عضلات ملتصقة بالعظام .بحيث تحرك عظام الذراعين والرجلين ، الأصابع وأجزاء أخرى من الهيكل .ويمكن التحكم الإرادي في العضلات الهيكلية، ولذلك تسمى أحيانًا العضلات الإرادية.

وللألياف التي تكون العضلة الهيكلية شرائط مستعرضة متناوبة فاتحة وداكنة، تسمى العضلات المخططة. وتلتصق نهاية كل عضلة هيكلية بعظمة لا تتحرك عندما تنقبض العضلة. وفي أغلب الحالات تلتصق النهاية الأخرى للعضلة بعظمة أخرى، إما مباشرة أو بوساطة حزم من النسيج الضام شبيهة بالحبل تسمى الأوتار. وتتحرك العظمة الثانية عندما تنقبض العضلة.

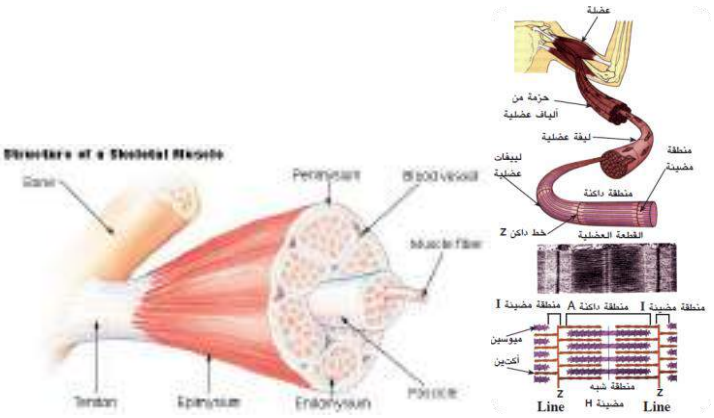
تحرك العضلات الجسم بالشد فقط. فلا تستطيع دفع الأنسجة التي تلتصق بها. ولذلك يتحكم طاقمان من العضلات في معظم الحركات الهيكلية، مثل رفع الساعد ثم إنزاله. فيشد طاقم واحد من العضلات العظام في اتجاه واحد، ويشد الطاقم الآخر العظام في الاتجاه المعاكس. فمثلاً، يشد طاقم واحد من العضلات الساعد للأعلى، ولكنه لا يستطيع دفعه للأسفل. ولإنزال الساعد، يجب أن ينقبض طاقم آخر من العضلات ويشده للأسفل.

البنية و التنظيم:

أولاً: العضلات الهيكلية:

يغطي العظام مئات العضلات، تتألف كل عضلة من حزم خلوية تعرف الواحدة منها باسم " الليف العضلي muscle fiber " الذي يتكون من مادة حية وتسمى sarcoplasm ، غشاء خلوي يحيط بالبروتوبلازم يدعى sarcolemma

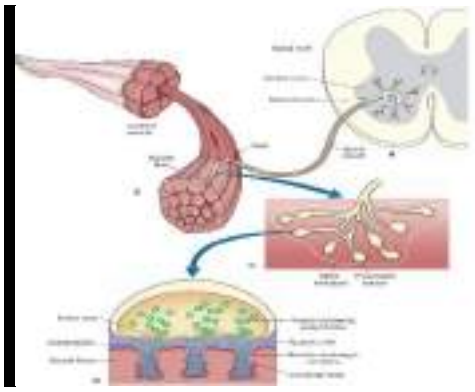
يتصل هذا الغشاء من طرفيه الدائريين بنسيج ليفي يدعى " العضل الداخلي Endomysium " وكل مجموعة الياف عضلية fascicle يحيط بها غشاء يدعى " حول العضل Perimysium " يفصلها عن غيرها من المجموعات العضلية. ويحيط بالعضلة غشاء آخر يدعى " فوق العضل Epimysium "، يعمل هذا الغشاء على تقليل الاحتكاك العضلي أثناء الحركة. إن مجموعة عضلات تتوضع مع بعضها البعض في حيز واحد وتنفصل عن مجموعة عضلات أخرى بواسطة حاجز عضلي وكل حاجز يلتصق بالعظم وباللفافة العميقة المحيطة بالعضلات.

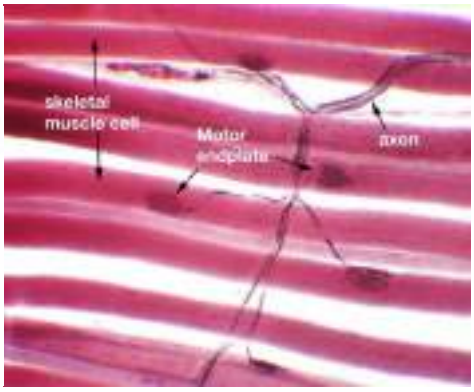


الوحدة الحركية:

إذا كانت الوحدة البنائية للعضلة هي الليف العضلي، فإن الوحدة الوظيفية هي الوحدة الحركية التي تتكون من الخلية العصبية و الالياف العصبية التي تغذيها هذه الخلية. والخلية العصبية (العصبون) يكون جسمها في الجهاز العصبي المركزي ويخرج منه محور وسطي طويل يسير مع مئات المحاور العصبية التي تدخل إلى العضلة، وبعد دخولها العضلة يتفرع المحور إلى تفرعات نهائية قد تصل الألفين حتى يصبح لكل ليف عضلي ليف عصبي يغذيه.

وينتهي الليف العصبي " بـ الصفيحة الحركية " التي تشبه القطب الكهربائي وهي تقوم بنقل التأثيرات العصبية من الليف العصبي إلى sarcoplasm الليف العضلي فيحدث الرجفان العضلي، وجميع الألياف العضلية تستجيب للتأثير العصبي كوحدة واحدة. وعندما ينقبض الليف العضلي فإنه ينقص من طوله بمعدل النصف أو الثلثين، وهذا يؤدي إلى حقيقة أن معدل الحركة يعتمد على طول الالياف العضلية، وأن القوة الناتجة تعتمد على عدد الوحدات الحركية التي استجابت للتأثير العصبي.





ارتباط العضلات الهيكلية:

إن جل العضلات الهيكلية ملتحمة بالعظام، إلا أن هذا الارتباط لا يتم بواسطة الالياف اللحمية نفسها، وإنما يتم بواسطة نهايات sarcolemma أو بواسطة خيوط متينة ليفية تتحد مع بعضها لتؤلف الوتر أو الصفاق (اللفافة)

وقد اصطلح على تسمية الارتباط القريب (الجذري) في الأطراف باسم " الاصل" origin والارتباط البعيد (الطرفي) باسم " المرتكز Insertion "، كما أن البعض يطلق على الإرتباط القريب باسم " النهاية الثابتة " وعلى الارتباط البعيد اسم " النهاية المتحركة." ويدعى الجزء اللحمي من العضلة بالبطن belly وتكون مناطق الاتصال لينة وغير مطاطة وقد تكون حبالاً تسمى

الاوتار Tendon . يحتوي الالياف العضلية على هيموغلوبين عضلي يسمى myoglobin وتحتوي الالياف العضلية الحمراء على كمية كبيره منه بينما البيضاء تحتوي كميات قليلة .

-2- عضلات ملساء

هي عضلات لا إرادية إذ إنها لا تخضع لسيطرة الإنسان، وتتواجد العضلات الملساء في جدران الأعضاء المجوفة الداخلية والأوعية الدموية والممرات التنفسية، وتعد حركة هذه العضلات مسؤولة عن بعض الأنشطة مثل دفع الطعام في المعدة. وعلى خلاف العضلات الهيكلية، فإن

العضلات الملساء ليس لها تخططات. وتحرك العضلات الملساء في جدران المعدة والأمعاء الغذاء داخل الجهاز الهضمي. وتتحكم العضلات الملساء أيض ا في توسيع الأوعية الدموية وفي حجم الممرات التنفسية. ففي كل هذه الحالات تنقبض العضلات الملساء وتسترخي تلقائيا أي أننا لا نتحكم فيها بإرادتنا. ولهذا كثي را ما يطلق عليها العضلات اللاإرادية. ولا يمكن للعضلات الملساء أن تنقبض بسرعة كما هو الحال في العضلات الهيكلية، ولكن يمكن للعضلات الملساء أن تنقبض كلية أكثر من العضلات الهيكلية، كما أنها لا تجهد بالسرعة نفسها. وبذلك تستطيع العضلات الملساء أن تسبب انقباضات إيقاعية قوية، ولفترات طويلة.

-3- عضلة القلب

هي عضلة لا إرادية تتواجد في جدران قلب الإنسان، وتعتبر هذه العضلة مسؤولة عن ضخ الدم عبر الجسم، كما أن عضلة القلب تُنتج نبضات كهربائية تؤدي إلى انقباضات القلب، إلا أنه هذه النبضات قد تتأثر بالهرمونات والمُنبهات من الجهاز العصبي مثل الزيادة في معدل النبضات.

وهي نوع من العضلات المخططة، وهي توجد فقط في القلب والأجزاء القريبة من الأبهر والأوردة الجوفاء ، وتنشأ العضلة القلبية من الميزودرم الحشوي. ويتم إمداده بالأعصاب وذلك بأفرع من الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي جارسمبثاوي. وتختلف العضلة القلبية عن العضلة الهيكلية في أنها تنقبض نظاميا وأيضا بقدرتها على الانقباض تلقائيا. وتتكون العضلة القلبية أو عضلة القلب من مجموعة من ألياف عضلية قلبية ، يظهر بها تخطيط عرضي ، ولكنه ليس بالوضوح نفسه الذي نراه في ألياف العضلات الهيكلية. وتتفرع هذه الألياف وتتشابك مع بعضها البعض

- وظائف الجهاز العضلي

يقوم الجهاز العضلي بعدة وظائف في الجسم وهي:

الحركة: هي الوظيفة الرئيسية للجهاز العضلي حيث إنه المسؤول عن جميع حركات جسم الإنسان، كالحركات الدقيقة مثل التكلم وتعابير الوجه، أو الحركات الكبيرة كالمشي والجري.

التنفس: عضلة الحجاب الحاجز هي المسؤولة عن عملية التنفس، إلا إنه عند الحاجة إلى التنفس بعمق يتطلب ذلك مُساعدة عضلات أخرى كعضلات البطن والظهر.

الهضم: تساعد العضلات في عملية الهضم، حيث ينتقل الطعام في الجهاز الهضمي بحركة تشبه الموجة عن طريق انقباض العضلات الملساء في جدران الأعضاء المجوفة واسترخائها، مما يؤدي إلى دفع الطعام عبر المريء إلى المعدة، وثم ترتخي العضلات العلوية في المعدة للسماح بدخول الطعام إليها، وتقوم العضلات السفلية على مزج الطعام بالإنزيمات وحمض المعدة، وبعد ذلك تنقبض العضلات حتى تَدفع الطعام خارج الجسم.

الرؤية: تساعد العضلات الهيكلية حول العين على الرؤية، والحفاظ على استقرار الصورة وتتبع الأشياء.

التبول: من مكونات الجهاز البولي الكليتين، والمثانة، والحالب، والتي تتكون من عضلات ملساء وهيكلية تعمل معاً على إطلاق البول أو حجزه في المثانة.

تنظيم درجة حرارة الجسم: عند انخفاض درجة حرارة الجسم تساهم العضلات بتنظيمها حيث تقوم

العضلات الموجودة بالأوعية الدموية بالانقباض لتحافظ على درجة حرارة الجسم ثم تنبسط العضلات مسببة زيادة في تدفق الدم مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم.

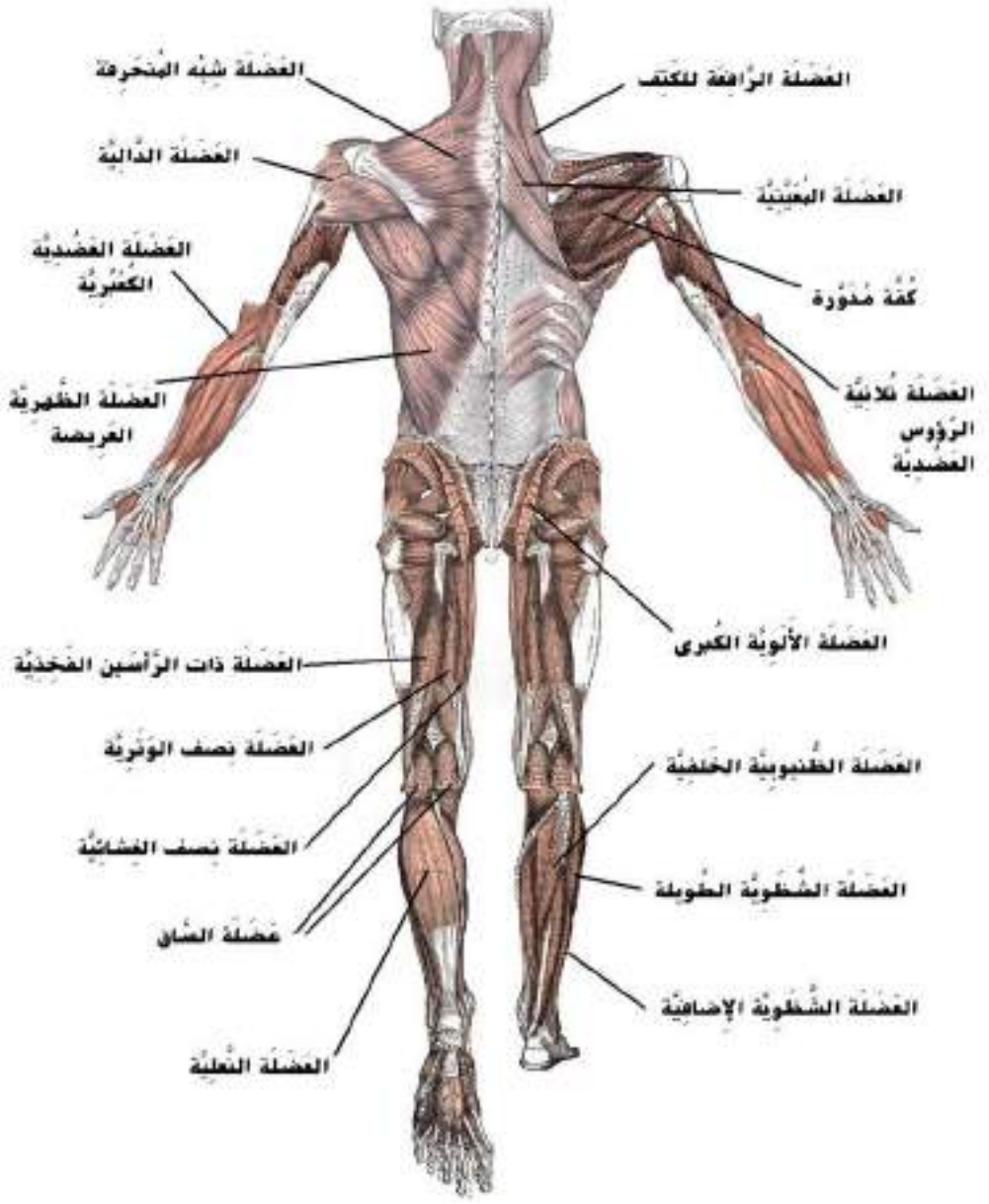
الحركة الدورانية: تساعد عضلة القلب والعضلات الملساء على تدفق الدم عبر جسم الإنسان.

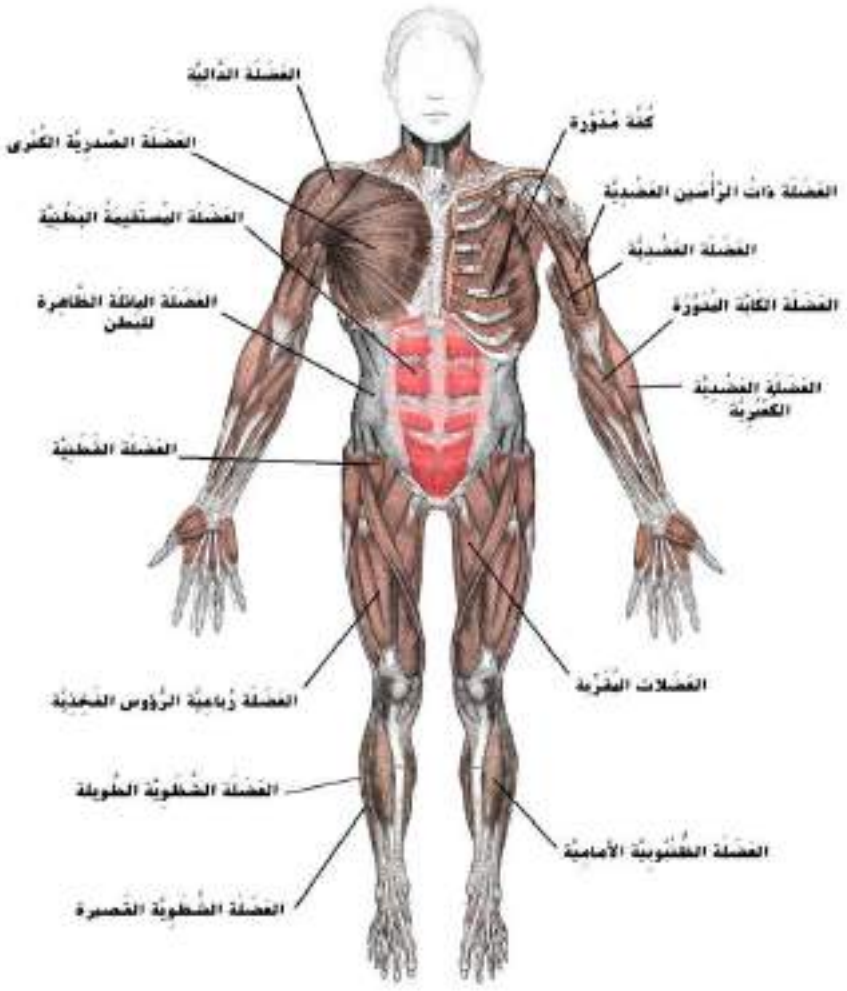
إمتصاص الصدمات: تساعد العضلات في حماية أعضاء الجسم الداخلية كما تساعد في حماية العظام والمحافظة عليها، وهناك بعض العضلات والتي تكون موجودة في المفاصل والتي يكون لها دور هام في تقليل الاحتكاك بين العظام في منطقة المفصل.

- آلية الانقباض العضلي:

عند مرور السيالة العصبية عن طريق المحور و وصولها إلى الصفيحة العصبية النهائية تحدث موجة زوال استقطاب نتيجة جهد الفعل يؤدي دخول ايونات الصوديوم إلى فتح قنوات الكالسيوم

ليدخل الكالسيوم المتحرر من الشبكة الساركوبلازمية ليقوم بتنشيط و تحريك خيوط الميوزين نحو الأكتين ، اذ ان الكالسيوم يعمل على التروبونين و يؤدي إلى كشف مواقع الارتباط مع الميوزين فتصبح هذه المواقع قابلة للتفاعل مما يؤدي إلى تشكيل الروابط المستعرضة و تحدث عملية انزلاق خيوط الأكتين على خيوط الميوسين بوجود الطاقة ATP (تم توضيح هذه العملية في الفيديو التعليمي)




العضلة الدالية
العضلة الصدرية الكبرى
العضلة المستقيمة البطنية
العضلة المائلة الظاهرة للبطن
العضلة الخطية
العضلة ذات الرأسين العضدية
كفة مدورة
العضلة العضدية
العضلة الكابة المدورة
العضلة العضدية الكعبرية
العضلات المقربة
العضلة ذات الرؤوس الفخذية
العضلة الشظوية الطويلة
العضلة الشظوية القصيرة
العضلة القصبية الأمامية

التشريح المقارن للعضلات

- **العضلات في دائرية الفم**

تتميز العضلات في اللامبري ببساطة التركيب اذ يتكون من قطع عضلية Myotomes مائلة ومتجهة للخلف وكل واحدة منها تكون قسيمة(قطعة) عضلية myomere ذات الشكل المتموج تندغم في حاجز من نسيج ضام يدعى الحاجز العضلي Myosepta . تسمى العضلات الهيكلية التي لها دور في الحركة بالعضلات المحورية Axial muscle

- **العضلات في الاسماك**

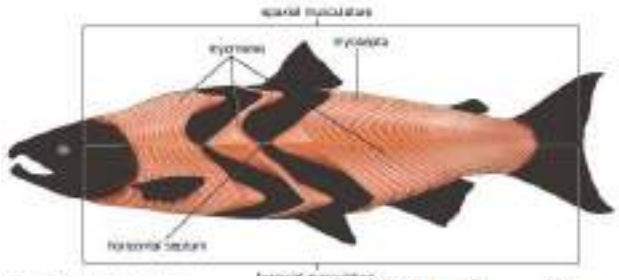
يتالف الهيكل العضلي المحوري من سلسلة من القطع العضلية اكثر تطورا من دائرية الفم تتميز بعضلاتها القوية وتمتد من الجمجمة الى الذيل وتقسم بحاجز جانبي مكون من نسيج ضام لتكون العضلات فوق المحورية Epaxial التي ترتبط بالعمود الفقري والعضلات تحت المحورية Hypaxial التي ترتبط بالحواجز العضلية او الاضلاع البطنية ان وجدت. تفصل العضلات بعضها عن بعض بواسطة نسيج ضام قوي يدعى Myocommata ، يفصل القسيمات العضلية في الجانبين الظهري والبطني شريط طولي بطني الموقع يدعى الخط الابيض Linea alba .

تتعرج القطع العضلية الى الاسفل على جانبي الجذع بينما تتجه الالياف طولياً دائماً . وتتشكل العضلات فوق المحورية المتعاقبة حزمتين طوليتين ظهريتين كبيرتين تمتدان من مؤخرة الجمجمة الى الذنب وتنقسم العضلات تحت المحورية اسفل الحاجز الجانبي الى حزم طولية جانبية وبطنية .

توجد عضلتان تكادان ان تتميزا هما العضلتان المستقيمتان البطنيتان Rectus abdominis على جانبي الخط الابيض في بعض الاسماك الغضروفية . يتميز الهيكل العضلي الخيشومي الى :

- سلسلة معقدة من عضلات عاصرة تضغط على المرىء لتطرد الماء خارجاً وتغلق الفتحات الخيشومية والفم .
- سلسلة من العضلات الرافعة التي ترفع الفك والاقواس الخيشومية
- العضلات بين القوسية Interarcual muscles التي تسحب الاقواس الخيشومية المتجاورة معاً وتوسع البلعوم .

تمتد اجزاء من العضلات فوق وتحت المحورية الى الزعانف للعمل على تحريكها في الاتجاهات المختلفة.



- **البرمائيات :**

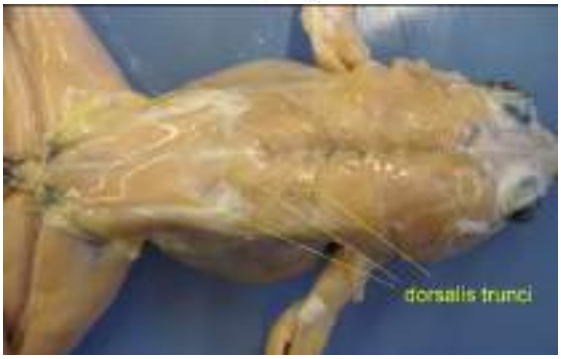
بقي الترتيب التعقيلي للقطع العضلية فوق المحورية دون تغيير نسبياً ، وتسمى عضلات الجذع فوق المحورية بالجذعية الظهرية dorsalis – trunci وهي اقل ضخامة مما هي في الاسماك ، كما انها اكبر في الذنبيات منها القافزات .

تتألف العضلات الجذعية الظهرية من الياف من جميع القطع العضلية وتتصل الياقها بالنتوءات المستعرضة للفقرات وبالنتوءات الشوكية المجاورة .

في القافزات تمتد العضلة الظهرية الولية Longissmus dorsi التي تتخذ موقعاً سطحياً بالنسبة الى الجذعية الظهرية من الجمجمة

تؤلف العضلات تحت المحورية اربع طبقات مسطحة . توجد العضلة المائلة الخارجية External oblique muscle الى الخارج وتحت الجلد اذ تمتد الياقها بالاتجاه الذنبي البطني تليها العضلة المائلة الداخلية internal oblique muscle التي تتجه الياقها بصورة مائلة بالاتجاه البطني الظهري . اما في الداخل فهناك العضلة المستعرضة Transversalis التي تمتد الياقها بصورة مستعرضة . وتمتد العضلتان المستقيمتان على جانبي الخط الابيض من القص الى العانة .مع نمو البلعوم المسدود لاتعود العضلات الخيشومية مشابهة لتلك التي للاسماك .

لأطراف البرمائيات عضلات داخلية المنشأ متخصصة لتحرك جزء معين من الطرف مثل العضد والساعد . اما العضلات خارجية المنشأ فتربط الطرف بالجذع وتحرك بكامله وليس أي جزء منه .

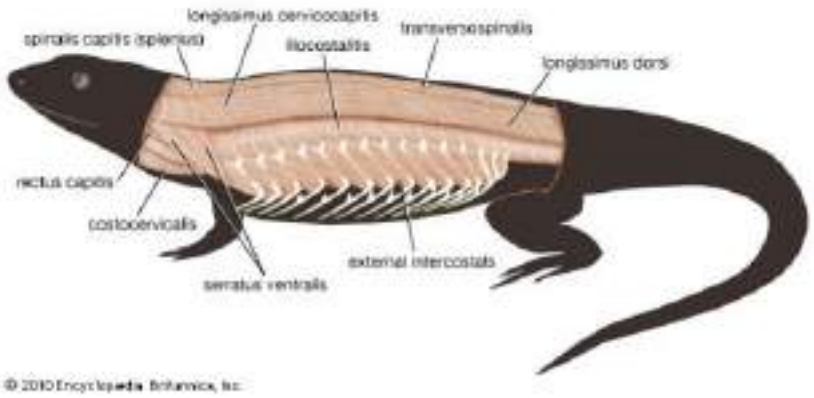


- **العضلات في الزواحف**

ينعدم الخط الجانبي في الزواحف وتكون العضلات فوق المحورية في موقع ظهري بالنسبة الى البروزات المستعرضة للفقرات، بينما تاخذ العضلات تحت المحورية موقعا بطنياً . وتكون العضلات فوق المحورية مقسمة الى حزم طويلة ذات اطوال مختلفة وتوجد بثلاثة انواع:

1- الشوكية Spinalis تقع قرب القوس العصبي وتمر عبر الفقرات لتربط اشواك عصبية باشواك عصبية للعضلات الامامية كامتدادات وسطية .
2- الطويلة Longissimus وتقع على البروزات المستعرضة للفقرات وتقوم بربط حزام الحوض والاضلاع والعمود الفقري. سميت بهذا الاسم لانها تضم اطول الحزم فوق المحورية
3- الحرقفية العضلية Iliocostalis . تنشأ فوق الحرقفة، وتمر الحزم اماما لتنغرز فوق النهايات الظهرية للاضلاع .وتربط الأضلاع بمنطقة الخاصرة.

تساعد العضلات المحورية في حركة الراس واستدارته وفي حركة الاضلاع . بينما تحت المحورية توجد بين الاضلاع وتستخدم في الحركات التنفسية وفي عضلات الجدار الجسمي وتحت الفقرات.



- **العضلات في الطيور**

العضلات فوق المحورية ضعيفة التكوين حيث تكون الظهرية ضامرة وذلك لانعدام حركة الجذع وتتضح معالم العضلات فوق المحورية في المنطقة العنقية .

تكون عضلات العنق والجناحين والذيل والارجل والادمة جيدة التكوين. وتستخدم العضلات في الطيور عادة للطيران وتسمى هذه العضلات بعضلات الطيران flight muscles مثل العضلات الصدرية الكبيرة pectorialis major الغنية بالشعيرات الدموية ولذلك هي اقوى عضلات

الطيران قوة وهذه تتمركز عند القص الجؤجؤي اذ يؤدي تقلصها الى انسحاب الجناح الى الاسفل والامام وبالتالي يرتفع الطير، والعضلات الصدرية الصغرى pectorialis minor التي تؤدي الى رفع وخفض الجناح اثناء الطيران. وهناك عضلات ادمية تقوم بتحريك الريشة.

العضلات الهيكلية في الدواجن تحتوي على ثلاثة أنواع من الألياف العضلية: الألياف الحمراء Red fibers، الألياف البيضاء White fibers، الألياف الوسطية Intermediate fibers. الألياف العضلية الحمراء هي النوع السائد في اللحم الغامق اللون Dark meat، وهذه الألياف تحتوي على كميات كبيرة من الميوجلوبين Myoglobin والحديد ومركبات حاملة للأوكسجين شبيهة بالهيموجلوبين. الألياف البيضاء هي المكونة للحم الأبيض أو الشاحب White or Pale meat وهي تحتوي على كميات أقل من الميوجلوبين. أما الألياف العضلية الوسطية هي خليط من صفات الألياف العضلية البيضاء والحمراء.

الألياف العضلية الحمراء هو الشكل السائد والتي تُستعمل باستمرار، حيث تستقبل كميات أكبر من الدم وتحتوي على كميات أكبر من الدهون والميوجلوبين مقارنة بالألياف البيضاء الغنية بالجليكوجين والمركبات الغنية بالسكر والتي سرعان ما تتكسر تحت الظروف اللاهوائية. والألياف

ان اكبر عضلة في الطير هي الصدرية الكبيرة pectoralis major ، اذ يعادل وزنها خمس مجموع الوزن العام للجسم تقريباً . وهي العضلة الرئيسية للطيران وهي التي تخفض الجناح . وتقع تحتها العضلة الصدرية الصغرى Pectoralis minor وتنشأ على القص ووظيفتها رفع الجناح .

وتثبت عضلات الكتف لوح الكيف وتدور وتبعد وتقرب عظم العضد . اما عضلات الذراع الخاصة فتمد وتطوي الجناح وتغيّر موضعه اثناء الطيران . وتساعد العضلة الثلاثية الرأس في مؤخرة العضد على جعل الجناح ممتداً اثناء الطيران . وتكفي العضلة العضدية ثنائية الرأس Biceps brachii الصغيرة لثني الجناح عند المرفق .

تمد العضلة الكعبرية الرسغية الباطسطة الكبيرة Extensor carpi radialis والعضلة الزندية الرسغية الباسطة extensor carpi ulnaris الجناح عند الرسغ ، بينما تطوي العضلة الزندية الرسغية المثنية Flexor carpi ulnaris الجناح .

وتوجد مجموعة من العضلات تنظم دوران الكعبرة ، كما تقوم عضلات اخرى بالسيطرةعلى حركة الاصابع .

ان عضلات المشي الرئيسية هي مجموعة العضلات السابحة Rctractor وتقع خلف مفصل الورك وتعمل على سحب عظم الفخذ الى الخلف . وتعنى العضلات الثقيلة الكائنة على الساق بحركة الاصابع .

الحمراء تنشط تحت الظروف الهوائية مُستخدمة الطاقة والتي تُزيد من فترة نشاطها. وفي الطيور التي تستخدم الجناحين في عملية الطيران بشكل مُستمر مثل الحمام نجد أن عضلاتها غنية بالألياف الحمراء مقارنة بتلك الطيور قليلة استخدام الجناحين في الطيران مثل الدجاج، كما وجد أن عضلات الصدر Pectoralis muscles في الحمام تحتوي على ميوجلوبين أكثر بحوالي 40 مرة عن ما هو عليه في عضلات صدر الدجاج.