وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

3000

محاضرات مادة الفسلجة

المرحلة الثالثة لكلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

اعداد الدكتور
نشوان ابراهيم النعيمي

للعام الدراسي

2027/2026

تطلب من مكتب كشكول - موصل المجموعة الثقافية مقابل بلب رئاسةالجامعة

الكشكول

Al Kshkool

للإستنساخ



محاضرات جامعية

تجليد فني

سحب pdf

ريزو

استنساخ ملون





* كبس هويات
* ملازم دراسية
* سبايرول
* طباعة
* طباعة وسحب البحوث والاطاريح

0771 330 9033

موصل ـ المجموعة الثقافية ـ مقابل باب رئاسة الجامعة

kashkool.office@gmail.com

محاضرات مادة الفسلجة للمرحلة الثالثة
للعام الدراسي 2023- 2024
Dr. Nashwan Ibrahim Abdullah

الفصل الاول

علم الفسلجة Physiology

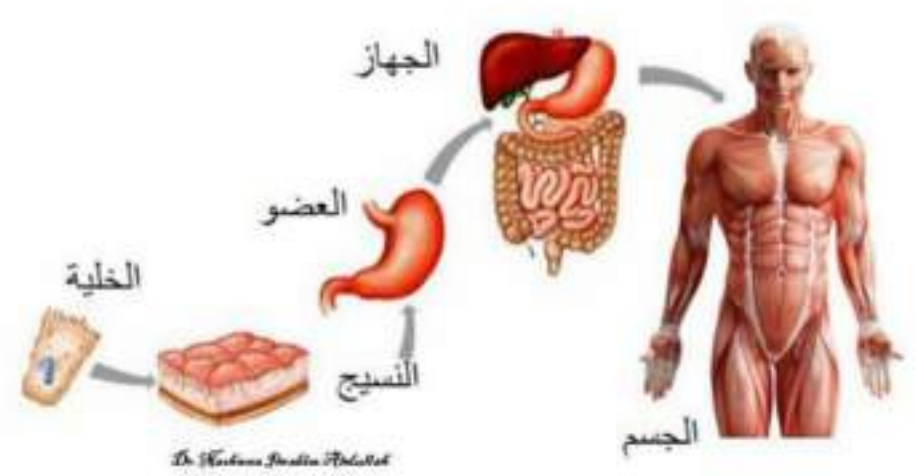
هو العلم الذي يهتم بدراسة وظائف الأعضاء الطبيعية في جسم الكائن الحي أو هو العلم الذي يبحث في تحليل الفعاليات الوظيفية للأعضاء المختلفة في جسم الكائن الحي. او هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة مثل عمل جهاز الدوران والجهاز التنفسي والجهاز العضلي والجهاز الغدي الصماوي (الغدد الصم والهورمونات) وغيرها من اجهزة الجسم الاخرى.

التنظيم العضوي لجسم الإنسان Organic organization of the human body

يحتوي جسم الإنسان على بلايين الخلايا وهي عديدة الأنواع ولعل اهم نوع من هذه الخلايا ما نطلق عليه بخلايا الأنسجة التي تكون ما نسميه بالنسيج. والنسيج **(Tissue)** هو مجموعة من الخلايا المتشابهة في التركيب والوظيفة والمنشأ (أي إنها تنشأ من نفس الطبقة الجرثومية في الجنين). وهناك أربعة أنواع رئيسية من الأنسجة في جسم الإنسان هي الأنسجة الطلائية والضامة والعضلية والعصبية. إن ارتباط نسيجين أو أكثر مع بعضهما يؤدي إلى تكوين ما يدعى بالعضو **(Organ)**. وإن مجموع هذه الأعضاء يكون الجهاز **(System)** ، وإن مجموع هذه الأجهزة تشكل جسم الإنسان وخلاصة القول أن جسم الإنسان يتكون من مجموعة من الأجهزة المعقدة وان كل جهاز من هذه الأجهزة يتألف من عدة أعضاء وان كل عضو يتألف من عدة أنسجة وان كل نسيج يتألف من عدة خلايا وكما موضح في المخطط والشكل الآتي :-

خلية ← نسيج (يتكون من مجموعة من الخلايا) ← عضو (يتكون من مجموعة من الأنسجة)

← جهاز (يتكون من مجموعة أعضاء) ← الجسم ككل (مجموع الأجهزة في الجسم).



الشكل (1) يوضح التنظيم العضوي لجسم الإنسان

أهمية علم الفسلجة في المجال الرياضي

تعد دراسة علم الفسلجة في المجال الرياضي أو التدريب الرياضي من العلوم الأساسية والمهمة للعاملين في حقل التربية الرياضية والتدريب الرياضي ، لذا فأن علم فسيولوجيا التدريب الرياضي يهتم بدراسة التغيرات الفسيولوجية التي تحدث نتيجة جرعة تمرين أو جهد بدني واحد أو وحدة تدريبية واحدة أو دورة تدريبية صغيرة أو متوسطة أو كبيرة بهدف التعرف على الاستجابات والتكيفات الوظيفية لأجهزة واعضاء الجسم المختلفة كالجهاز العصبي والجهاز العضلي والجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي وغيرها لجرعة التمرين أو الجهد البدني الواحد أو الوحدة التدريبية الواحدة أو الدورات التدريبية الصغيرة أو المتوسطة أو الكبيرة. ويعرف علم فسيولوجيا التدريب الرياضي ايضا بأنه العلم الذي يعطي وصفاً وتفسيراً للمؤشرات الفسيولوجية الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة أو تكرار التدريب لعدة مرات بهدف تحسين استجابات وتكيفات اجهزة وأعضاء الجسم المختلفة. ويطلق اصطلاح (الاستجابة) على ردود أفعال الأجهزة الوظيفية للتدريب أو ممارسة أي نشاط بدني لمرة واحدة ، اي هي تغيرات مفاجئة مؤقتة تحدث في وظائف وأعضاء الجسم نتيجة للجهد البدني الممارس لمرة واحدة وأن هذه التغيرات تختفي وتزول بزوال الجهد كزيادة معدل ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم وخصوصاً ضغط الدم الانقباضي وزيادة معدل أو عدد مرات التنفس وتراكيز الهورمونات وغيرها من التغيرات الاخرى. في حين يطلق اصطلاح ((التكيف)) على التغيرات الفسيولوجية التي تحدث في الأجهزة الوظيفية نتيجة اداء النشاط البدني والتدريب الرياضي بشكل منتظم ومقنن على الاسس العلمية لفسيولوجيا التمرينات البدنية لفترات زمنية معينة ولمرات عديدة ، وتبقى وتستمر هذه التغيرات الفسيولوجية بالتطور إلى أن تصبح حالة تكيف لهذه الأجهزة على الحالة الوظيفية الجديدة . وتشمل هذه التغيرات الفسيولوجية كل من التغيرات الوظيفية والبنائية كالتضخم العضلي وانخفاض معدل أو عدد ضربات القلب في وقت الراحة وزيادة حجم الضربة القلبية وزيادة الناتج القلبي وبالتالي الى زيادة قدرة القلب على ضخ أكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة أثناء الجهد البدني مع الاقتصاد في صرف الطاقة ، فضلاً عن التكيفات في الجهاز التنفسي والجهاز العصبي وغيرها من اجهزة الجسم الأخرى.

وتتلخص أهمية علم الفسلجة في المجال الرياضي بما يأتي:

1- تقنين الحمل التدريبي

إن معرفة الاستجابات والتكيفات الوظيفية لأجهزة الجسم المختلفة للأنواع المختلفة من الجهد البدني وللطرائق التدريبية المختلفة في ظروف بيئية متنوعة تمكننا من توظيف هذه المعرفة في تقنين أحمال التدريب المختلفة التي تؤدي الى إحداث التأثيرات الفسيولوجية لجسم الرياضي وبالتالي الى تحسين استجاباته وتكيف أجهزته بما يتلاءم وقدراته الوظيفية وحسب خصوصية الفعالية الرياضية التي يمارسها.

2- تقييم وتقويم العملية التدريبية

يمكن الاستفادة من **المؤشرات الوظيفية الميدانية** كقياس معدل سرعة النبض ومعدل التنفس وكذلك **القياسات المختبرية** كقياس مكونات الدم ومتغيرات الجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي وغيرها في تقييم مكونات الحمل التدريبي والحالة التدريبية للرياضي والتي يمكن على أساسها تقويم البرنامج التدريبي المعد بالشكل الذي يضمن استفادة الرياضي القصوى من الجرعات التدريبية التي يشتمل عليها البرنامج التدريبي المعد.

3- الانتقاء الرياضي

إن معرفة الكفاءة الوظيفية لأجهزة الجسم المختلفة من خلال الاختبارات والقياسات الوظيفية تمكننا من التوجيه الأمثل للفرد لممارسة الفعالية الرياضية المناسبة والملائمة لخصائص أجهزته الوظيفية وبالتالي الاقتصاد في الوقت والجهد اللذان يصرفان في إعداد هذا الرياضي.

4- الوقاية من الإصابات

إن تحسين الحالة الصحية للرياضي هي واحدة من الأهداف المهمة للتدريب الرياضي، لذلك يكون للتقنين الصحيح للحمل التدريبي وفق الأسس الوظيفية والتقييم المستمر له الأثر الايجابي الكبير في وقاية الرياضي من الإصابات التي قد تنجم عن عدم اعتماد الأسس الفسيولوجية في تخطيط وإعداد البرامج التدريبية المناسبة لقدرات وإمكانيات الرياضي الوظيفية. كذلك يؤدي إلمام المعنيين بالعملية التدريبية أو الكادر التدريبي بالآليات الوظيفية كآلية التشتيت الحراري وأهمية تعويض الماء والأملاح والمعادن التي يفقدها الرياضي بعملية التعرق في أثناء التدريب أو المنافسة في الجو الحار إلى وقاية الرياضي من الإصابة بالأمراض الحرارية.

5- الاختبارات والمقاييس

تعد الاختبارات والمقاييس الفسيولوجية من أهم العوامل التي يجب أن تصاحب المنهج التدريبي وذلك للتأكد من مدى ملائمة حمل التدريب لمستوى الرياضي ومن ثم يمكن رفع أو خفض حمل التدريب على وفق هذه الاختبارات والمقاييس ، وكذلك تساعد الاختبارات والمقاييس الفسيولوجية في الكشف عن أية خلل في الحالة الصحية ومن ثم معالجة ذلك بشكل مبكر قبل أن تتفاقم لدى الرياضي وتؤدي إلى عدم مشاركته في التدريب أو المنافسة وحتى إلى خسارة الرياضي كالذي نلاحظه في الوقت الحاضر من حالات الموت المفاجئ التي تحدث للرياضيين في الملاعب الرياضية.

فسلجة الخلية Cell physiology

تشكل الخلية الوحدة المظهرية والتركيبية للجسم ، وتعرف بأنها اصغر وابسط وحدة منظمة في الجسم وتختلف الخلايا عن بعضها البعض بصورة كبيرة من حيث الشكل والتركيب والوظيفة ، فخلايا الدم الحمر مثلا تكون قرصية الشكل بينما تكون خلايا الدم البيض كروية الشكل وتكون الخلايا العصبية ذات أشكال مختلفة منها النجمية او العنكبوتية أو الهرمية الشكل، وقد يكون شكل الخلية اسطوانيا أو مسطحا وقد تكون الخلية بسيطة التركيب أو معقدة التركيب. وتكون الخلايا على الأغلب صغيرة. وتتألف الخلية من السايتوبلازم الذي يحاط بغشاء الخلية ومن النواة التي تحاط بالغشاء النووي ، ويحتوي سايتوبلازم معظم أنواع الخلايا على عددا من التراكيب الصغيرة التي تدعى عضيات الخلية ، وان هذه التراكيب تكون مغطاة بأغشية تتكون بشكل رئيس من الدهون والبروتينات.

غشاء الخلية Cell membrane

يتراوح سمك غشاء الخلية ما بين (7.5 – 10) نانوميتر ويتألف من طبقتين هما طبقة خارجية وأخرى داخلية ، تقابل الطبقة الداخلية السايتوبلازم أما الطبقة الخارجية فتقابل الوسط المائي الذي يغمر الخلية. ويحتوي غشاء الخلية على الدهون والبروتينات والكاربوهيدرات. وتكون الدهون الرئيسة الموجودة في الغشاء هي الدهون المفسفرة أو الفسفورية ، أما بالنسبة للبروتينات فهنالك نوعين من البروتينات وهما :- **البروتينات التكاملية** التي تمتد عبر الغشاء و**البروتينات المحيطية** التي تقع على سطح الغشاء. إن وجود البروتينات في غشاء الخلية يجعله ذو نضوحية اختيارية أي يسمح بمرور بعض الجزيئات من خلاله ويمنع مرور جزيئات أخرى , كما يحتوي الغشاء على الكاربوهيدرات التي تكون مرتبطة مع البروتينات لتكوين الكلايكوبروتينات و مع الدهون لتكوين الكلايكوليبيدات (الدهون السكرية)

ويدعى الغطاء الكاربوهيدراتي الموجود على السطح الخارجي للخلية باسم الكأس الكاربوهيدراتي. ويكون للبروتينات والكاربوهيدرات الموجودة في غشاء الخلية وظائف عديدة.

السايتوبلازم Cytoplasm

هو مادة سائلة غير متجانسة مكونة غالبا للخلية حيث يكون القسم الأعظم من الخلية وينجز معظم عملها ويختلف تركيبه بين الخلايا ذات الوظيفة المتخصصة المختلفة ويحتوي السايتوبلازم على عدد من العضيات أو التراكيب الدقيقة ذات التركيب المنظم والمعقد والتي تلعب دورا حيويا في فعالية الخلية.

عضيات الخلية Cell organelles

يحتوي سايتوبلازم الخلية على تراكيب دقيقة تدعى عضيات الخلية (انظر الشكل (2) وفي ما يأتي وصف لعدد من هذه العضيات :

أولا :- الشبكة الاندوبلازمية

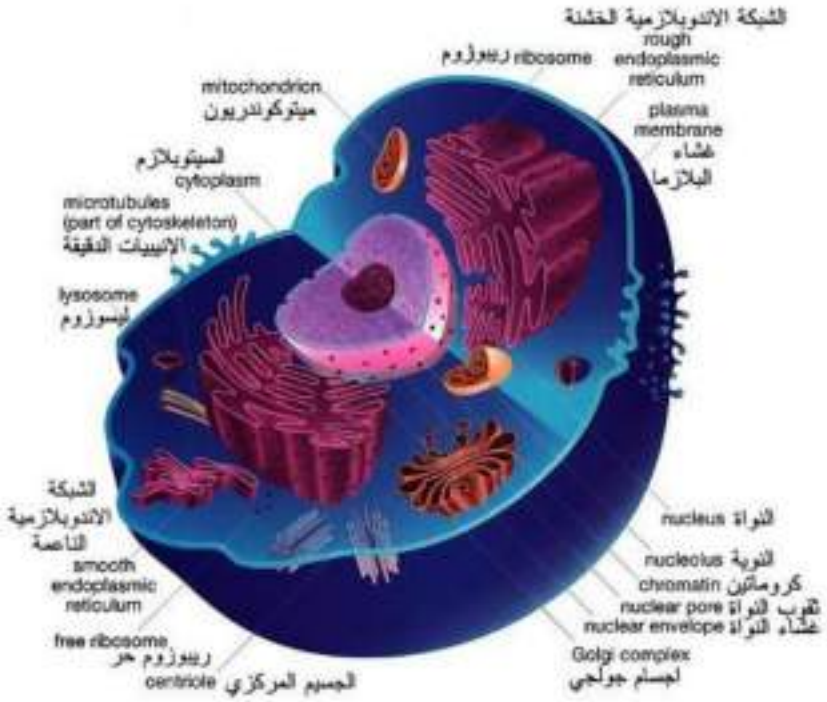
وهي شبكة من الأنابيب الصغيرة والحويصلات المنتشرة في كل مكان من السايتوبلازم وهي على نوعين :-

1- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة (الحبيبية)

يحتوي السطح الخارجي لهذا النوع على الرايبوسومات ووظائفها هي :-

1- صنع البروتينات لاحتوائها على الرايبوسومات .

2- اعطاء الخلية بعض أشكال الدعم الميكانيكي نتيجة لخشونة سطحها.



الشكل (2) يوضح تركيب وعضيات الخلية

2- الشبكة الاندوبلازمية الملساء (اللاحبيبية)

تكون هذه الشبكة خالية من الرايبوسومات واهم وظائفها:-

1- تعد موقعا لصنع الستيرويدات في الخلايا الفارزة للستيرويدات.

2- تسهم في إزالة سمية العديد من العقاقير والمواد السامة في خلايا الكبد لاحتوائها على الإنزيمات.

3- تكوين وخزن الكلايكوجين في خلايا الكبد.

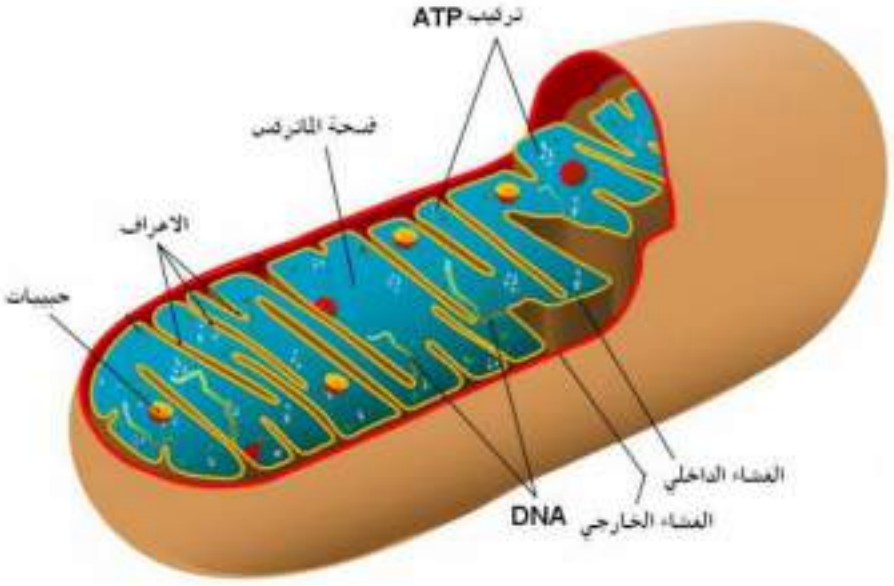
4- يكون لها دور في الاقران التقلصي – التهيجي في تقلص العضلة.

ثانيا :- المايتوكوندريا (بيوت الطاقة)

وهي أجسام كروية او بيضوية أو عصوية الشكل ، وتتكون المايتوكوندريا من غشاء داخلي وآخر خارجي، يحتوي الغشاء الداخلي على طيات تدعى الأعراف وتدعى الفسحة الموجودة داخل الغشاء الداخلي بفسحة الماتركس، تحتوي هذه الفسحة على الإنزيمات اللازمة لتحويل نواتج الايض (التمثيل الغذائي) الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون إلى ثنائي اوكسيد الكاربون **(C(O2))** والماء **(H2O)** من خلال دورة كريبس **(Kreb's Cycle)**. ويتم في هذه العملية صنع ثلاثي فوسفات الاديتوسين **(ATP)** بعملية تدعى بالفسفرة التأكسدية. وظائفها:

1- انتاج الطاقة المتمثلة بثلاثي فوسفات الاديتوسين **(ATP)**.

2- للمايتوكوندريا القابلية على التناسخ والاستنساخ متى ما دعت الحاجة إلى ثلاثي فوسفات الاديتوسين **(ATP)** وذلك لاحتوائها على**(DNA)** الذي يماثل ذلك **(DNA)** الموجود في النواة. والشكل (3) يوضح تركيب المايتوكوندريا.



الشكل (3) يوضح المايتوكوندريا

ثالثا: - جهاز كولجي

هو تجمع لأكياس محاطة بغشاء تقع عادة قرب نواة الخلية وظيفته يسهم في جمع و رزم وتوزيع الجزيئات المصنوعة في الخلية إما إلى داخل الخلية بشكل جسيمات حالة أو إلى خارج الخلية بشكل حبيبات إفرازية.

رابعا:- الجسيمات الحالة (اللايسوسومات)

وهي أجسام بيضوية واهم وظائفها :-

1- تجزئة البروتينات والحوامض النووية والدهون والكاربوهيدرات لاحتوائها على الإنزيمات .

2- تجزئة المواد التالفة في الخلية.

3- هضم الفجوات المحاطة بأغشية والتي تم التهامها من قبل الخلية بعملية الإدخال الخلوي.

4- تقوم بتحليل بقايا الخلية عند موتها.

خامسا : - المريكزات

يوجد في سايتوبلازم معظم الخلايا تركيب يعرف بالجسم المركزي **(Centrosome)** يقع قرب مركز الخلية. وظيفته يعمل كل مريكز كنقطة تثبيت لألياف المغزل المتصلة بالكروموسومات في أثناء انقسام الخلية.

البروتوبلازم Protoplasm

هي المادة الأساسية لبناء الخلية واهم وظائفه هي :-

1- القيام بكل الفعاليات الحيوية للخلية كاستلام المنبهات للتغيرات التي تحدث في البيئة الخارجية.

2- له القابلية على التقلص من تأثير المنبه وهي في اعلى درجات تطورها في الجهاز العضلي وكذلك في الجهاز العصبي.

3- له القابلية على النمو وإعادة بناء الأنسجة.

4- إنتاج مختلف الإنزيمات والهورمونات.

5- إجراء عملية التمثيل الغذائي (الايض) والذي ينتج عنه تحرير الطاقة والحرارة من الغذاء في الأنسجة الجسمية.

النواة Nucleus

وهي كتلة كروية او بيضوية الشكل محاطة بغشاء يسمى الغشاء النووي. وتختلف النوى في الشكل والحجم ، وتمتلك جميع الخلايا ما عدا خلايا الدم الحمراء والصفائح الدموية على النواة. واهم وظائفها هي:

1- السيطرة على التفاعلات الكيمياوية في الخلية وعلى تكاثر الخلية.

2- تعد موقعا لإنتاج الرايبوسومات لاحتوائها على النوية.

3- التناسخ والاستنساخ لاحتواء النواة على**(DNA)**.

تكاثر الخلية Cell proliferation

تتضاعف في عمر الجنين بعد الولادة بعدة سنوات كل خلايا الأنسجة , وتنحصر في بعض خلايا أنسجة الدم والغشاء الرابط والغشاء الظهاري والعظام وخلايا الكبد والبشرة , في حين تفقد خلايا الجهاز العضلي والعصبي خاصية الانقسام أو التكاثر أو التضاعف لأغراض الإعادة والتعويض عند تخصصها , فعند إصابة خلايا إحدى هذين النسيجين يتلف يحل محل الخلايا المصابة نسيج ليفي رابط ليس له القابلية على التقلص كما في الليف العضلي وكذلك الحال بالنسبة لخلايا الجهاز العصبي إذ لا يتم تعويض النسيج العصبي عند تعرضه لأي ضرر.

الفصل الثاني

الطاقة Energy

تعرف الطاقة بأنها القابلية على انجاز شغل. وهناك عدة أنواع من الطاقة كالطاقة الكيميائية والميكانيكية والحرارية والضوئية والكهربائية والذرية. وهذه الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن تتحول من شكل إلى آخر. ومن المفيد الإشارة إلى أن الطاقة التي تستخدمها الألياف العضلية هي من النوع الكيمياوي أي أن الطاقة المخزونة في جزيئات كيميائية كطاقة كامنة يمكن أن تتحول إلى طاقة حركية داخل الخلية العضلية. وتدعى الجزيئات الكيميائية التي تستخدمها الخلايا العضلية بالأدينوسين ثلاثي الفوسفات **(ATP)** التي تحتوي على ثلاث مجموعات من الفوسفات وعند انفصال احدهما عن الجزيئة بواسطة إنزيم الأدينوسين ثلاثي الفوسفات**(ATPase)** تتحرر طاقة كيميائية تقدر بـ **(7,6 سعرة /مول ATP)** ، وتستخدم اللويفات البروتينية الموجودة داخل الليف العضلي هذه الطاقة لإحداث التقلص العضلي. لذا يعرف الأدينوسين ثلاثي الفوسفات **(ATP)** على أنه مركب كيمياتي غني بالطاقة يوجد داخل خلايا الجسم. وهو مصدر الطاقة للتفاعلات التي تحدث في الجسم مثلما يحدث في تقلص العضلات الذي يؤدي إلى الحركة.

وحدة قياس الطاقة Energy measurement unit

إن وحدة الطاقة المستخدمة عادة في الفسلجة هي الكيلو سعرة **(Kcal) (Kilocalorie)** وتعني كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة منوية واحة من **(15)** إلى **(16)** درجة منوية وتعرف السعرة الصغيرة بأنها كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة منوية واحدة. ومن المعتاد ان تكون القيم الحرارية الفسلجية للمواد الغذائية كما يأتي :-

- **الكاربوهيدرات : (4) كيلو سعرة /غم من الكاربوهيدرات.**
- **البروتينات : (4) كيلو سعرة /غم من البروتينات.**
- **الدهون : (9) كيلو سعرة /غم من الدهون.**

الدورة البايولوجية للطاقة Biological cycle of energy

إن الطاقة في الكون تنشأ من الشمس وتدعى بالطاقة الشمسية وتقوم صبغة الكلوروفيل الموجودة في النباتات الخضراء بامتصاص الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كيمياوية كامنة في الكاربوهيدرات من خلال عملية التركيب (البناء) الضوئي وتتضمن هذه العملية إنتاج الكلوكوز من ثنائي اوكسيد الكاربون **(C(O2))** والماء وتحرير الأوكسجين . ويمكن أن تتحول الكاربوهيدرات في داخل النبات إلى دهون وبروتينات بينما لا تتمكن الكائنات الحية الأخرى وبضمنها الإنسان من بناء المواد الغذائية بل عليها الاعتماد على النباتات وبقية الحيوانات للحصول على موادها الغذائية . ويتمكن الانسان من الحصول على مواده الغذائية من الاغذية النباتية والحيوانية التي تحوي جزيئاتها على طاقة كيمياوية كامنة. وبوجود الأوكسجين يقوم الإنسان بتجزئة المواد الغذائية للحصول على الطاقة الكيمياوية من خلال عملية التنفس، وإن الهدف الرئيس من التنفس هو الحصول على الطاقة التي يحتاجها الجسم لإنجاز العديد من العمليات الحيوية كالتقلص العضلي وعمل أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة والنمو وإدامته وانتقال المواد عبر الأغشية الخلوية. الشكل (4) يوضح الدورة البايولوجية للطاقة.



الشكل (4) يوضح الدورة البايولوجية للطاقة

أنظمة إنتاج الطاقة Energy production systems

هناك ثلاث أنظمة لإنتاج الطاقة في الجسم ,اثنين من هذه الأنظمة الثلاثة تجهز الجسم بالطاقة من دون الحاجة إلى وجود الأوكسجين ويصطلح عليها بنظامي إنتاج الطاقة اللاهوائي وهي كما يأتي:

1- نظام إنتاج الطاقة الفوسفاجيني **(ATP-PC).**

2- نظام تحلل الكلايكوجين اللاهوائي **(AL).**

في حين يتطلب نظام إنتاج الطاقة الثالث إلى وجود الأوكسجين ويصطلح عليه بنظام إنتاج الطاقة الهوائي . إن مصدر الطاقة لوظائف كل الخلايا تتأتى من العمليات الايضية لمختلف المواد الأساسية المخزونة في العضلات مثل الكلايكوجين أو المواد المخزونة في مواقع أخرى في الجسم مثل الأنسجة الدهنية والكبد. وتعد شدة الجهد البدني أو التمرين ومدة دوامه من العوامل التي يتم من خلالها تحديد نوع نظام الطاقة العامل أو المسيطر ونوع نظام الطاقة المساند.

وفيما يأتي توضيح لأنظمة إنتاج الطاقة:

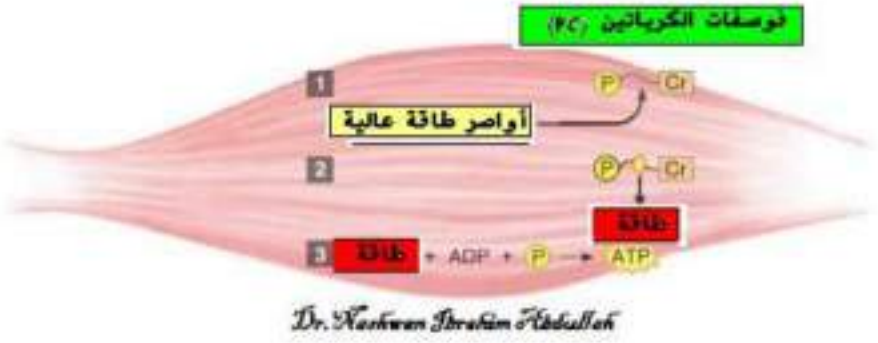
أولا:- النظام الفوسفاجيني (ATP-PC)

هو نظام انتاج الطاقة الآني أو المباشر وذلك لأن مركبات **(ATP-PC)** تكون مخزونة في العضلة وهي متاحة للاستخدام المباشر أو الآني من قبل العضلة ومن قبل أي خلية في الجسم , ويتم تحرير الطاقة في هذا النظام من خلال تجزئة الـ **(ATP)** إلى الادينوسين ثنائي الفوسفات **(ADP)** و جزيء واحد من الفوسفات غير العضوي **(Pi)** غير الغني بالطاقة , ويتحرر نتيجة تحلل الـ **(ATP)** طاقة تقدر ب (7,3) كيلو سعرة لكل مول من **(ATP)**. والشكل (5) يوضح تجزئة **(ATP)** لإنتاج الطاقة.



الشكل (5) يوضح تجزئة (ATP) لإنتاج الطاقة

وعندما تتحرر مجموعة فوسفات اخرى من الـ **(ADP)** فان طاقة اضافية اخرى سوف تتحرر, وتدعى الجزيئة الباقية المتكونة من مجموعة فوسفات واحدة باسم الادينوسين احادي الفوسفات **(AMP)**. ان كمية الـ **(ATP)** المخوزنة في العضلة تكون قليلة ولكي يستمر تجهيز الطاقة يتم تحفيز عملية تجزئة مركب فوسفات الكرياتين **(CP)** المخزون في العضلة لتوفير الطاقة لإعادة إنتاج الـ **(ATP)** ، ويكون تركيز هذا المركب أكثر بثلاث إلى خمس مرات من تركيز الـ **(ATP)** ولهذا السبب يعد فوسفات الكرياتين المستودع الفوسفاتي الغني بالطاقة الا انه يوجد بكميات محدودة في الخلايا العضلية ايضا. وكما هو الحال في الـ **(ATP)** فان تجزئة الأصرة الموجودة بين الكرياتين والفوسفات تؤدي إلى تحرير كمية كبيرة من الطاقة الحرة. ونظرا لكون هذه الطاقة الحرة الناتجة عن تحلل فوسفات الكرياتين **(CP)** اعلى مما هي عليه في الـ **(ATP)** لذا فان فوسفات الكرياتين **(CP)** يعطي فوسفاته مباشرة لـ **(ADP)** لإعادة تكوين **(ATP)**. وفي حالة وجود كمية كافية من الطاقة يرتبط الكرياتين مع الفوسفات لإعادة تكوين فوسفات الكرياتين **(CP)**. والشكل (6) يوضح تحلل فوسفات الكرياتين **(CP)** لإعادة إنتاج الـ **(ATP)**.



الشكل (6) يوضح تحلل فوسفات الكرياتين (CP) لإعادة إنتاج الـ (ATP)

إن هذا النظام يوفر الطاقة للجهد العضلي الذي يستغرق لفترة قصيرة ويتميز بالشدة العالية كركض **(100متر)** والسباحة **(25)** باردة أو رفع الأثقال أو قذف الثقل وغيرها اذا يحتاج الجهد العضلي في هذه الفعاليات الرياضية إلى مصدر فوري وسريع للطاقة يتم توفيرها من خلال الادينوسين ثلاثي الفوسفات**(ATP)** و فوسفات الكرياتين **(CP)**

المخزونين في العضلات العاملة في اثناء الجهد العضلي وان ما يقرب من **(5 ملي مول) من (ATP) و(15ملي مول من CP)** تكون مخزونة في كل كغم من العضلة. ويتميز هذا النظام بما يأتي:-

1- لا يعتمد على عنصر الأوكسجين في تحرير الطاقة.

2- يتحرر في بداية كل الحركات التي يقوم بها الإنسان بغض النظر عن شدتها وكذلك في الحركات التي تتميز بالشدة العالية لفترة زمنية قصيرة.

3- يعتمد في تحرير الطاقة على مخزون الخلايا العضلية من الاديتوسين ثلاثي الفوسفات**(ATP)** و فوسفات الكرياتين **(CP)** السريعة التفاعل لإنتاج الـ **(ATP)** .

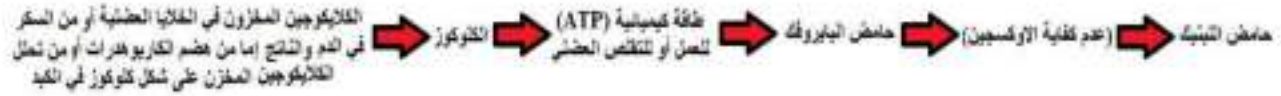
4- إن فترة دوام هذا النظام هي **(10)** ثواني تقريبا في سياق قصير يتميز بالشدة العالية.

5- إن الطاقة التي يوفرها هذا النظام تكون قليلة جدا مقارنة بأنظمة إنتاج الطاقة الأخرى.

6- يكون هذا النظام سريع في تحرير الطاقة لأنه لا يعتمد على سلسلة من التفاعلات الكيميائية المعقدة.

ثانيا:- نظام تحلل الكلايكوجين اللاهوائي (نظام حامض اللبنيك LA)

يعتمد هذا النظام في انتاج الطاقة على تحلل السكر اللاهوائي الذي يأتي من تحلل الكلايكوجين المخزون في الخلايا العضلية بغياب الأوكسجين أو من الدم إما من خلال عملية هضم الكاربوهدرات أو من خلال تحلل الكلايكوجين المخزون على شكل كلوكوز في الكبد . إذ يتحلل الكلايكوجين المخزون في الخلايا العضلية العاملة بغياب الأوكسجين بوساطة أنزيمات إلى كلوكوز والذي يتحلل بدوره إلى حامض البايروفيك منتجا **(2-3)** جزيئات من الـ **(ATP)**. ونتيجة لحدوث هذه العملية بغياب الأوكسجين فسوف يتحول حامض البايروفيك **(Pyruvic Acid)** الناتج من تحلل الكلوكوز إلى حامض اللبنيك **(Lactic Acid)** كما موضح في المخطط الآتي وفي الشكل (7) اللذان يوضحان نظام تحلل الكلايكوجين اللاهوائي (نظام حامض اللبنيك LA).





الشكل (7) يوضح نظام تحلل الكلايكوجين اللاهوائي (نظام حامض اللبنيك LA)

ان أعلى مستوى وأسرع تراكم يصله هذا الحامض هو في حالة التمارين التي تستمر لفترة **(60-180)** ثانية. وينتج من هذا النظام مقدار كبير من الطاقة مقارنة بالنظام الفوسفاجيني **(ATP-CP)** وهو مصدر طاقة مهم للتمرين العالي الشدة وفترة الدوام من**(1 -3)** دقائق. كما هو الحال في الركض **(400)** متر أو السباحة لمسافة **(100)** ياردة وغيرها

من الفعاليات الرياضية التي تقع أزمنة أدائها ضمن هذه الحدود. ومن عيوب هذا النظام تراكم حامض اللبنيك ، إذ يكون لتراكم أو زيادة هذا الحامض في العضلة العديد من التأثيرات الضارة وهي كما يأتي:

1- يؤدي إلى خفض **(PH)** العضلة اي تصبح بيئة العضلة اكثر حامضية.

2- يؤدي إلى الإحساس بالألم في الخلايا العضلية العاملة بعد التمرين العالي الشدة.

3- يؤدي إلى تعطيل التقلص العضلي بسبب تعطل انتاج الـ (ATP) نتيجة تعطل عمل الإنزيمات داخل الخلية العضلية.

وأوضحت العديد من الدراسات بان مستوى حامض اللبنيك في دم الرياضيين المتدربين جيدا والذين يؤدون تمارين تتميز بالشدة العالية وفترة الدوام القصيرة يكون أعلى بـ **(20-30%)** من الأشخاص غير المتدربين وتحت الظروف نفسها. وان سبب ذلك يعود الى ما يأتي:

1- الاختلافات في مستوى الدافعية التي تصاحب حالة التمرين بين الرياضيين المتدربين جيدا والأشخاص غير المتدربين.

2- مخزون الكلايكوجين المتزايد لدى الرياضيين المتدربين جيدا مقارنة بالأشخاص غير المتدربين.

ويتميز نظام تحلل الكلايكوجين اللاهوائي (نظام حامض اللبنيك LA) بما يأتي:-

1- لا يعتمد هذا النظام على عنصر الأوكسجين في تحرير الطاقة.

2- يؤدي هذا النظام إلى إنتاج حامض اللبنيك.

3- المصدر الأساسي لإنتاج الطاقة في هذا النظام هو الكاربوهدرات والكلايكوجين المخزون.

4- يتحرر هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية والتي تتراوح مابين **(30)** ثانية إلى **(3)** دقائق.

5- تكون كمية الطاقة الناتجة من هذا النظام قليلة جدا مقارنة بنظام انتاج الطاقة الهوائي.

6- يتطلب إنتاج الطاقة في هذا النظام إلى مجموعة أكثر من التفاعلات الكيمائية مقارنة بالنظام الفوسفاجيني **(ATP-CP)**.

ثالثا:- نظام إنتاج الطاقة الهوائي

يعتمد هذا النظام على وجود الأوكسجين لإنتاج الطاقة **(ATP)** ، إذ يتوفر الأوكسجين بكميات كبيرة في الدم من خلال عملية التنفس بعد دقيقتين أو ثلاث دقائق من العمل العضلي المستمر وكذلك من الأوكسجين المخزون في المايكلوبين العضلي أثناء الجهد البدني الخفيف والمعتدل الشدة ولفترة طويلة نسبيا. إن عملية إعادة بناء الـ (ATP) في الخلايا العضلية وخلايا الجسم ككل عن طريق نظام إنتاج الطاقة الهوائي تتم في المايتوكندريا (بيوت الطاقة). ان نظام الطاقة الهوائي(الايض الهوائي) يبدأ من نفس الطريق الذي يبدأ منه تحلل الكلايكوجين اللاهوائي وذلك بتكسر أو تجزئة الكلايكوجين إلى كلوكوز ثم يتحول الكلوكوز إلى حامض البايروفيك والذي يتم تحويله بوجود الأوكسجين إلى الاستيل كوانزيم **(Acetyl Coenzyme(A))** ويدخل في سلسلة من التفاعلات الكيميائية تدعى بدورة كريبس **(Krebs Cycle)** أو دورة حامض الستريك وسلسلة نقل الالكترونات. وتتضمن دورة كريبس سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي ينتج عنها ثنائي أوكسيد الكاربون (C(O2)) والماء. وتسمى هذه العملية أيضا بالفسفرة التاكسدية. يستخدم هذا النظام الكاربوهدرات والدهون كمصدر لإنتاج الطاقة. تؤدي أكسدة جزيئة واحدة من الكلايكوجين في هذا النظام الى انتاج (38) جزيئة من الـ (ATP). وتبلغ كمية الأوكسجين اللازمة لإنتاج مول واحد من الـ (ATP) حوالي (3,5) لتر. ويتميز نظام إنتاج الطاقة الهوائي بما يأتي :-

1- يعتمد على عنصر الأوكسجين في إنتاج الطاقة.
2- يتحرر هذا النظام في الفعاليات التي تتميز بالشدة الخفيفة والمتوسطة ولفترة زمنية تتراوح مابين (3) دقائق و(3) ساعات.
3- المصدر الأساسي لإنتاج الطاقة في هذا النظام هي الكاربوهدرات والشحوم وتستخدم البروتينات أحيانا.
4- تكون الطاقة المتحررة من هذا النظام كبيرة.
5- يحتاج هذا النظام إلى فترة زمنية طويلة لأنه يحتاج إلى سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية.

تداخل عمل أنظمة إنتاج الطاقة Interference between energy production systems

يكون عمل أنظمة إنتاج الطاقة بشكل متداخل ، إذ أن لكل نظام من هذا الأنظمة قمة قدرة لعمل النظام وإدامة لهذه القدرة فضلا عن قابلية قدرة النظام، وتعرف **قمة قدرة النظام** بأنها الفترة الزمنية التي يصل فيها نظام إنتاج الطاقة إلى قمة عمله بينما تعرف **إدامة قمة القدرة** بأنها الفترة الزمنية التي يبقى فيها نظام إنتاج الطاقة بشكل فعال(استمرار القدرة)،أما **قابلية نظام الطاقة** فتعرف بأنها الفترة الزمنية التي تبدأ فيها قدرة الأنظمة بالانخفاض التدريجي لتجهيز الطاقة للنشاط العضلي الممارس. وتعتمد معظم الفعاليات الرياضية في انجازها على أكثر من نظام واحد ولكن بنسب تختلف من فعالية إلى أخرى وفقا لنوع وشدة وفترة دوام الفعاليات الرياضية الممارسة. وليس هناك نقطة توقيت دقيقة لانتهاء عمل احد الأنظمة من تجهيز الطاقة وبداية النظام الأخر لتجهيز المزيد من الطاقة إلا انه في الواقع يحصل انتقال متدرج من نظام إلى نظام آخر.

معدل الايض (التمثيل) الأساسي Basal metabolic rate (BMR)

يعرف معدل الايض أو التمثيل الأساسي بأنه عدد السعرات الحرارية المطلوبة للمحافظة على الحياة. ويعرف أيضا على انه الحد الأدنى من الطاقة المطلوبة لإدامة الحياة ، ويطلق عليه أيضا طاقة التمثيل الأساسي ويقدر بـ (60%) من الطاقة المستهلكة في اليوم ويختلف تبعا للعمر والجنس ويمكن حسابه من وزن الجسم ، إذ يعد الوزن مؤشرا جيدا لحساب معدل الايض أو التمثيل الأساسي. وتقدر قيمة الطاقة اللازمة للايض أو التمثيل الأساسي بكيلو سعرة واحدة لكل كيلوغرام من وزن الجسم لمدة ساعة واحدة أو (24) كيلو سعرة لكل كيلوغرام من وزنه في اليوم الواحد. وتعد عملية التنفس وحركة الدورة الدموية والمحافظة على درجة حرارة الجسم وعمليات الإخراج والموازنة ما بين تركيز الأملاح في الجسم والنمو وتكوين الأنسجة في الجسم والحالة النفسية للشخص من العوامل التي تشكل معا مجموع الاحتياجات اليومية من الطاقة أو مصروف الجسم اليومي منها ، وهي تعبر عن الطاقة اللازمة للجسم وهو في حالة الاستقرار والراحة التامة. ويتم حساب معدل صرف الطاقة لفترة (24) ساعة وتدعى هذه الطاقة معدل طاقة الايض أو التمثيل الأساسي. وهناك العديد من العوامل التي تؤثر في معدل الايض أو التمثيل الأساسي ومنها ما يأتي:-

1- حجم الجسم وتركيبه : يكون معدل الايض أو التمثيل الأساسي اكبر عندما يكون حجم الجسم اكبر لأنه يكون لديه انسجة اكثر وبالتالي معدل ايض أو تمثيل أساسي اكبر كما هو الحال لدى البالغين مقارنة بغير البالغين. أما بخصوص تركيب الجسم فإن الجسم العضلي يستهلك طاقة أكثر من الجسم المكتنز بالدهون عندما يكون الجسم في حالة راحة. لذلك يميل الجسم الذي يحتوي على عضلات أكثر إلى الحصول على معدل ايض أو تمثيل أساسي أعلى من الجسم الذي يحتوي على عضلات أقل وكذلك الجسم المكتنز بالدهون.

2- عمر الشخص : يكون معدل الايض أو التمثيل الأساسي مرتفع عند الأطفال ومنخفض لدى المتقدمين في السن، إذ يتباطأ التمثيل الغذائي مع تقدم العمر بسبب فقدان الأنسجة العضلية والتغيرات الهورمونية والعصبية. ويرتفع عند الأطفال بسبب متطلبات الطاقة للنمو والطاقة الإضافية اللازمة للحفاظ على درجة حرارة أجسامهم.

3- الجنس : إذ يكون معدل الايض أو التمثيل الأساسي اقل قليلا في النساء مقارنة بالرجال.

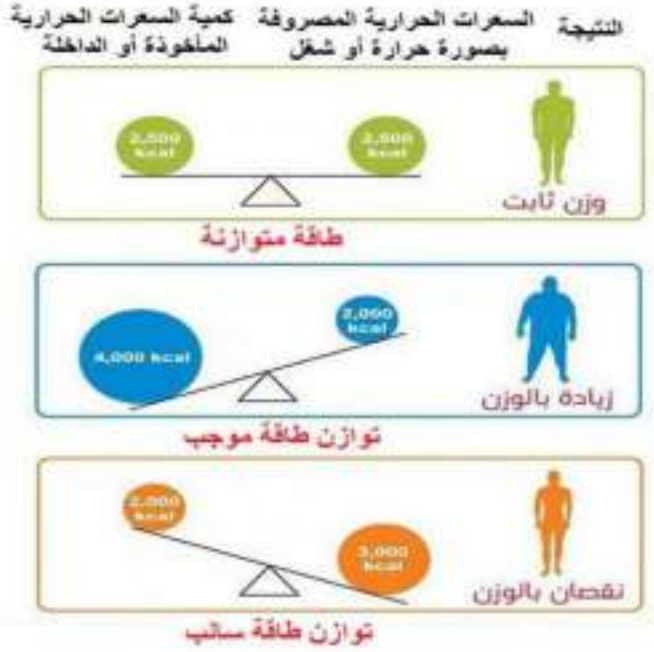
4- الحالة الهورمونية للشخص: يمكن أن تؤثر الاختلالات الهورمونية على سرعة أو بطء معدل الايض أو التمثيل الأساسي.

5- الصيام والمجاعة : تنخفض قيمته الايض أو التمثيل الأساسي في حالة الصيام والمجاعة الطويلة.

6- درجة حرارة البيئة أو المحيط : يجب على الجسم أن يعمل بجهد أكبر للحفاظ على درجة حرارة الجسم الطبيعية عندما تكون درجة حرارة البيئة أو المحيط منخفضة جدًا أو مرتفعة جدًا ، مما يؤدي إلى زيادة معدل الأيض الأساسي.

توازن الطاقة Energy balance

يعرف توازن الطاقة بأنه عبارة عن التوازن بين كمية السعرات الحرارية المأخوذة من الغذاء والطاقة المنتجة بصورة حرارة أو شغل. ويكون توازن الطاقة سالبا عندما تكون كمية السعرات الحرارية المأخوذة من الغذاء اقل من السعرات الحرارية المصروفة بصورة حرارة أو شغل ، في حين يكون توازن الطاقة موجبا وعندما تكون كمية السعرات المأخوذة من الغذاء اكبر من السعرات الحرارية المصروفة بصورة حرارة أو شغل. لذا يلجأ مدربي اللياقة البدنية الى استخدام توازن الطاقة بهدف المحافظة على الوزن ، أما في حالة تنزيل الوزن لدى الاشخاص الذين يعانون من زيادة الوزن والسمنة فيلجأ مدربي اللياقة البدنية الى استخدام توازن الطاقة السالب (Negative Balance) ، بينما يلجأ مدربي اللياقة البدنية الى استخدام توازن الطاقة الموجب (Positive Balance) للأشخاص اللذين يرغبون في زيادة الوزن. والشكل (8) يوضح توازن الطاقة وتوازن الطاقة الموجب والسالب.



الشكل (8) يوضح توازن الطاقة وتوازن الطاقة الموجب والسالب

الفصل الثالث

الجهاز العصبي Nervous system

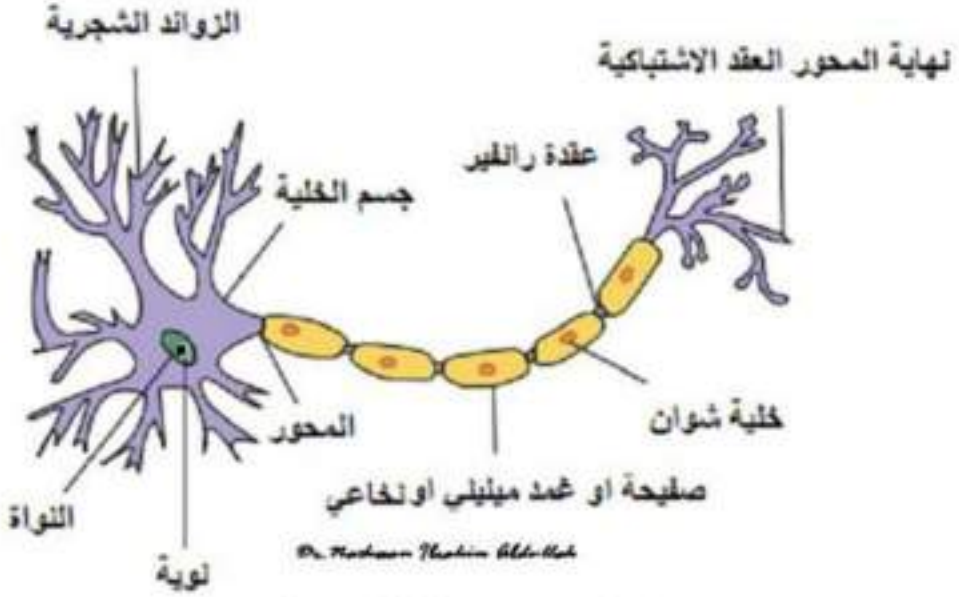
وهو شبكة اتصال داخلية في جسم الإنسان ، وهو من أهم الأجهزة بالجسم وأكثرها تعقيداً. وإن وحدة بناء الجهاز العصبي هي الخلية العصبية (العصبون). ومن اهم وظائفه ما يأتي:-

1- مساعدة الجسم على التواؤم أو التكييف مع التغيرات البيئية المحيطة به.

2- تنظيم أوجه النشاط المتباين أو المختلف الذي يقوم به أعضاء الجسم المختلفة بالتعاون مع الجهاز الغدي الصماوي أو الغدد الصم (الهورمونات).

الخلية العصبية Nerve cell

وهي خلية متخصصة بلغت أعلى درجات التخصص. ولها خاصيتان أساسيتان هما : الاستثارة والتوصيل، فالخلية العصبية قادرة على استقبال المؤثرات الحسية من البيئة الخارجية أو الداخلية وقادرة على توصيل النبضات العصبية إلى أجزاء الجسم المختلفة التي تستجيب لتلك المؤثرات ، وبذلك تعمل الخلية العصبية على التنسيق والتكامل بين انشطة الأعضاء المختلفة. وتتكون الخلية العصبية من جسم الخلية والزوائد الشجرية والمحور. والشكل (9) يوضح الخلية العصبية.



الشكل (9) يوضح الخلية العصبية

يحتوي جسم الخلية على نواة صغيرة بداخلها نوبه أصغر وتحاط النواة بالسايتوبلازم ، كما تحتوي أيضا على المايتوكوندريا ومقعد كولجي ويبرز من سطح جسم الخلية العصبية زوائد شجرية وظيفتها استقبال النبضات العصبية من الزوائد الشجرية أو من محور خلية عصبية أخرى ونقلها إلى جسم الخلية عن طريق مشتبك (Synopsis)، ويعرف **المشتبك بأنه موقع أو فضاء عند التقاء الزوائد الشجرية لخلية عصبية أو محور خليه عصبية مع جسم خلية عصبية أخرى، يتم من خلاله نقل النبضة العصبية عن طريق مواد كيماوية تسمى الناقلات العصبية كالأستايل كولين والأدرينالين (الأبينفرين) والنورادرينالين (النورابينفرين)** ، أما **محور الخلية العصبية فيعرف بأنه امتداد**

يخرج من جسم الخلية وينقل النبضات العصبية من جسم الخلية العصبية إلى نهايات المحور المتمثلة بالعقد الأشتباكية. ويكون المحور مغلف من الخارج بصفائح المايلين (النخاعين) **وهي مادة عازلة للمحور وضرورية لنقل النبضات العصبية فيه،** تكون الخلايا الدبقية هي المسؤولة عن إنتاج المايلين في الجهاز العصبي المركزي، بينما تكون خلايا شوان هي المسؤولة عن إنتاجها في الجهاز العصبي المحيطي. وتتميز الخلايا العصبية بقابليتها على توليد تغيرات كهربائية في أغشيتها تدعى بجهد الفعل وأن الخلايا العصبية والخلايا العضلية يمثلان الخلايا المتهيجة في الجسم. ويتراوح جهد الغشاء للخلية العصبية في أثناء الراحة (ـ 70) ملي فولت.

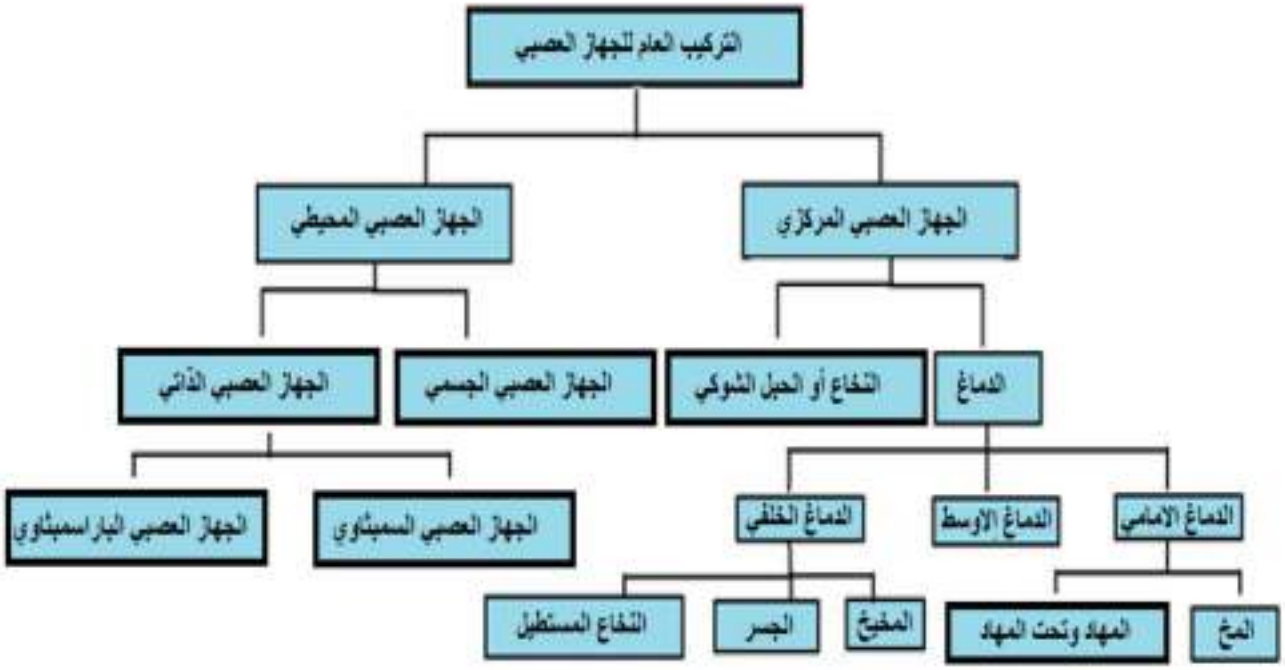
التركيب العام للجهاز العصبي General structure of the nervous system

يقسم الجهاز العصبي من حيث **التركيب** إلى قسمين هما :

1- الجهاز العصبي المركزي

2- الجهاز العصبي المحيطي

والمخطط الآتي يوضح التركيب العام للجهاز العصبي



يتألف الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والنخاع الشوكي ، في حين يتألف الجهاز العصبي المحيطي من الجهاز العصبي الذاتي والجهاز العصبي الجسمي، ويتألف الجهاز العصبي الذاتي من الجهاز العصبي السمبثاوي (الودي) والباراسمبثاوي (نظير الودي أو اللاودي). ويتألف الدماغ من الدماغ الامامي والاوسط والخلفي ، ويتكون الدماغ الامامي من المخ والمهاد وتحت المهاد ، بينما يتكون الدماغ الخلفي من المخيخ والجسر والنخاع المستطيل. ويقسم الجهاز العصبي من حيث **الوظيفة** إلى قسمين هما:

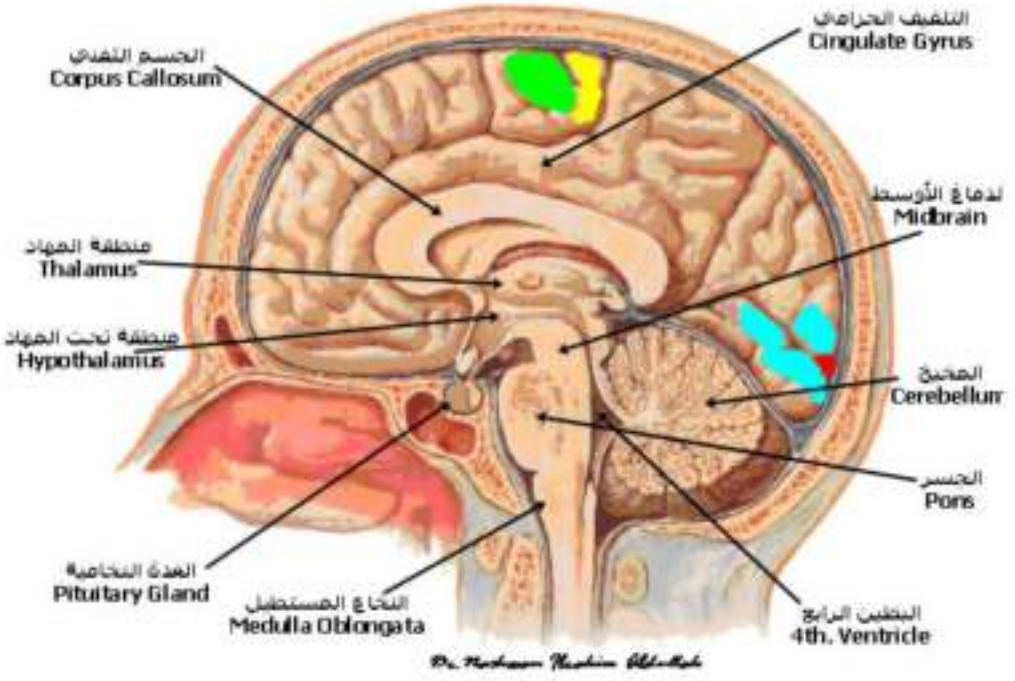
1- الجهاز العصبي الجسمي : الذي يتولى تنظيم نشاطات أعضاء الجسم الإرادية.
2- الجهاز العصبي الذاتي : الذي يتولى تنظيم نشاطات أعضاء الجسم ألاإرادية.

1- اجزاء الجهاز العصبي المركزي

اولا: الدماغ Brain

وهو اكبر جزء في الجهاز العصبي المركزي ويشغل حيزاً كبيراً من الجمجمة يسمى صندوق الدماغ، ويبلغ وزن الدماغ عند الولادة (350) غم ، ويبلغ وزنه في الرجل البالغ حوالي (1400) غم، ويقل وزنه قليلاً عند المرأة ويحتوي الدماغ البشري على عدد يتراوح ما بين (10) بلايين و(100) بليون خلية عصبية وكل هذه الخلايا العصبية تكون موجودة خلال الأشهر القليلة الأولى من الولادة وبعد أن يبلغ الشخص عمر العشرين سنة يتعرض إلى فقدان بعض الخلايا العصبية، حيث يموت عدد منها أو يختفي كل يوم وبصفة عامه لا تعوض الخلايا العصبية الميتة خلال حياة الشخص، ولكن الفقد لا يتجاوز(10%) من العدد الكلي للخلايا العصبية طول الحياة. و الشكل (10) يوضح تركيب الدماغ.

وإن من اهم وظائف الدماغ ما يأتي:
1- هو مركز التحكم الرئيسي في الجسم ، إذ يستقبل المعلومات الواردة من أعضاء الحس لما يحدث داخل الجسم وخارجه ويحللها بسرعة ويرسل الرسائل الملائمة التي تنظم حركة الجسم ووظائفه.
2- يقوم الدماغ بتخزين المعلومات الخاصة بالخبرات السابقة مما يساعد الفرد على التعلم والتذكر.
3- يُعد مصدراً للأفكار والأمزجة والانفعالات.



الشكل (10) يوضح تركيب الدماغ

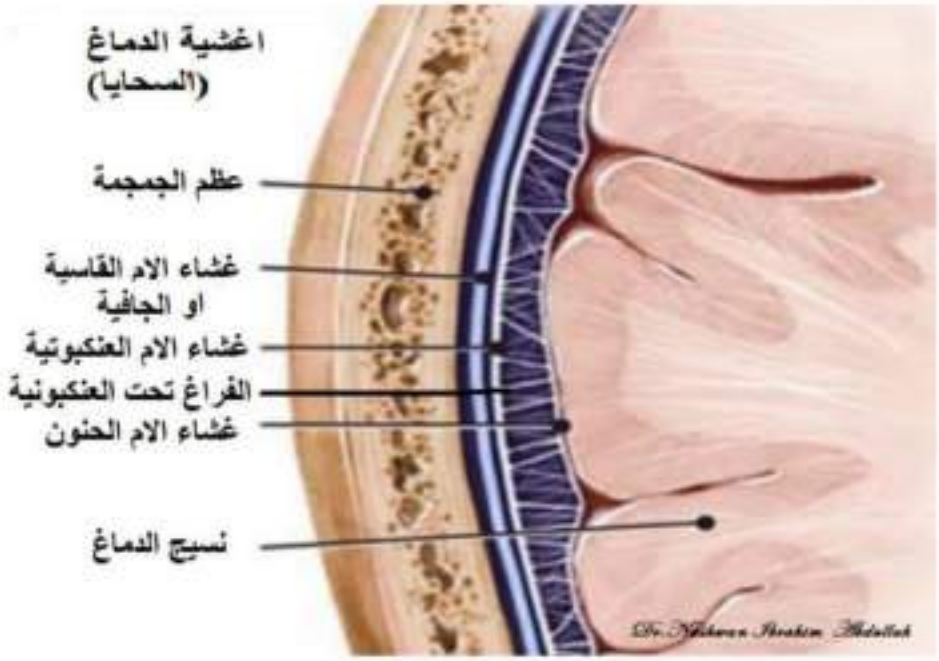
أغشية الدماغ Brain membranes

تحيط بالدماغ ثلاثة أغشية وظيفتها الوقاية والتغذية وهي من الداخل إلى الخارج – الأم الحنونة أو الحنون والأم العنكبوتية والأم الجافية، ويطلق على هذه الأغشية مجتمعة اسم الأغشية السحائية أو السحايا (انظر الشكل (11))، وهذه الأغشية هي كما يأتي :

1- الأم الحنونة (الحنون) : وهو غشاء دقيق جداً يغلف الدماغ مباشرة ويتخلل جميع تجاعيده وتنتشر عن طريقه الأوعية الدموية في الدماغ.

2- الأم الجافية : وهو غشاء ليفي سميك يبطن السطحي الداخلي لعظام الجمجمة.

3- الأم العنكبوتية : وهو غشاء رقيق يفصل بين الأم الجافية والأم الحنون، ويفصل بين الأم العنكبوتية والأم الحنونة فراغ يسمى الفراغ تحت العنكبوتية، ويملأ هذا الفراغ سائل يسمى السائل المخي ألشوكي الذي يكون له العديد الوظائف ومن احدى هذه الوظائف المحافظة على الدماغ من الصدمات الخارجية من خلال امتصاص هذا السائل للصدمات التي تعرض لها الرأس.



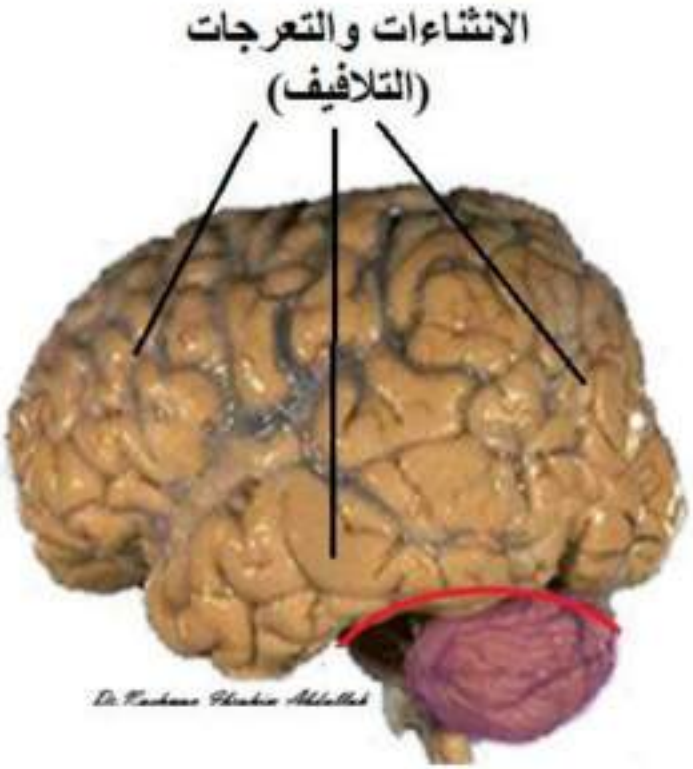
الشكل (11) يوضح اغشية الدماغ (السحايا)

اجزاء الدماغ الامامي Parts of the forebrain

1- المخ

يمثل الجزء الأكبر من الدماغ وهو احد اجزاء الدماغ الامامي. يتكون نسيج المخ من طبقيتين أحداهما خارجية وتسمى القشرة تتألف من المادة الرمادية و الأخرى داخلية وتسمى النخاع تتألف من المادة البيضاء ، ومن الثابت علمياً أن القشرة هي واحدة من المناطق التي يحدث فيها التكامل أو التنسيق العصبي. ويتميز السطح الخارجي للمخ (قشرة

المخ) باحتوائه على طيات أو انثناءات أو تعرجات تسمى التلافيف (انظر الشكل (12))، وان فائدة التلافيف هي زيادة المساحة السطحية للمخ.



الشكل (12) يوضح التلافيف

ويتألف المخ من **<u>أربعة فصوص</u>** (انظر الشكل (13)) ، وهي كما يأتي :-

أ- الفص الجبهي (الأمامي)

هو الفص الذي يقع أمام كل من نصفي الكرة المخية وفوقها ويحتوي على مركز الإحساس بالحرارة واللمس والبرودة والضغط.

ب - الفص الصدغي

هو الفص الذي يقع في الجانب السفلي في كل من نصفي الكرة المخية يحتوي الفصان الصدغيان على مركز السمع.

ج - الفص ألجداري

هو الفص الاوسط في كل من نصفي الكرة المخية ، بين الفص الجبهي (الامامي) والفص القفوي (القذالي) ويحتوي على مركز الحركة.

د - الفص القفوي (القذالي)

هو الفص الذي يقع في الجزء الخلفي لكل من نصفي الكرة المخية ويحتوي على مركز الأبصار (الرؤية).



الشكل (13) يوضح فصوص المخ

وظائف المخ

يقوم المخ بالوظائف الآتية :

1- الإحساس الشعوري.

2- الحركات الإرادية.

3- التعلم والذاكرة والتفكير.

وتجدر الإشارة إلى أن لكل حاسة مركزين واحد في الفص الأيمن للمخ والآخر في الفص الأيسر للمخ ، حيث تسيطر مراكز الفص الأيمن للمخ على الجانب الأيسر من الجسم ، بينما تسيطر مراكز الفص الأيسر للمخ على الجانب الأيمن من الجسم.

2- المهاد وتحت المهاد

المهاد : هو هيكل صغير داخل الدماغ يقع مباشرة فوق جذع الدماغ بين القشرة الدماغية والدماغ المتوسط. وظيفته الأساسية هي نقل الإشارات الحركية والحسية إلى القشرة الدماغية.، اضافة الى تنظيم النوم واليقظة والانتباه.

تحت المهاد : هي المنطقة التي تقع في الجزء العلوي من جذع الدماغ تقوم بوظائف عديدة في الجسم. والشكل (14) يوضح المهاد وتحت المهاد

وظائف تحت المهاد

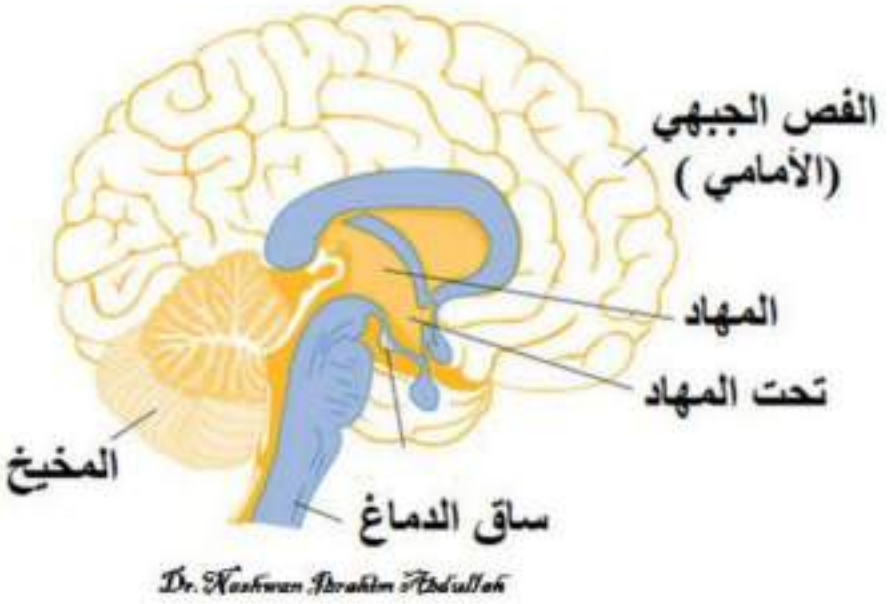
1- له علاقة بالظواهر الدورية التي تحدث خلال اليوم والتي تخضع لدورة الضوء والظلام.

2- يلعب دوراً في تنظيم الشهية للطعام، إذ يحتوي تحت المهاد على مركز التغذية ومركز للشبع.

3- يلعب دوراً في تناول الماء من خلال مستقبلات التناضح الموجودة في الجزء الأمامي لتحت المهاد.

4- تنظيم وظيفة الغدة النخامية من خلال التأثير الهورموني المثبط والمحفز لتحت المهاد على إفراز هورمونات الفص الأمامي والخلفي للغدة النخامية.

5- تنظيم درجة الحرارة حيث يلعب تحت المهاد دوراً في تنظيم درجة الحرارة، إذ يؤدي تحفيز الجزء الأمامي لتحت المهاد إلى إحداث توسع وعائي في منطقة الجلد مع حدوث التعرق أما تحفيز الجزء الخلفي فيؤدي إلى حدوث الارتجاف.



الشكل (14) يوضح المهاد وتحت المهاد

الدماغ الأوسط أو المتوسط The midbrain

وهي المنطقة الوسطي من ساق الدماغ تتألف من الأكيمات العلوية التي تكون مركزاً للمنعكسات البصرية والأكيمات السفلية تكون مركزاً للمنعكسات السمعية. أي يكون الدماغ الاوسط مركزا للمنعكسات البصرية و المنعكسات السمعية.

اجزاء الدماغ الخلفي parts of the hindbrain

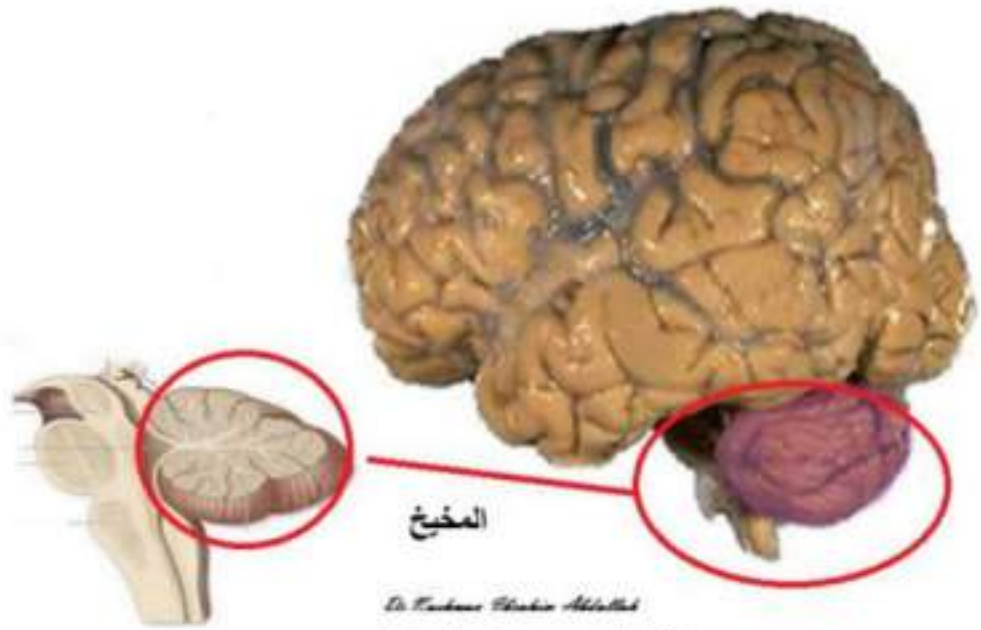
1- المخيخ

يقع في الجهة الخلفية للدماغ أسفل الفص الخلفي للمخ ، ويرتبط المخيخ مع ساق الدماغ (انظر الشكل (15)).

ومن اهم وظائف المخيخ ما يأتي:-

أ- حفظ توازن الجسم بالتعاون مع الأذن وعضلات الجسم.

ب - تنظم الحركات الإرادية ويعمل على التنسيق بينهما.



الشكل (15) يوضح المخيخ

2- الجسر (القنطرة)

هو جزء من ساق الدماغ يربط بين نصفي الكرة المخية ويصل المخ بالمخيخ ، ومن احدى وظائفه المساهمة في السيطرة على الجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي ، وغيرها من الوظائف الاخرى.

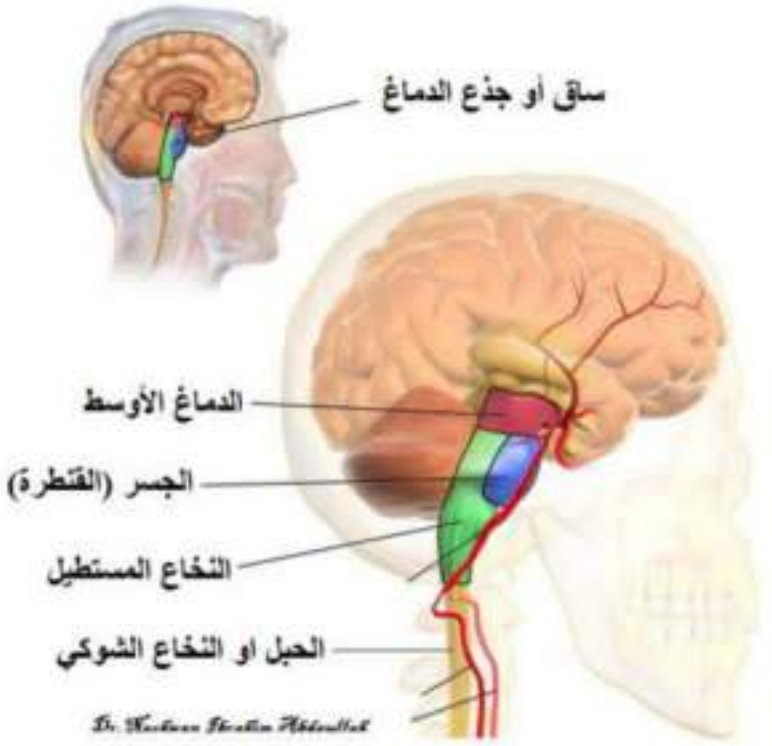
3- النخاع المستطيل

يقع بين الجسر (القنطرة) والنخاع الشوكي ، ومن احدى وظائفه المساهمة في السيطرة على الجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي وكذلك السيطرة على الحركة و وضع الجسم ، وغيرها من الوظائف الاخرى.

ساق أو جذع الدماغ Brainstem

هو الجزء السفلي من الدماغ، الذي يصل الحبل الشوكي بالمخ، ويعد اصغر أجزاء الدماغ ويتألف من النخاع المستطيل والجسر والدماغ الأوسط. (انظر الشكل (16)). يوجد في ساق الدماغ عدة مراكز انعكاسية حيوية وضرورية للحياة وهذه المراكز هي كما يأتي :

1- المراكز التنفسية.
2- المراكز القلبية.
3- المراكز المنظمة للأوعية الدموية.
4- مراكز البلع والقئ والسعال.



الشكل (16) يوضح ساق أو جذع الدماغ

ثانيا : الحبل الشوكي Spinal Cord

هو الجزء الثاني من الجهاز العصبي المركزي الذي يمتد داخل القناة الشوكية، وهي قناة توجد داخل الفقرات على طول العمود الفقري، يبدأ الحبل الشوكي من النخاع المستطيل في الدماغ ويمتد على نهاية الثلثين العلويين من العمود الفقري، يبلغ طول الحبل الشوكي (45) سم ويكون مجوفاً من الداخل لوجود قناة ضيقة فيه تسمى القناة المركزية يجري فيها السائل المخي الشوكي، ويغطي الحبل الشوكي نفس الأغشية الثلاثة التي تغلف الدماغ وهي الأم الحنون والأم الجافية والأم العنكبوتية، يحتوي الحبل الشوكي على **منطقة مركزية** تشبه الحرف (H) باللغة الإنكليزية وتدعى بالمادة الرمادية، أما **المنطقة المحيطة** فتمثل المادة البيضاء. تحتوي المادة الرمادية على أجسام الخلايا العصبية أما المادة البيضاء فتتألف من الألياف العصبية النازلة من الدماغ إلى الحبل الشوكي والألياف الصاعدة إلى الدماغ.(انظر الشكل (17)) . وتخرج من الحبل الشوكي أعصاب شوكية تحتوي على ما يأتي :-

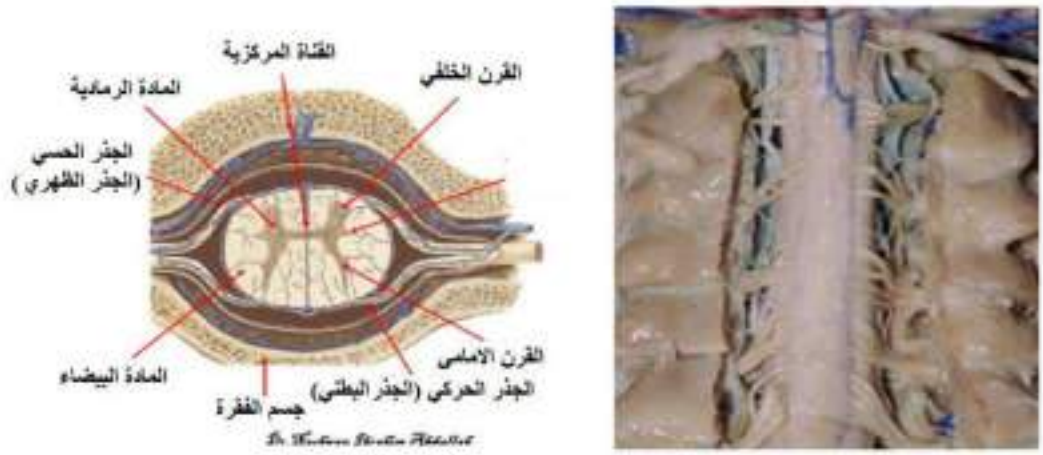
أ- ألياف حسية تدخل إلى الحبل الشوكي عن طريق الجذور الظهرية.

ب- أعصاب حركية تخرج من الحبل الشوكي عن طريق الجذور البطنية.

أقسام الحبل الشوكي Sections of the spinal cord

يقسم الحبل الشوكي إلى أربعة مناطق هي كما يأتي :

1- المنطقة العنقية **2**- المنطقة الصدرية 3- المنطقة القطنية **4**- المنطقة العجزية



شكل (17) يوضح الحبل الشوكي

وظائف الحبل الشوكي Spinal cord functions

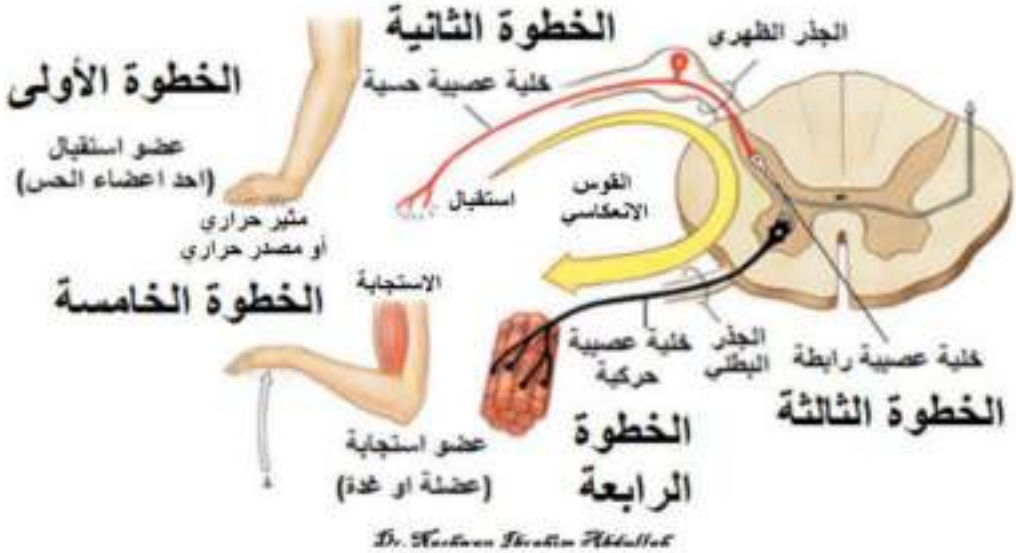
1- مركز رئيسي للأفعال الانعكاسية من خلال الطبقية الرمادية الداخلية.

2- يعمل كناقل موصل للسيالات العصبية من خلال الطبقة الخارجية المادة البيضاء حيث تنقل السيالات العصبية من أجزاء الجسم المختلفة إلى مراكز الدماغ الرئيسية وبالعكس توصل السيالات العصبية من الدماغ إلى أجزاء الجسم المختلفة.

القوس الانعكاسي Reflex Arc

إن أبسط أنواع النشاط العصبي هو ما نطلق عليه اسم الفعل الانعكاسي ويظهر هذا النشاط على شكل حركة أو إفراز وان أساس الفعل الانعكاسي هو ما يسمى بالقوس الانعكاسي(انظر الشكل (18)) ، ولعل أبسط مثال للفعل الانعكاسي هو ما يحدث عندما نلمس فجأة جسماً ساخناً فلاحظ أن اليد تتحرك بسرعة بعيداً عن الجسم ويتألف القوس الانعكاسي من خمسة أجزاء هي : **1- عضو استقبال (أحد أعضاء الحس) 2- خلية عصبية حسية 3- خلية عصبية رابطة**

4- خلية عصبية حركية 5- عضو استجابة (مثل عضلة أو غدة)



الشكل (18) يوضح القوس الانعكاسي

فمثلاً عندما نلمس جسماً ساخناً **وهو مثير حراري أو مصدر حراري** فإن الجلد يعتبر عضو الاستقبال لأن نهايات الأعصاب الحسية المنتشرة في الجلد تتأثر بالحرارة ونتيجة لذلك تنشأ سيالات عصبية في هذه النهايات ثم تنقل السيالات العصبية الحسية عبر محور الخلية الحسية إلى الجذر الظهري للمادة الرمادية في الحبل الشوكي، ثم تنتقل السيالات العصبية إلى جسم الخلية الرابطة عن طريق الزوائد الشجرية للخلية الرابطة ومنها عبر محور هذه الخلية إلى الزوائد الشجرية للخلية الحركية الموجودة في الجذر البطني للمادة الرمادية وأخيراً تنتقل السيالات العصبية من جسم الخلية العصبية الحركية إلى محورها وعبر هذا المحور تنتقل إلى تفرعاته النهائية التي تتصل بألياف عضلة الذراع الأمر الذي يؤدي إلى تقلص عضلات الذراع والتي تكون في هذه الحالة كعضو استجابة وبالتالي حركة اليد وابتعادها عن الجسم الساخن كاستجابة للمؤثر.

الجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous System

يتكون الجهاز العصبي المحيطي مما يأتي :-

1- الأعصاب المحيطية الحركية
والتي تنشأ من الحبل الشوكي وتغذي العضلات الإرادية في الجسم.

2- الأعصاب المحيطة الحسية
والتي تحمل الإحساس بجميع أنواعه من ألم وضغط ولمس وحرارة وكذلك الأحاسيس العميقة والإحساس بالموضع الى الدماغ عن طريق الحبل الشوكي.

3- الأعصاب القحفية
وهي جزء من الجهاز العصبي المحيطي كالعصب الشمي والبصري والمحرك للعين والوجهي واللساني البلعومي والمبهم وغيرها.

الجهاز العصبي الذاتي(المستقل) Autonomic Nervous System

يتألف الجهاز العصبي الذاتي من الجهاز العصبي السمبثاوي (الودي) والجهاز العصبي الباراسمبثاوي (اللاودي). يجهز الجهاز العصبي الذاتي العضلات اللاإرادية مثل عضلة القلب والرئتين والجهاز الهضمي وكذلك الغدد الصم وجدران الأوعية الدموية ، أي أن هذا الجهاز ينظم النشاطات التي لا تقع تحت إرادة الإنسان، حيث يسيطر هذا الجهاز على وظائف الاحشاء اللاارادية في الجسم إذ أنه يساعد في تنظيم الضغط الشرياني وحركة المعدة والأمعاء و افرازاتها وبقية الفعاليات الحيوية الأخرى، وتكون طبيعة سيطرة هذا الجهاز هي سيطرة انعكاسية. يتواجد الجهاز العصبي السمبثاوي (الودي) بشكل رئيس في المنطقتين الصدرية والقطنية ، بينما يتواجد الجهاز العصبي الباراسيمثاوي (نظير الودي أو اللاودي) في جذع الدماغ وفي المنطقة العجزية. وفي ما يأتي اهم وظائف الجهاز

العصبي السمبثاوي (الودي) و الجهاز العصبي الباراسمبثاوي (نظير الودي أو اللاودي) في ما يتعلق فقط **بعضلة القلب وعملية التنفس والاوعية الدموية والهورمونات والناقلات العصبية :-**

وظائف الجهاز العصبي السمبثاوي (الودي)

1- يزيد من سرعة ضربات القلب وقوتها.
2- يزيد من سرعة التنفس ويوسع الشعب الهوائية ويضيق الأوعية الدموية الرئوية.
3- يقبض أو يقلص عضلات الأوعية الدموية ولهذا السبب يرتفع ضغط الدم فيها.
4- ينظيم إفراز هورمون الأبينفرين (الأدرينالين) من خلال تنبيه الغدة الكظرية.
5- يقلل من إفراز العصارات الهاضمة.
6- اطلاق الناقلات العصبية كالابينفرين والنورابينفرين.
وله ايضا العديد من الوظائف الاخرى في الجسم.

وظائف الجهاز العصبي الباراسمبثاوي (نظير الودي)

1- يقلل من سرعة ضربات القلب.
2- يقلل من سرعة التنفس ويضيق الشعب الهوائية ويوسيع الأوعية الدموية الرئوية.
3- يزيد من إفراز العصارات الهاضمة.
4- اطلاق الناقلات العصبية كالأستيل كولين.
وله ايضا العديد من الوظائف الاخرى في الجسم.

تدريب التمرينات البدنية والتكيفات العصبية Physical exercise training and neurological adaptations

يمكن تعريف التكيفات العصبية لمنهاج **تدريب التمرينات البدنية** على أنها تغييرات داخل الجهاز العصبي تسمح للمتدرب أو الرياضي القيام بالتنشيط الكامل لجميع المجاميع العضلية العاملة والخاصة للقيام بحركات محددة بأفضل تنسيق ، وبالتالي الحصول على أكبر قوة في الاتجاه المقصود من الحركة. وتكون التكيفات العصبية الناجمة عن التمرين تبعا لخصوصية التمرين او الجهد البدني المستخدم في منهاج تدريب التمرينات البدنية أو الرياضية الخاص بالفعالية الرياضية. وقد تحدث التكيفات العصبية على مستوى الخلية العصبية والقشرة الحركية والحبل الشوكي ومنطقة الاتصال العصبي العضلي والناقلات العصبية وفقا لخصوصية منهاج تدريب التمرينات البدنية أو الرياضية المختلفة.

يؤدي برنامج تدريبات القوة باستخدام الاوزان أو الاثقال (المقاومة) الى اكتساب القوة في الاسابيع القليلة الاولى ويعتقد ان العوامل العصبية هي المسؤولة بشكل كبير عن الاكتساب المبكر للقوة نتيجة لهذه التدريبات.

الفصل الرابع

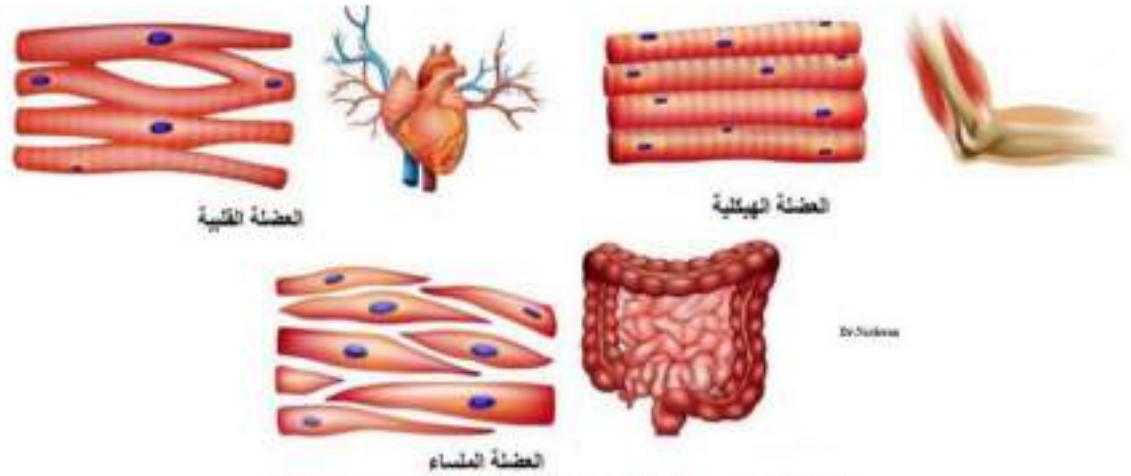
الجهاز العضلي Muscular System

تقسم العضلات في الإنسان إلى ثلاثة أنواع بالنسبة إلى **تركيبها** وبالنسبة إلى **عملها** (انظر الشكل (19)) وهذه الأنواع هي كما يأتي:

أولاً: العضلات الهيكلية (عضلات مخططة إرادية).

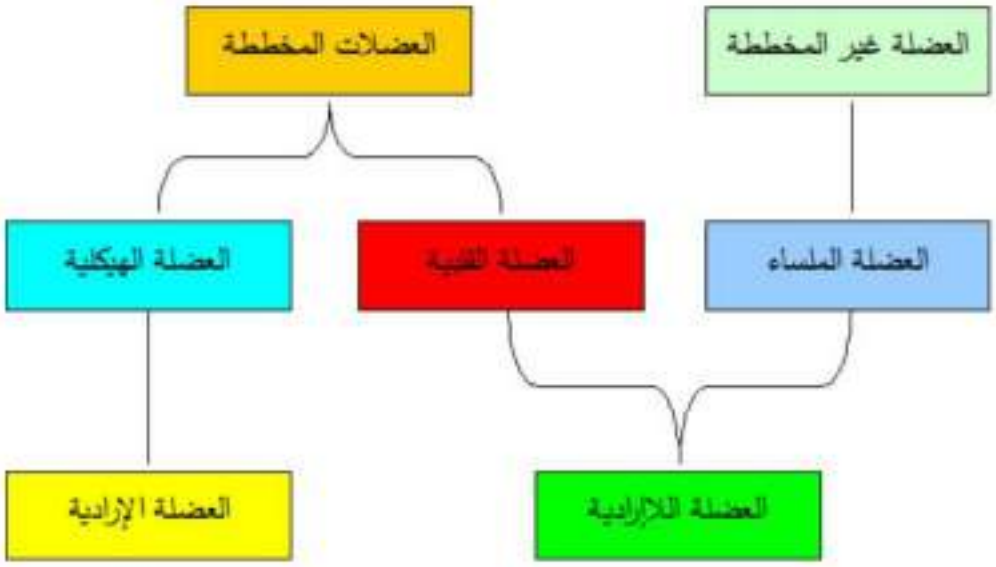
ثانيا: العضلات الملساء (عضلات غير مخططة غير لا إرادية).

ثالثاً: العضلة القلبية (عضلة مخططة لا إرادية).



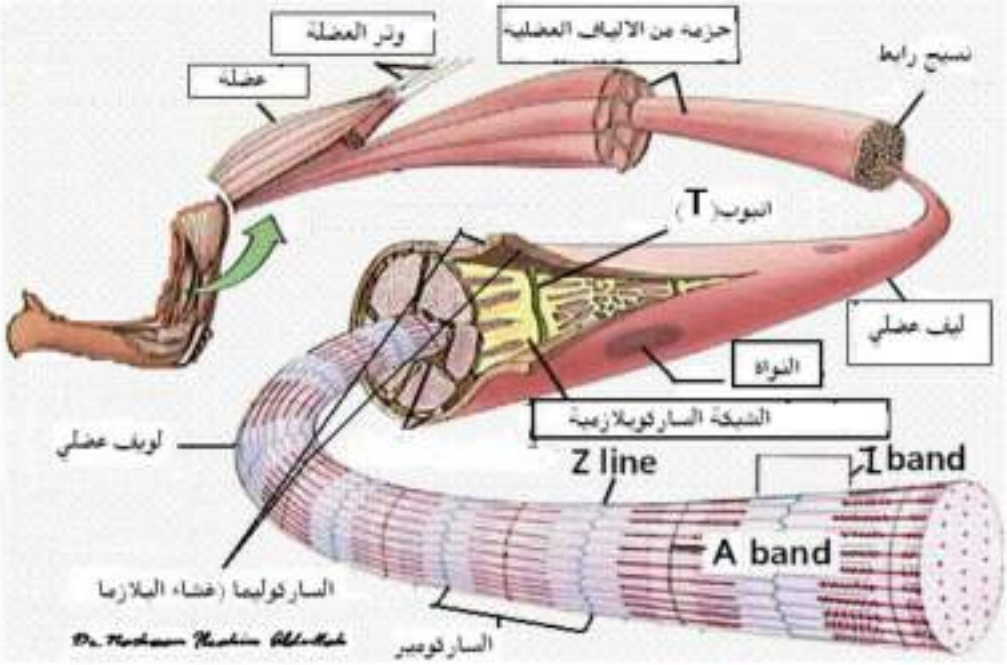
والشكل (19) يوضح انواع العضلات في جسم الانسان

وتشكل العضلات الهيكلية حوالي **(40%)** من وزن الجسم لدى الرجال و**(32%)** لدى النساء، بينما تشكل العضلات الملساء والعضلة القلبية أكثر من **(10%)** من وزن الجسم. والمخطط الآتي يوضح تصنيف العضلات في الجسم نسبة إلى تركيبها وعملها:



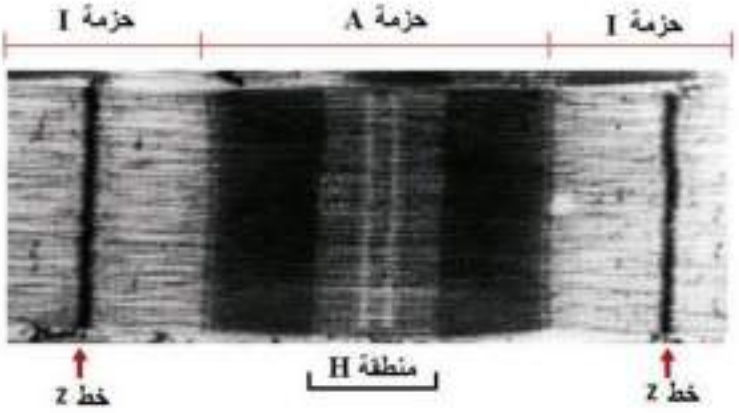
اولاً: العضلات الهيكلية (العضلات المخططة الإرادية) Skeletal Muscles

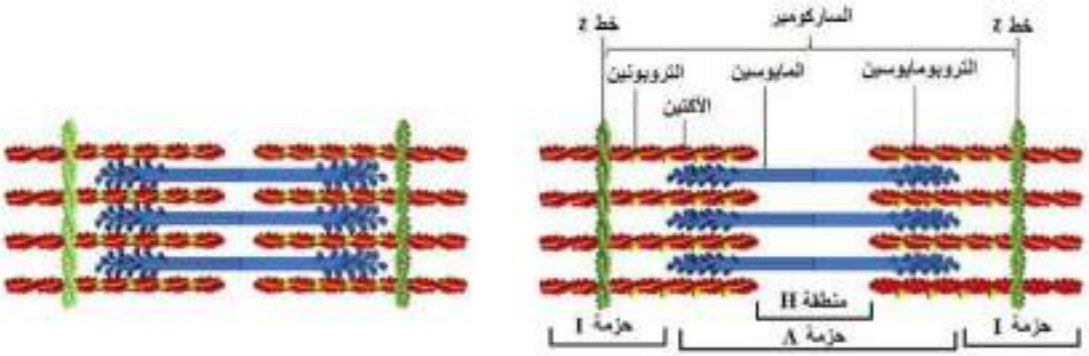
تتكون هذه العضلات من عدد كبير من الالياف العضلية ويكون الليف العضلي محاطاً بغشاء يسمى غشاء البلازما العضلي او الساركوليما **(Sarcolemma)**، ويتكون الليف من عدد كبير من التراكيب الخيطية المتوازنة تعرف بالليفات العضلية **(Myofibrils)**، ويمكن مشاهدتها تحت المجهر الضوئي، وتنقسم هذه الليفات او اللويفات الى خيوط **(Filaments)** عضلية وهي بدورها تتكون من بروتينات لها القدرة على التقلص، وتتجمع هذه الليفات على شكل مجاميع مكونة من **(4)** الى **(20)** ليفة او اكثر، وتنفصل كل مجموعة عن بعضها البعض بواسطة فسح ، وتكون هذه الفسح مملوءة بالسايتوبلازم العضلي او الساركوبلازم **(Sarcoplasm)**، ويحتوي الساركوبلازم على الشبكة الساركوبلازمية. والشكل (20) يوضح تركيب العضلة الهيكلية.



الشكل (20) يوضح تركيب العضلة الهيكلية

وعند فحص الليفات العضلية في العضلة الهيكلية تحت المجهر الضوئي نجد ان كل ليف يتكون من مناطق مضيئة متبادلة مع مناطق معتمة ويرمز الى المناطق المضيئة بالحرف **(I)** **(I Band)**، في حين يرمز الى المناطق المعتمة بالحرف **(A)** **(A Band)** ويقطع خط معتم وسط كل شريط مضيء ويطلق عليه اسم او رمز **(Z)**.كما يلاحظ عندما تكون العضلة في حالة ارتخاء وجود منطقة مضيئة نسبياً في منتصف الشريط المعتم يطلق عليها اسم منطقة **(H)** ، ويطلق مصطلح الساركومير **(Sarcomere)** على المنطقة المحصورة ما بين خطي **(Z)** متجاورين وهو وحدة التركيب لليف العضلي . والشكل (21) يوضح الساركومير في حالتي الارتخاء والتقلص.





السارکومير في حالة الارتخاء أو الانبساط العضلي السارکومير في حالة الانقباض أو التقلص العضلي

الشكل (21) يوضح السارکومير في حالتي الارتخاء والتقلص

الوظائف العامة للعضلات الهيكلية General functions of skeletal muscles

1- احداث الحركة

تسبب الانقباضات المختلفة نوعين من **الحركة الاولى حركة موضعية** كحركة العين في محجرها مما يمكنها من التوجه نحو الاشياء التي نريد رؤيتها دون الحاجة إلى تحريك الرأس أو كحركات عضلات العنق التي تحرك الرأس في اتجاهات عديدة . **والحركة الثانية حركة انتقالية** تساعدنا على الانتقال من مكان لآخر أو على تغيير وضع الجسم للحفاظ على التوازن.

2- **الحفاظ على وضع الجسم (القوام)**

تعمل كثير من عضلات الجسم بشكل مستمر للحفاظ على وضع الجسم ثابت ومستقر رغم الوجود الدائم لتأثير قوة الجاذبية.

3- تثبيت المفاصل

تفتقر بعض المفاصل إلى وجود أنسجة داعمة لها ولذلك تقوم العضلات اثناء شدها للعظام المحيطة بالمفصل بتثبيته واعطائه دعما و من أمثلة هذه المفاصل مفصل الركبة و الكتف.

4- توليد الحرارة و الحفاظ على درجة حرارة الجسم

تستهلك العضلات عند انقباضها طاقة كيمائية على هيئة الإدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) جزء من هذه الطاقة (75%) يتبدد على هيئة حرارة لها أهمية حيوية لأنها تبقي درجة حرارة الجسم مناسبة تنتشر في الأنسجة المحيطة

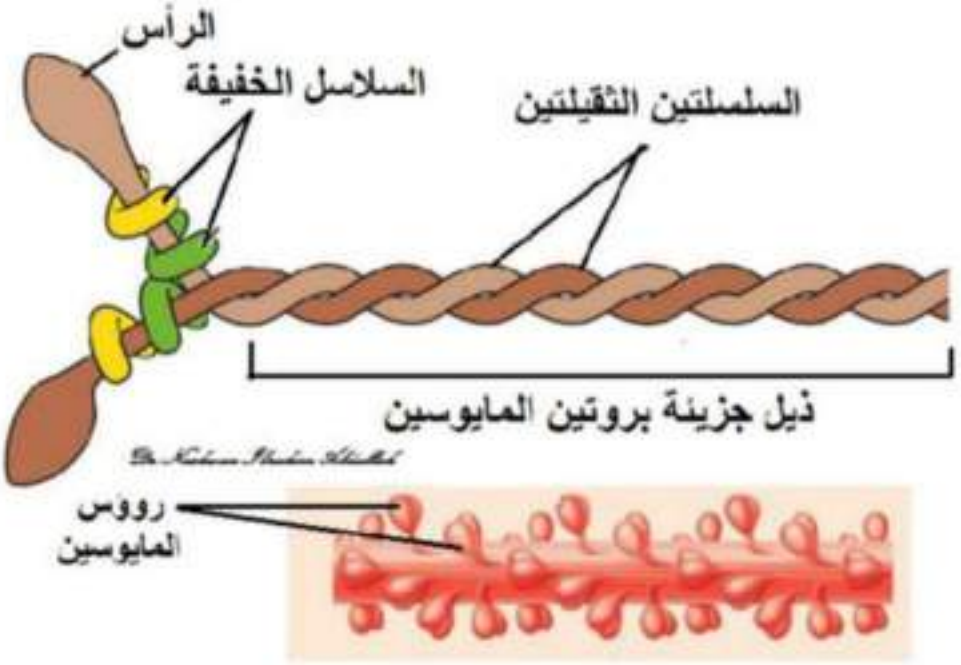
وتعطي احساسا بالدفء خاصة في فصل الشتاء . وبما أن العضلات الهيكلية تمثل 40% من كتلة الجسم فأغلب الحرارة تتحرر بواسطتها. يعد الارتجاف الذي يحدث عند التعرض للجو البارد آلية فسيولوجية اذ تنقبض العضلات الهيكلية لتبث الحرارة في الجسم وتعيد إليه الدفء أو تمنع المزيد من الانخفاض في درجة حرارة الجسم (الحفاظ على التوازن الوظيفي للجسم).

البروتينات العضلية Muscle proteins

هناك اربعة انواع من البروتينات العضلية وهي كما يأتي:-

1- بروتين المايوسين Myosin protein

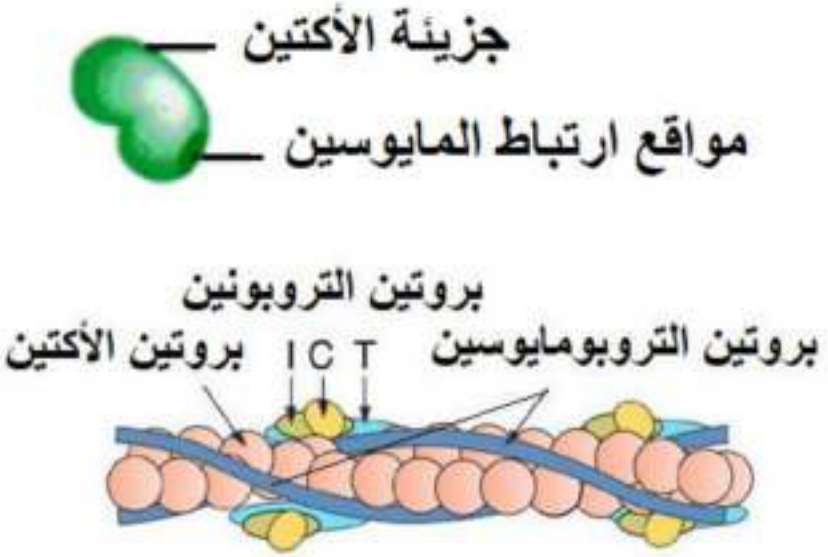
وهو خيط بروتيني عريض يتكون من سلسلتين ثقيلتين واربعة سلاسل خفيفة تشكل خيطاً متحلزناً ذات نهاية رأسية مزدوجة وذيلاً، ويبلغ قطره **(12)** الى **(18)** نانوميتر وطوله **(1.6)** مايكروميتر، ويؤلف المايوسين نصف مجموع البروتين الليفي، ويحتوي على امتدادات عرضية تدعى الجسور المستعرضة **(Cross-Bridges)** وتسمى ايضاً رؤوس المايوسين، وتحتوي هذه الرؤوس على موقع لارتباط الاكتين وموقع تحفيزي يعمل على تجزئة **(ATP)** وذلك لان رؤوس المايوسين تعمل كانزيم يدعى الادينوسين ثلاثي الفوسفاتيز **(ATPase)**، ان هذه الرؤوس تعمل كجسور مستعرضة ترتبط بجزيئات الاكتين. والشكل (22) يوضح تركيب بروتين المايوسين.



الشكل (22) يوضح تركيب بروتين المايوسين

2- بروتين الاكتين Actin protein

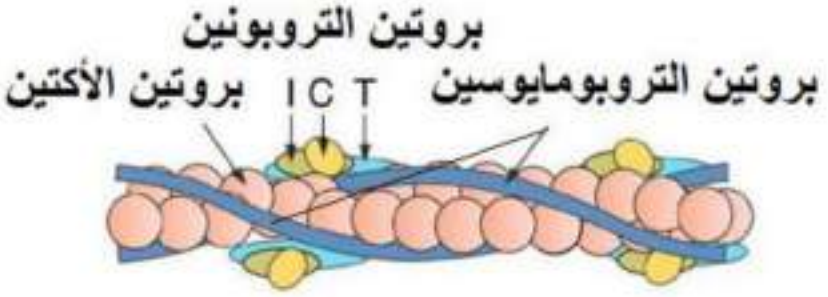
وهو خيط بروتيني رفيع له تركيب خيطي يشبه الى حد ما سلسلة المسبحة او يأخذ شكل حلزون مزدوج، ويتكون الخيط الرفيع من شريطين من الاكتين يلتفان معاً بنمط حلزوني ، يبلغ قطره **(5)** الى **(8)** نانوميتر ويبلغ طوله **(1)** مايكروميتر. ان هذا البروتين لايمتلك خاصية التقلص. والشكل (23) يوضح بروتين الأكتين.



الشكل (23) يوضح بروتين الأكتين

3- بروتين التروبومايوسين Tropomyosin protein

هو بروتين ليفي يؤلف **(2.5%)** تقريباً من البروتين الليفي للعضلة ، يوجد هذا البروتين في الاخدود الواقع بين سلسلتي جزيئات الاكتين، ولايمتلك القدرة على التقلص. وظيفته تثبيط الاتصال ما بين الاكتين والمايوسين من خلال تغطية مواقع ارتباط المايوسين الموجودة على الاكتين عندما تكون العضلة في حالة ارتخاء أو انبساط. والشكل (24) يوضح بروتين التروبومايوسين.



الشكل (24) يوضح بروتين التروبومايوسين

4- بروتين التروبونين Troponin protein

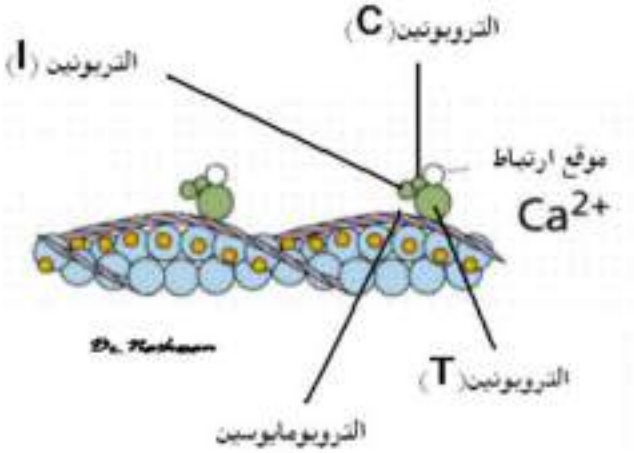
وهو معقد من ثلاث وحدات او جزيئات بروتينية كروية، يرتبط بالتروبومايوسين والاكتين. وهذه الوحدات او الجزيئات هي كما يأتي:

أ- التروبونين (T): يشير الحرف (T) إلى التروبومايوسين، يرتبط هذا التروبونين بالتروبومايوسين.

ب- التروبونين (I): يشير الحرف **(I)** الى كلمة مثبط، اذ يثبط هذا التروبونين التفاعل بين الاكتين والمايوسين.

ج-التروبونين (C): يشير الحرف **(C)** الى كلمة الكالسيوم حيث يحتوي هذا التروبونين على مواقع لارتباط ايونات الكالسيوم **(Ca^{+2})** التي تعمل على بدء عملية التقلص.

والشكل (25) يوضح بروتين التروبونين .



الشكل (25) يوضح بروتين التروبونين

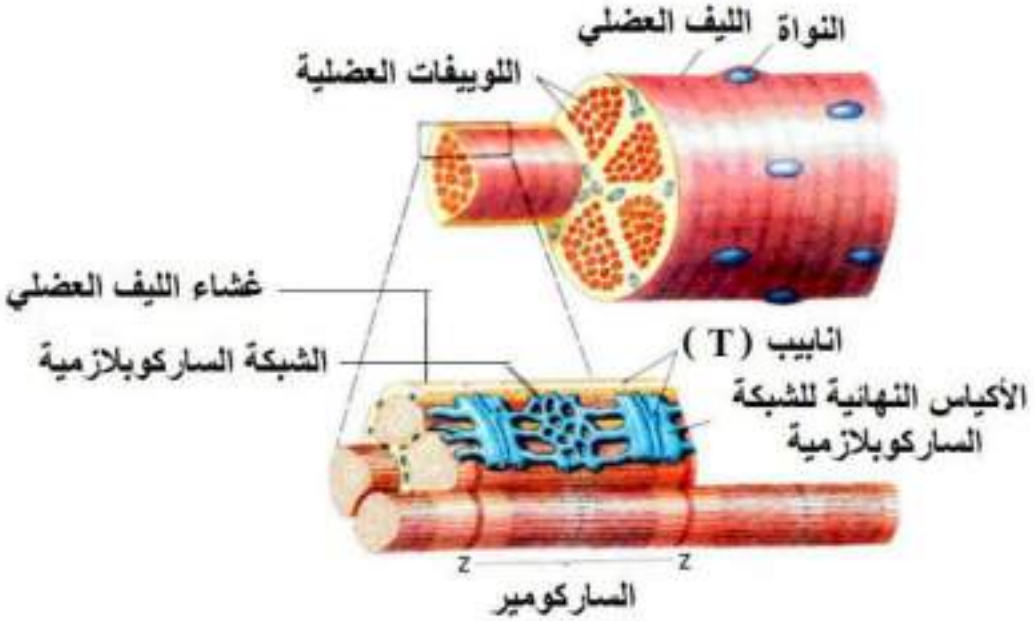
الجهاز العضلي الانيبيبي Tubular muscular system

وهو عبارة عن سلسلة من الحويصلات والانيبيبات الدقيقة التي تحيط باللوبيفات العضلية. والشكل (26) يوضح الجهاز العضلي الانيبيبي.

يتألف الجهاز العضلي الانيبيبي مما يأتي:

1- الجهاز المستعرض (الانيبيبات المستعرضة) T-System

وهو انيبيبات غشائية تنشأ من غلاف الليف العضلي وينتج منه وتمتد هذه الانيبيبات عمودياً وبشكل عميق في الليف العضلي عند نقطة الاتصال مابين الحزمة **(A)** و **(I)** في اللوبيفات العضلية، وتكون الانيبيبات **(T)** على اتصال بالسائل المحيط بالليف العضلي، لذا تعد هذه الانيبيبات بمثابة امتدادات داخلية لغشاء الليف العضلي وبذلك تكون وظيفتها هي نقل النبضة العصبية (موجة جهد الفعل) المنتشرة على غشاء الليف العضلي الى جميع اللوبيفات الموجودة في الليف العضلي.



الشكل (26) يوضح الجهاز العضلي الانيبيبي

2- الشبكة الساركوبلازمية Sarcoplasmic reticulum

وهي عبارة عن شبكة من الانابيب والاوعية تمتد بشكل طولي وتحيط بكل لوبيف عضلي، وتشبه الشبكة الاندوبلازمية لبقية الخلايا وتحتوي الشبكة الساركوبلازمية على اكياس لخزن ايونات الكالسيوم (Ca^{+2}) تسمى الاكياس النهائية.

أنواع الألياف العضلية Types of muscle fibers

تصنف الالياف العضلية استناداً الى خصائصها التقلصية والايضية الى كل مما يأتي :-

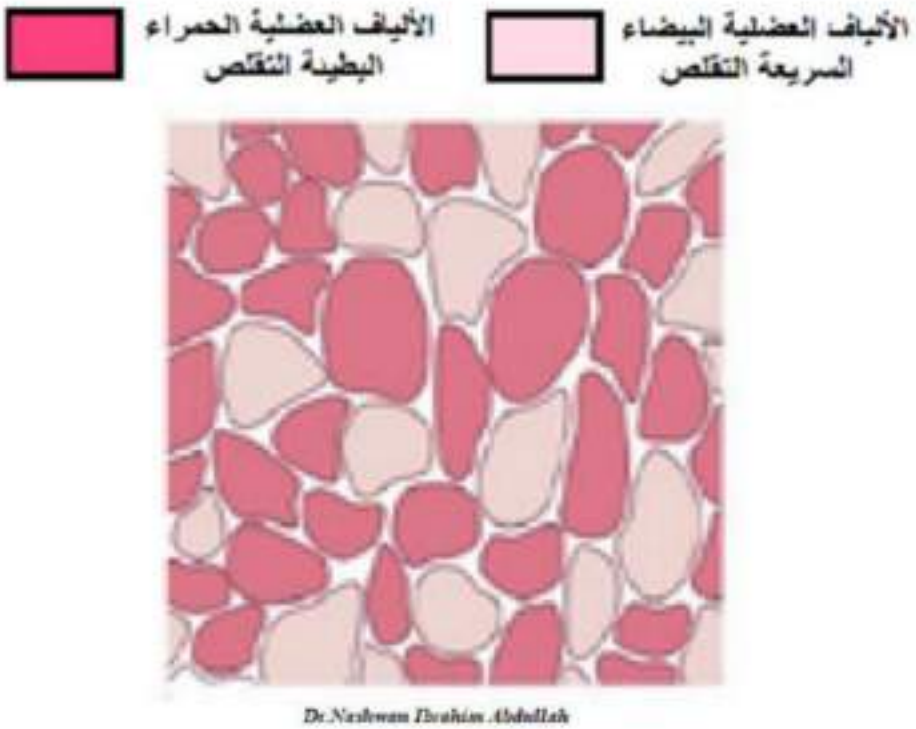
اولا: الألياف العضلية البطيئة التقلص أو الالياف الحمراء (الياف النوع الاول)

يقوم هذا النوع من الالياف العضلية بتوليد الطاقة لإنتاج او تخليق الـ (ATP) من خلال نظام إنتاج الطاقة الهوائي الذي يستمر لمدة طويلة نسبياً أو فترة دوامه طويلة. وتدعى هذه الألياف بألياف (SO) لسرعتها البطيئة في التقلص واعتمادها الكبير على الايض التأكسدي. وتصنف الالياف العضلية البطيئة التقلص ضمن الياف النوع الاول (Type I).

وتتميز هذه الالياف بما يأتي:-

1- مستوى منخفض من فعالية إنزيم الأدينوسين ثلاثي الفوسفاتيز (ATPase).
2- بطيئة التقلص وبطيئة التعب.
3- تكون كفاءتها في تحليل السكر اقل تطوراً مما هي عليه في الالياف السريعة.
4- تحتوي على العديد من المايتوكوندريا.
5- تحتوي على تراكيز عالية من انزيمات الماتوكوندريا اللازمة لإدامة الايض الهوائي.

وتتلائم الالياف العضلية البطيئة التقلص مع التمارين أو الفعاليات الرياضية الهوائية التي تستمر لفترة طويلة وذلك لأنها بطيئة التعب وتحتوي على العديد من المايتوكوندريا وعلى تراكيز عالية من انزيمات الماتوكوندريا اللازمة لإدامة الايض الهوائي. . وتدعى هذه الألياف بألياف (SO) لسرعتها البطيئة في التقلص واعتمادها الكبير على الايض التأكسدي. والشكل (27) يوضح الألياف العضلية البطيئة التقلص أو الالياف الحمراء (الياف النوع الاول).



الشكل (27) يوضح الألياف العضلية البطيئة التقلص أو الالياف الحمراء (الياف النوع الاول)

ثانيا : الالياف العضلية السريعة التقلص أو الالياف البيضاء (الياف النوع الثاني)

تعتمد الالياف العضلية السريعة التقلص بشكل كبير على نظام تحليل السكر **(Glycolylic System)** لنقل الطاقة. وقد سميت هذه الالياف ايضاً بألياف **(FG)**. وتصنف الالياف العضلية سريعة التقلص ضمن الياف النوع الثاني(Type II) ، ويوجد نوع ثانوي من الالياف السريعة في الانسان ويتميز هذا النوع بسرعة التقلص مع كفاءته النامية بشكل معتدل لنقل الطاقة الهوائية واللاهوائية. وتسمى هذه الالياف بالياف النوع الثاني (أ) (Type II A) كما وافترض وجود نوعين أخرين هما النوع الثاني (ب) (Type II B) والنوع الثاني (جـ) (Type II C). وان للنوع الثاني (ب) (Type II B) كفاءة لاهوائية كبيرة اما النوع الثاني (جـ) (Type II C) فيعد من الالياف النادرة غير المتمايزة.

وتتميز هذه الالياف بما يأتي:-

1- لها القابلية على توليد طاقة سريعة لتقلصات سريعة وقوية لأنها تحتوي على مستويات عالية من إنزيم الأدينوسين ثلاثي الفوسفاتيز (ATPase).

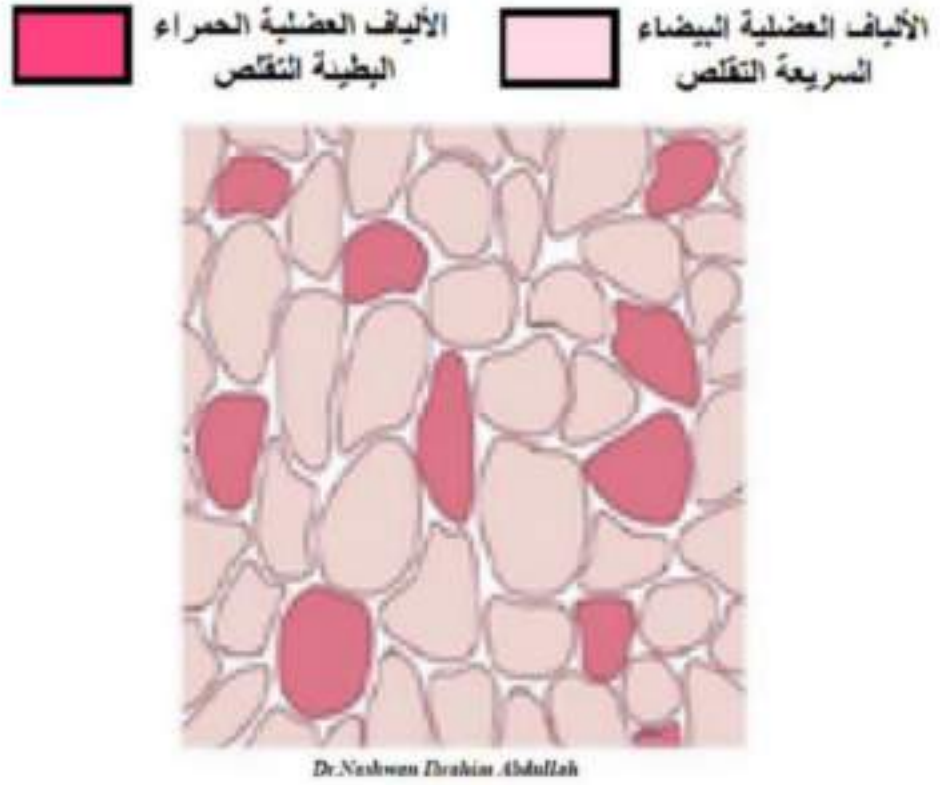
2- سريعة التقلص وأن سرعة تقلص هذه الالياف يعادل ضعف سرعة تقلص الالياف العضلية البطيئة التقلص. لذلك تتلائم مع فعاليات السباقات السريعة والقصيرة الأمد (فترة الدوام القصيرة) وكذلك مهمة أيضا في بعض الفعاليات

الرياضية مثل كرة السلة وكرة اليد وغيرها والتي تحتاج في بعض الأوقات إلى طاقة سريعة يتم تجهيزها من خلال المسار الايضي اللاهوائي.

3- تكون كفاءتها في تحليل السكر اكثر تطوراً مما هي عليه في الالياف العضلية البطيئة التقلص.

4- سريعة التعب.

والشكل (28) يوضح الالياف العضلية السريعة التقلص أو الالياف البيضاء (الياف النوع الثاني).



الشكل (28) يوضح الالياف العضلية السريعة التقلص أو الالياف البيضاء (الياف النوع الثاني)

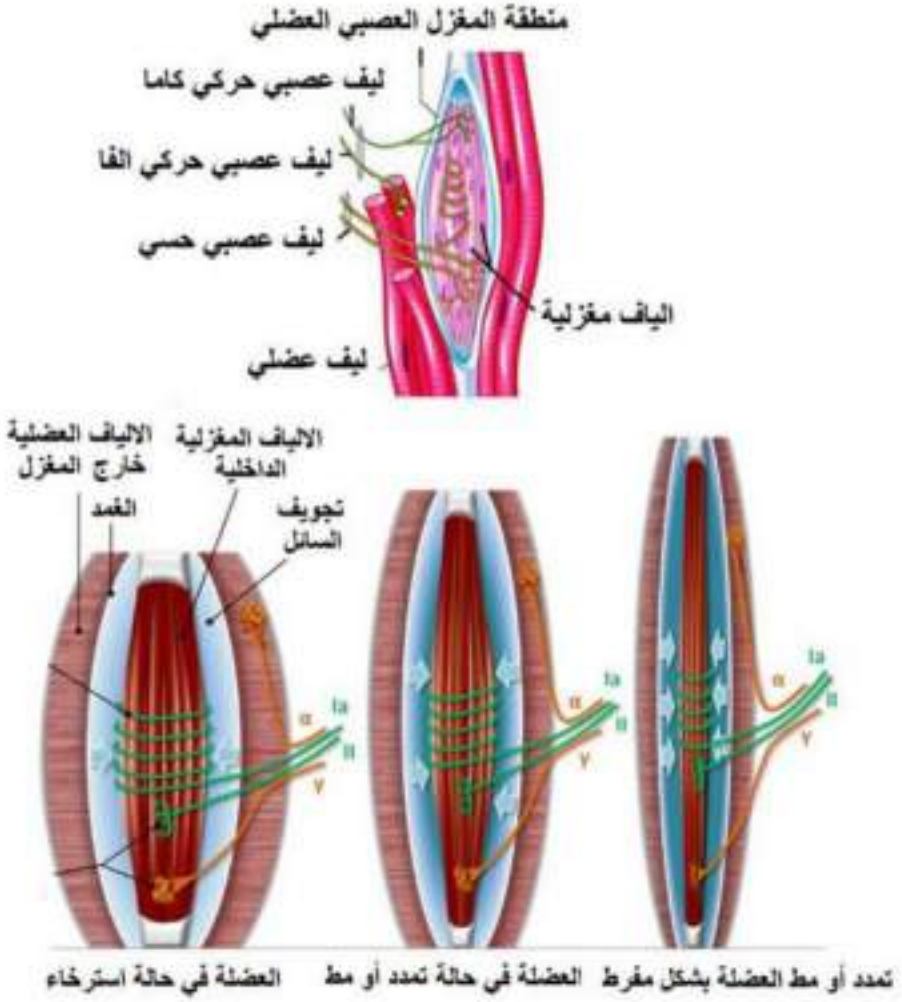
تحتوي أغلب العضلات الهيكلية في جسم الانسان على مزيج من الالياف العضلية السريعة والبطيئة التقلص، وهناك عضلات يسيطر عليها نوع واحد من الالياف العضلية ، فعلى سبيل المثال تحوي العضلة الاخمصية على (25 - 40%) من الالياف العضلية البطيئة التقلص اكثر من أي عضلة اخرى في عضلات الرجلين، اما العضلات ذات الرؤوس الثلاثة العضدية فتحتوي على نسبة (10 - 30%) اكثر من الالياف العضلية السريعة التقلص من أي عضلة في الذراعين. وقد لوحظ ان الرياضيين المتفوقين في فعاليات المطاولة تكون الالياف العضلية البطيئة التقلص هي السائدة في عضلاتهم العاملة في مثل هذه الفعاليات ، أما في الفعاليات التي تتميز بسرعة الاداء فان الالياف العضلية السريعة التقلص تكون هي السائدة لدى الرياضيين الممارسين لهذه الفعاليات الرياضية ، بينما نجد ان هناك نسبة مئوية متساوية تقريباً من نوعي الالياف العضلية لدى الرياضيين الممارسين من الرجال والنساء في حالة الفعاليات الرياضية كركض المسافات المتوسطة وغيرها من الفعاليات الرياضية التي تتطلب مساهمة نظامي انتاج الطاقة الهوائي واللاهوائي.

الاعضاء الحسية الذاتية للعضلة Muscle sensory organs

تحتوي معظم عضلات الجسم على نوعين من المستقبلات او الاعصاب الحسية واللذان يقعان في العضلة والاوتار والمحافظ الليفية للمفاصل وتقوم هذه الاعصاب الحسية العضلية بإعطاء تغذية حسية راجعة الى الدماغ عن حركة ووضع العضلات والمفاصل وهذه المستقبلات او الاعصاب الحسية هي كل من :-

اولا : المغازل العضلية Muscle Spindles

المغازل العضلية عبارة عن مستقبلات حسية تستجيب للتمدد مرتبة بشكل متوازي مع الالياف العضلية ، تتكون من عدة الياف مغزلية صغيرة وتتصل نهايات العصب بالاغمدة المحيطة بالألياف العضلية ، وتكون المغازل العضلية مسؤولة عن مراقبة مطاطية وطول العضلة وكذلك الحث على بدء الانقباض العضلي لتقليل المط في العضلة في اثناء تقلصها وذلك لان المغازل العضلية وظيفيًا هي عبارة عن أجهزة كشف للتمدد والتحسس لمقدار وسرعة إطالة أو تمدد العضلات أو تقصيرها. والشكل (29) (أ ، ب) يوضح المغازل العضلية وآلية عملها.



الشكل (29 أ) يوضح المغازل العضلية وآلية عملها



الشكل (29 ب) يوضح المغازل العضلية وآلية عملها

ووفقًا لذلك عند مد العضلة ينتقل هذا التغيير في طول العضلة إلى المغازل وألياقها داخل المغزل فيتمدد المغزل العضلي أيضًا ويتنشط ويقوم بدوره بإرسال منبهات أو حوافز إلى الحبل الشوكي (عبر الألياف العصبية الأولية (المجموعة Ia)) ويؤدي ذلك الى تنشيط المزيد من الخلايا العصبية الحركية ألفا (α) في النخاع الشوكي وتقوم بإرسال المنبهات أو الحوافز الى العضلات مسببة انقباض أو تقلص العضلات الممدودة أو التي تكون في وضع المط ، وبالتالي حمايتها من الإجهاد أو مط العضلة المفرط (Overstretched). في النهاية ، يعمل المغزل العضلي على تنبيه الدماغ إلى خطر تمدد أو مط العضلة الأكثر من اللازم.

ثانيا: عضو كولجي الوتري Golgi Tendon Organs (GTO)

هو مستقبل حسي يقع ضمن اوتار العضلات ويتصل بها على التوالي وظيفته التحسس للشد في معقد الوتر ــ العضلة **(Muscle-Tendon Complex)(GTO)** أثناء التمدد السلبي للعضلة وكذلك عندما يتمدد الوتر بسبب تقلص العضلات. والشكل (30) يوضح عضو كولجي الوتري.



الشكل (30) يوضح عضو كولجي الوتري

ويعتبر عضو كولجي الوتري (GTO) مستقبلًا لتوتر العضلات وليس مستقبلا لتمدد العضلات وهو شكل من اشكال آليات الحماية وذلك للوقاية من الاصابات العضلية فعندما يبلغ الشد العضلي في العضلة المتقلصة مستويات تنذر بخطر اصابة العضلة فان عضو كولجي الوتري يتحفز ويثبط الانقباض **ويتسبب في استرخاء العضلات** عن طريق تحفيز مجموعة العضلات المضادة لتقليل قوة التقلص أو الانقباض العضلي ، وبالتالي يحمي العضلات من الإصابة لأن القومس الانعكاسي هو آلية ردود فعل سلبية تمنع الكثير من التوتر على العضلات والأوتار.

نستخلص مما تقدم ان المغزل العضلي يتمدد عندما تسترخي العضلة ويصبح في حالة الارتخاء عندما تتقلص العضلات وعلى العكس من ذلك فان عضو كولجي الوتري يتمدد عند تقلص العضلة وهكذا فان الفعالية التي يولدها عضو كولجي الوتري تتناسب مع كمية القوة التي تولدها العضلة بينما تكون فعالية المغزل العضلي متناسبة مع كمية التمدد المطبق على العضلة. باختصار ، يستشعر المغزل العضلي التغيرات في طول العضلات ويؤدي إلى تقلص العضلات ، بينما يستشعر عضو كولجي الوتري التغيرات في توتر أو شد العضلات ويثبطها.

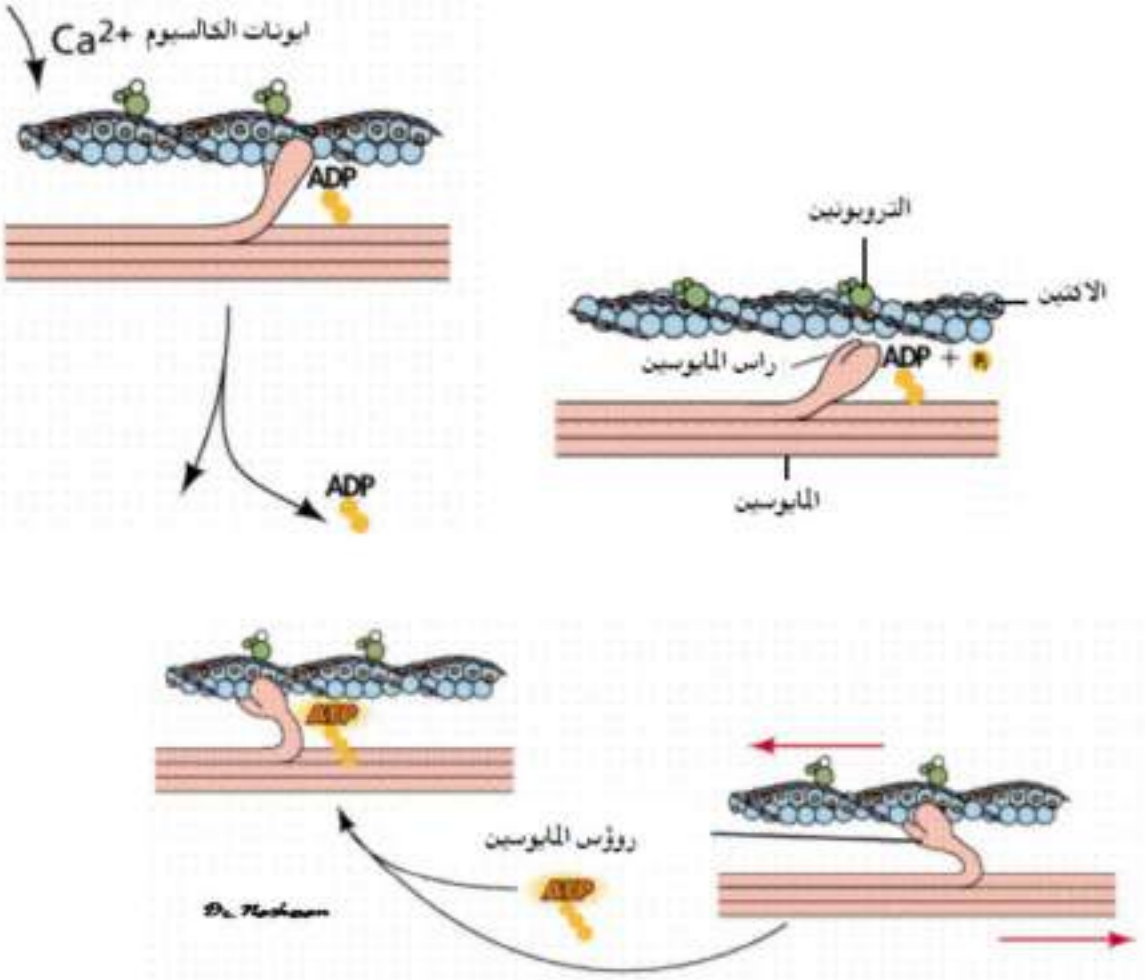
آلية التقلص العضلي Mechanism of Muscle Contraction

لقد ظهرت كثير من النظريات القديمة التي تفسر ظاهرة التقلص العضلي واكثرها غير قابلة للتصديق لذلك تم الغاؤها باستثناء النظرية الانزلاقية (الانزلاق الليفي) التي قدمها كل من هوكسلي وهانسون **(Hhoxly & Hanson)** عام 1954 وهي نظرية مقبولة لأنها قادرة على شرح عملية القصر في طول العضلة ، إذ تنص هذه النظرية على ان قصر العضلة ينتج عن انزلاق خيوط الاكتين لتتقارب مع بعضها البعض خلال المسافات البينية لأجزاء خيوط المايوسين بمساعدة الجسور المستعرضة الموجودة على خيوط المايوسين، فعندما تتحرر الطاقة الكيميائية تتحول الى طاقة حرارية وميكانيكية، تتحرك الجسور المستعرضة الى الداخل باتجاه المايوسين وتجذب معها خيوط الاكتين المتشابكة بها مما يؤدي الى قصر الليف العضلي. ان عملية الانزلاق تعتمد على وجود بروتينات اخرى غير الاكتين والمايوسين وهي بروتيني التروبومايوسين والتروبونين. وفيما يأتي توضيح للآلية العامة للتقلص العضلي:

الآلية العامة للتقلص أو الانقباض العضلي

تتلخص الآلية العامة للتقلص أو الانقباض العضلي بالنقاط الاتية:

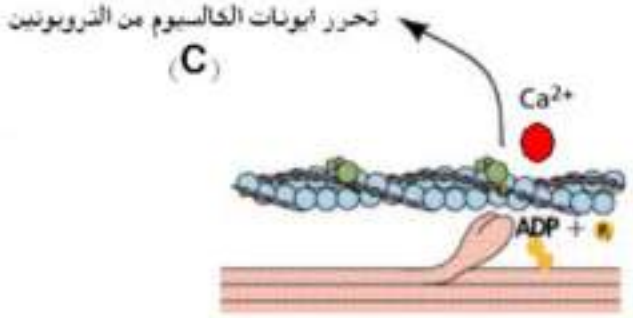
1- انتقال النبضة العصبية (جهد الفعل) على طول العصب الحركي الى نهايته على الالياف العضلية.
2- تحرير الاستيل كولين في منطقة الاتصال العصبي العضلي.
3- ارتباط الاستيل كولين بالمستقبلات النيكوتينية الموجودة على الصفيحة الحركية النهائية.
4- انفتاح قنوات الصوديوم ذات البوابات ودخوله الى داخل الليف العضلي.
5- تكوين جهد فعل الصفيحة الحركية النهائية.
6- تكوين جهد فعل في اغشية الالياف العصبية.
7- نقل جهد الفعل الى جميع اللوبيفات من خلال جهاز **(T)**.
8- تحرير ايونات الكالسيوم **(Ca^{+2})** من الاكياس النهائية للشبكة الساركوبلازمية.
9- ارتباط ايونات الكالسيوم **(Ca^{+2})** مع التروبونين **(C)** ثم تكشف مواقع ارتباط المايوسين الموجودة على الاكتين.
10- تكوين الجسور المستعرضة بين الاكتين والمايوسين ثم انزلاق الاكتين على المايوسين وحدوث عملية التقلص أو الانقباض العضلي. (انظر الشكل (31))



الشكل (31) يوضح تكوين الجسور المستعرضة بين الاكتين والمايوسين وانزلاق الاكتين على المايوسين وحدوث عملية التقلص أو الانقباض العضلي

وتتلخص الية الانبساط العضلي بالنقاط الاتية:

1- تحرر ايونات الكالسيوم (Ca^{+2}) من التروبنين (C).
2- ضخ ايونات الكالسيوم (Ca^{+2}) بشكل فعال الى الاكياس النهائية للشبكة الساركوبلازمية.
3- توقف الارتباط بين الاكتين والمايوسين. والشكل (32) يوضح آلية الانبساط العضلي.



الشكل (32) يوضح آلية الانبساط العضلي

ثانيا: العضلات الملساء (غير ارادية، غير مخططة) Smooth Muscles

أ- تكون العضلة الملساء خالية من التخطيطات العرضية وتكون الشبكة الساركوبلازمية ضعيفة التكوين.
ب- تحتوي العضلة الملساء على الاكتين والمايوسين والتروبومايوسين ولكنها لا تحتوي على التروبونين.
ج- تحتوي العضلة الملساء على القليل من المايتوكوندريا.
د- تعتمد احتياجاتها الايضية بدرجة كبيرة على عملية تحليل السكر.

أنواع العضلات الملساء Types of Smooth Muscles

1- العضلة الملساء الحشوية

يوجد هذا النوع من العضلات الملساء في جدران الاحشاء الداخلية مثل الامعاء والرحم والحالبين وتنقلص بشكل ذاتي ولا تعتمد على الاعصاب. والشكل (33) يوضح العضلة الملساء.



الشكل (33) يوضح العضلة الملساء

2- العضلة الملساء متعددة الوحدات

تتكون العضلة الملساء متعددة الوحدات من الياف ملساء تعمل بشكل مستقل عن الالياف الملساء الاخرى وتعتمد على الأعصاب في تقلصها ونادراً ما تنقلص ذاتياً. ويوجد هذا النوع في العضلات المحركة للشعر والعضلات الموجودة في قزحية العين.

ثالثاً: العضلة القلبية (مخططة، لا ارادية) Cardiac Muscle

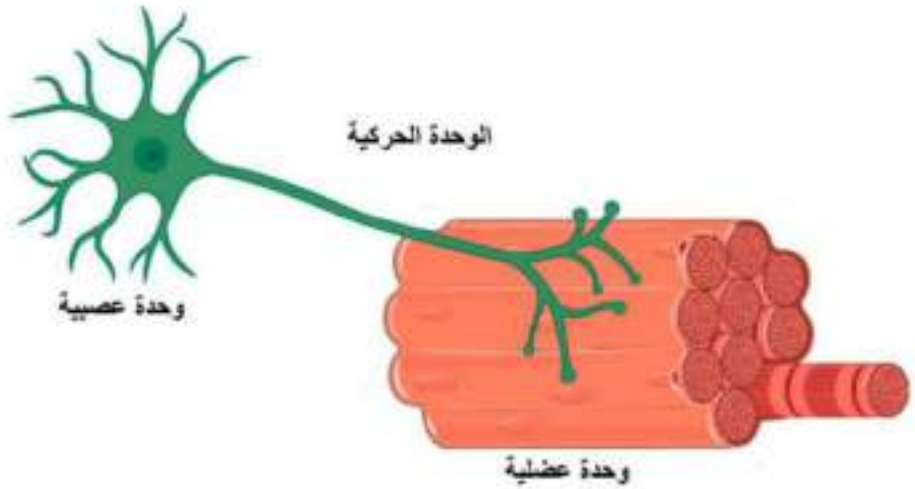
أ- تكون عضلة القلب مخططة لا ارادية.
ب- ترتبط خلاياها العضلية مع بعضها في مواقع تسمى الاقراص البينية.
ج- تنقلص العضلة القلبية بصفتها وحدة متكاملة ويكون تقلصها عضلي المنشأ.
د- تتصف بخاصيتين هما: **النسقية** أي انها تنقلص وتنبسط بالتعاقب، اما الخاصية الثانية فهي **التوصيل**.
هـ - تستغرق وقتاً أطول في تقلصها مقارنة بالوقت الذي تستغرقه العضلات الهيكلية.
والشكل (34) يوضح عضلة القلب.



الشكل (34) يوضح عضلة القلب

الوحدة الحركية Motor Unit

الوحدة الحركية هي ارتباط وحدة عصبية مع وحدة عضلية. اذ ان كل الالياف في الوحدة الحركية تتصل بالعصب المحرك نفسه كوحدة واحدة. ولا يعتمد عدد الالياف العضلية التي تتصل بالعصب المحرك المفرد على حجم العضلة ولكن يعتمد على اساس عمل العضلة (توافق ودرجة الدقة) لذلك يختلف عدد الالياف العضلية في الوحدة العضلية من وحدة حركية لأخرى ، ففي الوحدات الحركية الصغيرة للعضلات التي تحرك العين نجد ان الوحدة الحركية تكون مؤلفة من **(5)** خمسة او **(6)** ستة الياف عضلية فقط ، بينما نجد ان الوحدات الحركية الكبيرة مثل الوحدات الحركية لعضلات الظهر يصل عدد الالياف العضلية فيها الى **(150)** ليفة عضلية ، وقد يصل عدد الالياف العضلية في الوحدات الحركية في عضلات الساق الى **(1900)** ليفة عضلية. ومن البديهي انه كلما قل عدد الالياف العضلية في الوحدة الحركية كلما كانت الحركة الناتجة سريعة ودقيقة ولكن ينقصها القوة، وكلما زاد عدد الالياف العضلية في الوحدة الحركية كلما كانت الحركة الناتجة قوية. وتزيد قوة انقباض العضلة كلما زاد عدد الوحدات الحركية التي يتم اثارتها، وتصل قوة انقباض العضلة الى حدها الاقصى عندما يتم اثارة جميع الوحدات الحركية المكونة للعضلة. والشكل (35) يوضح الوحدة الحركية.



الشكل (35) يوضح الوحدة الحركية

قانون الكل او لا شيء The law of all or nothing

يقصد بهذا القانون هو إما ان تستجيب كل الالياف العضلية في الوحدة الحركية او لا تستجيب ، أي ان هذا القانون ينطبق على الوحدة الحركية وذلك لان كل الالياف العضلية في الوحدة الحركية تتصل بالعصب المحرك نفسه كوحدة واحدة. ولا ينطبق هذا القانون على العضلة ككل ، اذ يمكن ان يتقلص عدد من الوحدات الحركية في العضلة بينما لا تتقلص وحدات حركية اخرى في نفس العضلة لذلك ينطبق هذا القانون على الوحدة الحركية فقط.

الاتصال العصبي العضلي Neuromuscular Connection

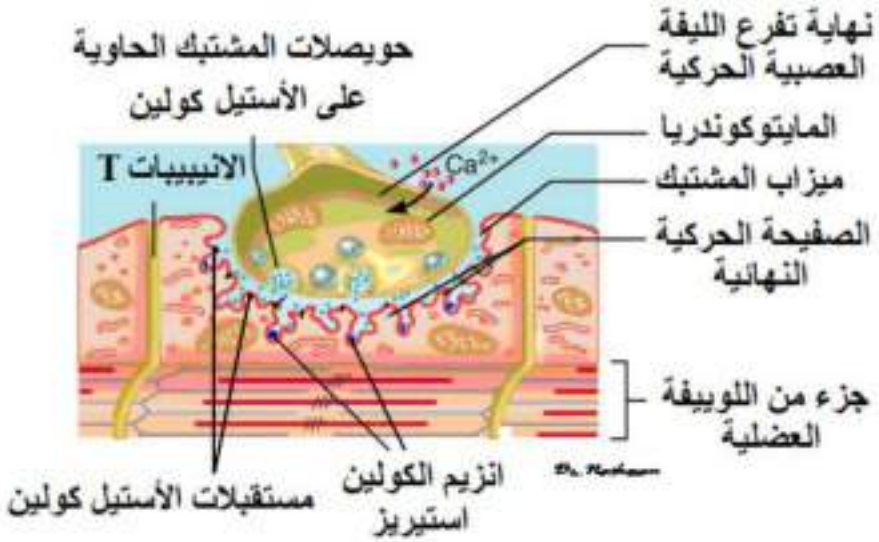
يدعى الاتصال بين نهايات الليف العصبي والليف العضلي اسم الاتصال العصبي العضلي. والصفيحة الحركية النهائية هي جزء من غشاء الليف العضلي الواقع تحت نهاية الليف العصبي. والاتصال العصبي العضلي هو نوع خاص من المشتبك تنتهي فيه الليفة العصبية المتصلة بالعضلة على شكل فروع صغيرة تنتشر على سطح الليفة

العضلية تسمى ميزاب المشتبك (Synaptic Gutter) كما في الشكل (36) ، ويوجد في هذه الحفرة انزيم خاص يدعى انزيم الكولين استيريز يساعد على تحليل مادة الاستيل كولين التي تلعب دوراً هاماً في نقل النبضة العصبية من الليفة العصبية الى الليفة العضلية. وتتم عملية انتقال النبضة العصبية من نهاية الليف العصبي الى نهاية الليف العضلي وفق الخطوات الآتية :-

1- عندما تصل النبضة العصبية إلى الفروع الصغيرة لليفة العصبية الحركية المتصلة بالعضلة تتحرر مادة الاستيل كولين من نهايات هذه الفروع .

2- تمر تتحرر مادة الاستيل كولين بالانتشار عبر غشاء الليفة العضلية الى داخلها وتبدأ بالتأثير على الغشاء. فإذا تحررت هذه المادة بكمية كافية تؤدي الى ازالة استقطاب الغشاء وبذلك يتولد نبضة عصبية في الليفة العضلية نفسها ، وتحدث هذه العملية في الوقت نفسه في جميع الالياف العضلية المكونة للوحدة الحركية وفق مبدأ الكل أو لا شيء ، ولذا تنقبض جميع هذه الالياف في وقت واحد.

3- وبعد ذلك يبدأ انزيم الكولين استيريز في مهاجمة الاستيل كولين وتحليله مسبباً بذلك اعادة الاستقطاب للغشاء مرة اخرى وانبساط الألياف العضلية. والشكل (36) يوضح الاتصال العصبي العضلي والمشتبك.



والشكل (36) يوضح الاتصال العصبي العضلي والمشتبك

الاتصال العصبي العضلي الاتصال العصبي العضلي وتدريب التمرينات البدنية

لقد تم التوصل الى ان برنامج تدريب (المطاولة) لعدة اسابيع يؤدي الى ما يأتي:-

1- حدوث توسعة هامة في ابعاد كل من منطقة ما قبل الاشتباك (نهاية الليف العصبي) ومنطقة ما بعد الاشتباك (نهاية الليف العضلي على الصفيحة الحركية النهائية).

2- حدوث زيادة كبيرة بأعداد الحويصلات الاشتباكية الحاوية على الناقلات العصبية في العقد الاشتباكية في منطقة ما قبل الاشتباك.

3- حدوث زيادة كبيرة بأعداد المستقبلات في منطقة ما بعد الاشتباك والتي يرتبط بها الناقل العصبي عند تحرره من الحويصلات الاشتباكية بعملية الاخراج الخلوي.

وينتج عن هذه التكييفات في منطقتي ما قبل وما بعد الاشتباك كفاءة اكبر في التوصيل العصبي العضلي وبالتالي الى تقليل التعب او تأخير ظهور التعب في الانشطة البدنية التي تتميز بفترة الدوام الطويلة والتي تتطلب تنشيط الجهاز العصبي العضلي لفترة طويلة.

ان تأثير مناهج أو برامج تدريب التمرينات البدنية في منطقة الاتصال العصبي العضلي لا يقتصر فقط على تدريبات المطاولة وانما يمتد ايضا الى تدريبات المقاومة أو القوة (باستخدام الاثقال أو الأوزان) ، إذ وجد ان منهج تدريبات المقاومة لعدة اسابيع يؤدي ايضا الى احداث نفس التغيرات لكن بدرجة اقل وضوحا من التأثيرات الناتجة عن تدريبات المطاولة في منطقة الاتصال العصبي العضلي التي تؤدي الى احداث زيادة بحدود (30%) في حجم منطقة ما قبل وما بعد الاشتباك ، في حين تؤدي تدريبات المقاومة الى توسيع ابعاد ما قبل وما بعد الاشتباك بحدود (15%). وإن سبب هذا الاختلاف في نسب التكيفات الحاصلة في منطقة الاتصال العصبي العضلي يعود الى حقيقة ان المقدار الكلي للنشاط العصبي العضلي يكون اكبر في اثناء تدريبات المطاولة التي تتميز بالنشاط المستمر مقارنة بتدريبات المقاومة التي بطبيعتها تتضمن فترات توقف كثيرة.

التعب العضلي Muscular Fatigue

هو هبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في اداء العمل. فعند قيام العضلات بعدد كبير من التقلصات أو الانقباضات المنفردة أو المستمرة لفترة من الزمن يحدث انخفاض واضح في قابليتها على التقلص ، وقد تمتنع العضلة تماما عن الاستجابة ولكنها تبقى في حالة تقلص جزئي . وفي ما يتعلق بأنواع التعب العضلي الناتج عن استخدام وتدريب مجموعات عضلية معينة بالجسم كبيرة أو صغيرة يمكن تمييز ثلاثة أنواع من التعب هي كما يأتي :

أ – **التعب العضلي الموضعي :** وهو الذي يحدث عند مشاركة اقل من ثلث الحجم الكلي لعضلات الجسم ، مثل تعب عضلات الذراعين عند التصويب في كرة اليد أو السلة أو اللكم على الكيس في لعبة الملاكمة .

ب – **التعب الجزئي :** وهو الذي يحدث عند مشاركة اقل من ثلثي الحجم الكلي لعضلات الجسم مثل تعب عضلات الرجلين في السباحة أو تدريبات الاثقال وغيرها.

ج – **التعب الكلي :** وهو التعب الذي يحدث عند مشاركة اكثر من ثلثي عضلات الجسم ككل في العمل ، وما يرتبط بذلك من زيادة التاثير على وظائف الجهازين الدوري والتنفسي ، مثلما يحدث في رياضات الركض والسباحة والعاب الكرة .

أسباب التعب

1- تراكم الفضلات أو المواد الناتجة عن العمل العضلي مثل حامض اللبنيك.
2- استنفاذ المواد اللازمة للطاقة مثل **(ATP) و (Cp)** والكلايكوجين.
3- حدوث تغيرات في الحالة الفيزيائية للعضلة مثل تغير خاصية النفاذية في الخلية العضلية.
4- اختلال التنظيم والتوافق من مستوى الخلية حتى تنظيمات الأجهزة الحيوية سواء كانت محيطية أم مركزية.

الفرق بين الاجهاد والانهاك والإعياء

الاجهاد: هو الحالة التي تحصل نتيجة تحميل الرياضي اكثر من قابلية تحمله، ويؤدي الاجهاد الى زيادة درجة التعب عند الفرد.

الانهاك: وهو الوصول الى حالة التعب المفرط وعدم القدرة على مواصلة العمل بصورة جيدة وينتج عنه ضعف في قابلية الاداء الحركي.
الاعياء: وهو عدم القدرة على اداء أي عمل وقد يؤدي الاعياء الى فقدان الوعي، والاعياء هو آخر مراحل التعب.

تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العضلي The effect of sports training on the muscular system

إن التكيفات الوظيفية تختلف باختلاف نوع تدريب التمرينات البدنية أو الرياضية المنظمة ، وعلى هذا الاساس تصنف التكيفات والتغيرات الوظيفية في العضلة والناتجة عن تدريب التمرينات البدنية أو الرياضية المنظمة كما يأتي:

اولاً: التغيرات الوظيفية المرافقة لتدريبات القوة في العضلة الهيكلية

1- التضخم العضلي ويحدث نتيجة التغيرات الآتية:

أ- زيادة عد وحجم اللوبيفات في كل ليف عضلي.
ب- زيادة الطاقة الكلية للبروتينات المتقلصة وخصوصاً في خيوط المايوسين.
ج- زيادة قوة الانسجة الرابطة والاوتار والاربطة.

2- الزيادة في تركيز الكرياتين والكرياتين فوسفات **(Cp)** و **(ATP)** والكلايكوجين في العضلة.

3- زيادة نشاط انزيمات تحويل **(ATP)** مثل انزيم المايوكاينيز وانزيم الكرياتين فوسفوكاينيز.

ثانيا: التغيرات الوظيفية المرافقة لتدريبات المطاولة (الهوائية) في العضلة الهيكلية

تؤدي التدريبات الهوائية المنتظمة الى حدوث التغيرات الهامة الآتية في العضلة الهيكلية:

1- زيادة مخزون العضلات من المايوكلوبين.

2- زيادة عدد وحجم المايتوكوندريا.

3- زيادة قابلية العضلة على اكسدة الكلايكوجين.

4- زيادة مخزون الكلايكوجين العضلي.

5- زيادة القابلية القصوى لاكسدة الكاربوهدرات.

6- زيادة قابلية اكسدة الدهن المخزون في العضلات والنسيج الدهني في الجسم.

7- زيادة تراكيز الانزيمات المهمة في المايتوكوندريا وخصوصاً انزيمات دورة كريبس **(Kerbs Cycle)** ونظام نقل الالكترونات التي تشترك في اعادة انتاج ثلاثي فوسفات الاينوسين **(ATP)** عن طريق الايض الهوائي.

9- زيادة النسبة المئوية لمساحة الالياف العضلية الحمراء البطيئة التقلص.

الفصل الخامس

الجهاز التنفسي Respiratory System

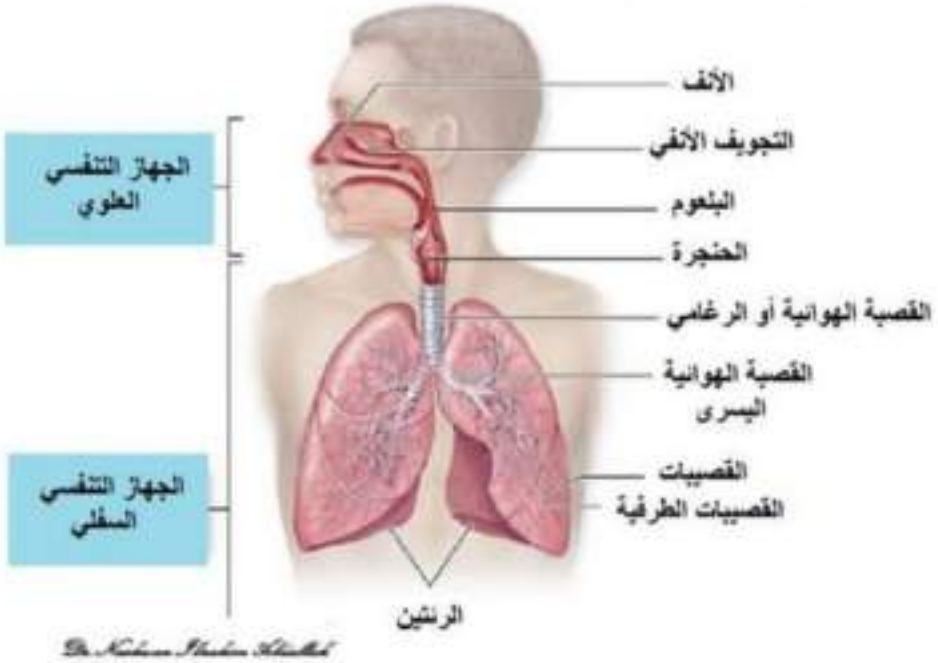
يتكون الجهاز التنفسي البشري من مجموعة من الممرات التي ترشح الهواء وتنقله إلى الرئتين التي يحدث فيها تبادل الغازات داخل أكياس هوائية صغيرة تسمى الحويصلات الهوائية (انظر الشكل (38)). ويتألف الجهاز التنفسي مما يأتي :-

اولا: المجاري التنفسية Respiratory tract

تشتمل المجاري التنفسية على سلسة من الأعضاء التي تنقل الهواء إلى الرئتين وهي كما يأتي :-

1- التجويف الأنفي .
2- البلعوم .
3- الحنجرة .
4- الرغامي .
5- القصبات الهوائية اليمنى واليسرى .
6- القصيبات .
7- الحويصلات الهوائية (الاسناخ) .

وتجدر الاشارة الى أن الجزء العلوي من الجهاز التنفسي أو الجهاز التنفسي العلوي يتكون من **الأنف وتجويف الأنف والبلعوم والحنجرة** ، في حين يتكون الجزء السفي من الجهاز التنفسي أو الجهاز التنفسي السفلي من **الرغامي أو القصبة الهوائية وفرعي القصبات الهوائية اليمنى واليسرى والقصيبات الهوائية**. والشكل (37) يوضح المجاري التنفسية والجهاز التنفسي العلوي والسفلي .



شكل (37) يوضح المجاري التنفسية والجهاز التنفسي العلوي والسفلي



الشكل (38) يوضح الحويصلات السنخية أو الهوائية أو الرئوية

ثانيا : الرئتان Lungs

إن كل رئة هي عبارة عن عضو مخروطي الشكل قمتها إلى الأعلى وقاعدتها إلى الأسفل ، وتتشابه الرئتان من حيث التركيب والوظيفة . وتكون الرئة اليسرى أصغر من الرئة اليمنى التي تتكون من ثلاثة فصوص بينما تتكون الرئة اليسرى من فصين ، وتحاط كل رئة بغشاء رقيق بما يشبه الكيس يسمى بغشاء الجنب الذي يتألف من طبقتين هما الجنب الحشوي الذي يمثل الطبقة الداخلية التي تحيط وتلتصق بالسطح الخارجي للرئة ويتحرك مع سطح الرئة عند دخول وخروج الهواء ، أما الطبقة الثانية فهي الجنب الجداري التي تمثل الطبقة الخارجية التي تبطن السطح الداخلي لتجويف القفص الصدري ويكون هذا الغشاء أسمك من الجنب الحشوي ولا يتحرك مع الرئة أثناء التنفس ويفصل بين غشائي الجنب تجويف يسمى بالتجويف الجنبي ويغطى غشاء الجنب بطبقة رقيقه من سائل يفرز من قبل خلاياهما