**الجامعة المستنصرية**

**كلية التربية الرياضية**

**الدراسات العليا / الماجستير**

انقباض العضلات

**Muscles Contraction**

1. **د غصون فاضل هادي**

**الجهاز العضلي**

**يتألف الجهاز العضلي من مجموعة من العضلات التي تشكل في مجموعها العام من (600) عضلة إرادية والتي تشكل من (40 – 45) % من وزن الجسم وما يقارب (15)% عضلات ملساء لا إرادية اذ يشكل الجاهز العضلي ما يقارب من (50-60)% من وزن الجسم الكلي.**

**العضلة :**

**هي**[**نسيج**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%B3%D9%8A%D8%AC)**ليفيّ يتميز بقابلية الانقباض والانبساط ويؤمِّن حركة الكائن. وتتكون العضلة الهيكلية من حزم عضلية وكل حزمة تتكون من ألياف عضلية ويسمي سيتوبلازم الليفة العضلية الساركوبلازم وغشاء الليفة العضلية يسمي الساركوليما وتتكون الليفة العضلية من لييفات عضلية والليفة الواحدة تتكون من قطع عضلية متجاورة والقطع العضلية تتكون من خيوط بروتينية وهي أكتين وميوسين. تنقسم العضلة إلى قسمين:**[**عضلة هيكلية**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D8%B6%D9%84%D8%A9_%D9%87%D9%8A%D9%83%D9%84%D9%8A%D8%A9)**مخططة وهي عضلات تتكون من حزمة من الألياف الرفيعة مثل عضلات الرأس والجذع والأطراف وهي تتيح الحركة وتسمى عضلات إرادية**[**وعضلة ملساء**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D8%B6%D9%84%D8%A9_%D9%85%D9%84%D8%B3%D8%A7%D8%A1)**وهي تتكون من خلايا أو ألياف مستطيلة وهي غير متصلة بالهيكل العظمي مثل العضلات المخططة وهي تحيط بالأعضاء المجوفة مثل الأمعاء**[**والقصبة الهوائية**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B5%D8%A8%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%88%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9)[**والأوعية الدموية**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%88%D8%B9%D9%8A%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%85%D9%88%D9%8A%D8%A9)**وتسمى عضلات لا إرادية..**

**أنواع العضلات (**

**يمكن تقسيم العضلات إلى مجموعتين هما:**

**1 ـ عضلات لها مندغمات ومندمات: ومنبت العضلة هو طرفها القريب من المحور الطولي المنصف للجسم ومندغم العضلة هو طرفها البعيد، وتنبت هذه العضلات وتندم على تراكيب هيكلية ـ ويطلق عليه اسم العضلة الطولية ـ ومن أمثلة هذا النوع العضلات التي تحرك الأطراف كالأرجل.  
2 ـ عضلات بدون منابت أو مندغمات: وهي مرتبة حول تراكيب جوفاء، وهذه العضلات بصورة عامة أبطأ في حركتها من الطولية، والغالبية العظمى منها وترية، ولذا تسمى العضلات الوترية. ومن أمثلة هذه العضلات: عضلات جدران القناة الهضمية والأوعية الدموية.**

**وان عضلات الجسم تقسم الى ثلاثة أنواع**

1. **العضلات الهيكلية وهي إرادية الانقباض .**
2. **العضلات الملساء وهي غير إرادية الانقباض.**
3. **عضلة القلب وهي عضلة خاصة غير إرادية الانقباض.**

**التركيب الكميائي للعضلات الارادية:-**

**تتألف العضلات من (75 % ماء+ 20% بروتين +3% دهون +1% كاربوهيدرات + 1% املاح ) ويتركب بروتين العضلة من ( المايوسين ، الاكتين ، التروبومايوسين, التروبونين) اما العناصر المعدنية المهمة في السوائل خارج وداخل الليفة العضلية الارادية هما (الصوديوم والبوتاسيوم) اذ تشكل نسبة الصوديوم (3-15) خارج الخلية ونسبة البوتاسيوم(20-50) من كميتة داخل الخلية وعلية نتيجة هذا التوزيع غير متساوي للايونات خارج وداخل الخلية كانت هناك شحنتان موجبة خارج غشاء الخلية يمثل الصوديوم وسالبة داخل الخلية يمثلها البوتاسيوم.**

**تركيب الخلايا والعضلات الهيكلية:**

**تتكون العضلة الهيكلية من عدة حزم من الألياف العضلية , تأخذ كل ليفه منها شكل اسطوانيا , ويتراوح طولها من عدة ملليمترات الى عدة سنتيمترات , بينما يتراوح قطرها من 10 الى 100 ميكروميتر والميكرون = 1على 1000من المللميتر, ويحيط بالليفة العضلية غشاء خارجي يسمى ساركوليما يفصل بين محتويات الليفة وسائل ما بين الخلايا , كما تحتوى الليفة العضلية على سائل الساركوبلازم الذى يلأ فراغ الليفة من الداخل وتتعلق وتسبح فية المكونات الاخرى الاصغر تكوينا والتى تسمى عضيات الخلية التى من أهمها :**

1. **النواة**

**وهى ابرز مكونات الخلية وتقع غالبا فى منتصف الخلية , والنواة هى مركز نشاط الخلية ومركز انقسامها , كما انها تحمل وتنقل الصفات الوراثية من جيل الى جيل**

1. **الشبكة الاندوبلازمية**

**عبارة عن مجموعة من القنينات الدقيقة جدا تحيط بها اغشية مكونة من البروتين والدهون واهم وظائف الشبكة الاندوبلازمية هو توصيل المواد عبر عضيات الخلية المنتشرة فى الساركوبلازم من جهة ومن النواة الى خارج الخلية والعكس من جهة اخرى.**

1. **اجسام جولجى**

**سميت بذلك الاسم نسبة الى مكتشفها العالم الايطالى camillo golgi 1898م وتظهر اجسام جولجى على شكل حويصلات مضغوطة من وسطها , وتتصل بعضها ببعض بواسطة خيوط تسمى الخيوط الشبكية , واهم وظائفها تكوين الانزيمات و الهرمونات.**

1. **الميتوكوندريا :-**

**احد عضيات الخلية التى ليس لها شكل ثابت , وذلك يشير الى ان شكلها قد يتغير حسب الحالة الفسيولوجية للخلية , وتحتوى الميتوكوندريا على مواد الطاقة اللازمة للخلية كالمواد الزلالية الذائبة والجليكوجينية والمواد الدهنية والفوسفورية وغيرها لذا يطلق مخازن الطاقة**

1. **الريبوزمات   
   وهى حبيبات دقيقة كروية الشكل لا ترى الا تحت الميكروسكوب الاكترونى وتوجد معلقة بالشبكة الاندوبلازمية او معلقة حرة فى الساركوبلازم , ولها اهمية كبيرة فى بناء وتكوين البروتينات بالخلية**
2. **السينتريولات (الاجسام المركزية:(**

**هى اقسام سيتوبلازمية اسطوانية الشكل توجد بالقرب من النواة ولها علاقة مباشرة بانقسام الخلية وفصل مجموعتى صبغيات الخلية .**

1. **الفجوات الخلوية :-**

**هى عبارة عن فجوات صغيرة الحجم تحتوى على العصير الخلوى الذى يتركب من الاملاح المعدنية والمواد السكرية وبعض الاحماض العضوية ومواد دهنية ومواد بروتينية ذائبة ومواد صبغية , ولهذا فان الفجوات الخلوية يمكن اعتبارها مخازن مؤقتة لتجمع نفايات الخلية .**

**الوحدة الحركية:motor unit**

**إذا كانت الوحدة البنائية للعضلة هي الليف العضلي، فإن الوحدة الوظيفية هي الوحدة الحركية التي تتكون من الخلية العصبية والألياف 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 ساكروبلازم 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 الألياف العضلية، وأن القوة الناتجة تعتمد على عدد الوحدات الحركية التي استجابت للتأثير العصبي او هي يغذي كل ليف حركي بعد تركه النخاع الشوكي العديد من الالياف العضلية المختلفة وتسمى مجموعة الالياف العضلية التي تغذي بليف عصبي حركي واحد الوحدة الحركية .**

**الليف العضلي:-**

**يحتوي الليف العضلي على الآلاف من اللييفات العضلية والتي تحتل أكبر المساحة ولا تترك إلا القليل منها للسيتوسول. من هذه اللييفات ما هو  قابل( للتقلص ) كالأكتين (Actin) والميوسين (Myosin) ومنها ما هو تنظيمي كالتروبونين (Troponin) والتروبوميوسين (Tropomyosin) ومنها ما هو إضافي كالتينين (Tinin) والنيبيولين(Nebulin).**

**الأكتين هو البروتين الذي يكون الخيوط الرفيعة. يتكون جزيء الأكتين من بروتين كروي هو الأكتين (actin). تجتمع جزيئات الأكتين لتكون سلاسل طويلة تلتف كل اثنتين منها حول بعضها لتكون الخيط الرفيع أو خيط الأكتين.**

**تترتب خيوط الأكتين والميوسين بشكل متوازٍ حول بعضها، وتتصل خيوط الأكتين بخيوط الميوسين عن طريق الجسور العرضية والتي تخترق المساحة الكائنة بينها، وتتكون الجسور العرضية بين الخيطين عندما يتصل رأس الميوسين بالأكتين في موقع ارتباطه عليه (كل جزيء أكتين يحتوي موقعاً واحداً لارتباط رأس الميوسين عليه).**

**الميوسين هو البروتين الحركي في اللييف العضلي وله هيئات مختلفة تختلف باختلاف العضلة وتحدد سرعة انقباض العضلة. يتكون جزيء الميوسين من مجموعة من سلاسل البروتين التي تتداخل فيما بينها لتكون الجزء الطويل من الجزيء (الذيل) وزوجاً من الرؤوس في نهاية الجزيء. اجتماع حوالي 250 جزيئاً من الميوسين يكون الخيوط الثخينة في اللييف العضلي.**

**تترتب جزيئات الميوسين في خيط الميوسين بحيث تكون الرؤوس متجمعة على طرف الخيط، والذيول في المنطقة الوسطى، وتكون المنطقة الوسطى أكثر صلابة من منطقة الأطراف والتي تحتوي الرؤوس القابلة للتحرك من جزيئات الأكتين. ترتبط رؤوس الأكتين ببقية الجزيء عن طريق منطقة تسمى "الرزّة" أو "المفصل" (Hinge region)**

****

****

**وتلخيص تركيب العضلة الهيكلية فيما يلى**

1. **اللويفة العضلية وتتكون من مجموعه فتائل الاكتين والمايوسين.**
2. **مجموعة من اللويفات العضلية تكون ليفة**
3. **مجموعة من الالياف تكون حزمة عضلية.**
4. **مجموعة من الحزم العضلية تكون العضلة.**

**أنواع الألياف العضلية:**

**تنقسم الألياف تبعاً لقدرتها على:**

**أ- الألياف العضلية الحمراء:**

**تحتوي على كمية كبيرة من المايوكلوبين الأحمر وهو البروتين الذي يحمل(O2), الأوكسجين وهذه الألياف لها القدرة على قوة الإنقباض والإستمرار فيه وهي موجودة بكثرة في العضلات وبطيئة الحركة.**

**ب- الألياف العضلية البيضاء:**

**تحتوي على كمية قليلة من المايوكلوبين أحمر اللون, بينما تحتوي على كمية أكبر من الجليكوجين أبيض اللون، وتنقبض بسرعة ولكن لا تستمر في الإنقباض وتستخدم في الأداء السريع كما في بعض عضلات الأصابع والعضلات المحركة للعين.**

**وأشار(Lee L.and Brenda W.) "إلى أنهيمتلك البشر كلهم الأنواع المعينة من الألياف العضلية، كل منها يوزع نسبياً بانتظام في أنحاء عضلات الجسم كافة طبقا للتركيب الوراثي للفرد، ويكون التقسيم العام لها على نوعين (الألياف العضلية ذات الإختلاجة السريعة)و(الألياف ذات الإختلاجة البطيئة), إنَّ التعيين بين السريع والبطيء محدد بالتردد الذي به الخلية العصبية والذي يحكم و يسيطر على الليف المعيّن, تتفوق خلايا الاختلاجة العصبية السريعة بنسبة(10) مرات تقريباً تردد أعظم, فضلاً عن خلق كتلة عضلية أكبر. بينما ذكرت(Laura lee) أنه توجد ثلاثة أنواع من الألياف العضلية:**

**1- الألياف العضلية بطيئة - الأكسدة (نوع I) الألياف.**

**2- الألياف العضلية سريعة - الأكسدة (نوع IIA) الألياف.**

**3- الألياف العضلية سريعة –الأكسدة (نوع IIb) الألياف.**

**التشابك العضلي – العصبي:**

**لا يوجد اتصال فعلي بين سايتوبلازم نهاية الليف العصبي وسايتوبلازم الليف العضلي بل توجد فسحة ضيقة بين غشاء الليفيين . تتميز تفرعات النهائية محور الخلية العصبية بأنها عارية من الغلاف ألدهني وبأنها تتسطح في نهايتها على شكل قرص يستقر في انخفاض في الساركوليما يتميز فيه غشاء الليف العضلي عن سائر الغشاء بكونه سميك . وتدعى هذه المنطقة الصفيحة النهائية الحركية .**

**عندما يصل الإيعاز العصبي إلى نهاية الليف العصبي تتحرر من داخل حويصلات صغيرة كمية من مادة الاستايلكولين التي تجتاز الفسحة الكائنة بينها وبين الصفيحة النهائية  بالانتشار البسيط . يسبب الاستيلكولين زوال الاستقطاب في غشاء الصفيحة النهائية ومنها إلى الساركوليما ومن ثم انتقال موجة من جهد الفعل في الغشاء بسرعة تقارب 3 مترا" في الثانية . يعقب جهد الفعل في غشاء الساركوليما تقلص في الليفات العضلية . يعتقد بان الاستيلكولين يسبب تغيرا" في نضوحية الساركوليما للايونات فتزداد نضوحية الصوديوم وتقل للبوتاسيوم وهذا يؤدي إلى دخول بعض ايونات الصوديوم فزوال الاستقطاب وعندما يصل زوال الاستقطاب حدا" معينا" ( العتبة ) تسير موجة من جهد الفعل في الساركوليما . يجب إن يزول مفعول الاستيلكولين حالا" وإلا بقي الليف العضلي في حالة التقلص المستمر بعد كل تحفيز . يتم ذلك بواسطة إنزيم الكولين استريز الذي يحلل الاستيلكولين الى مادة الكولين وحامض الخليك .**

****

**الإنقباض العضلي (Muscle contraction):**

**تُعد عملية الانقباض العضلي من العمليات المعقدة نظراً لاحتوائها على سلسلة من العمليات الفسيولوجية تبدأ بوصل الإشارة العصبية التي تؤدي إلى إطلاق الطاقة اللازمة لحدوث الإنقباض العضلي, ثم حدوث الإنقباض العضلي واستمرار عمليات الإتصال بين الجهاز العصبي والعضلة من خلال الأعصاب الحسية**

**أنواع الإانقباض العضليTypes of Muscle) (contraction:**

**يوجد أنواع أساسية للإنقباض العضلي, يستخدم كل منها لأداء وظيفة معينة في أثناء الأداء الرياضي وتقسم كما يأتي:**

**1-الإنقباض العضلي الثابت (Isomatric Muscle contraction):**

**يسمى هذا الإنقباض العضلي (الايزوميترك) (Isometric)، والمقصود بالانقباض العضلي الثابت أنَّ العضلة تنقبض دون أن يحصل أي تغيير في طولها أي تتميز بثبات طول العضلة عندما تصل إلى أقصى توترها، ويحدث ذلك في الأنشطة الرياضية التي تؤدي بزمن قصير، وعلى سبيل المثال عند اَرتكاز اللاعب على المتوازي لمدة قصيرة, إذ تنتج قوة عضلية قصوى, ولكن العضلات تكون ثابتة, إلى أنّ الإنقباض العضلي الثابت يحتاج إلى طاقة اللاهوائية بنسبة عالية, فإنّ ذلك يؤدي إلى سرعة التعب بسبب حالة الإنقباض الثابت.**

**2- الإنقباض العضلي المتحرك (Isotonic Contraction):**

**يسمى الإنقباض العضلي (الايزوتوني)، هو الإنقباض الذي يحصل فيه تحريك عضو معين أو مفصل محدد،وإنَّ العضلات لا تخرج كل قوتها لذلك لا تشعر بالتعب، ويقسم إلى:**

**أ-الإنقباض العضلي بالتقصير:**

**يسمى الانقباض العضلي (المركزي)(Concentric Contraction) وهو أحد أنواع الإنقباض العضلي المتحرك, إذ يتم عن طريق إنقباض العضلة نحو مركز العضلة, أي أنَّ العضلة تقصر أثناء الزيادة في مستوى توترها,ويستخدم الانقباض العضلي بالتقصير في أغلب أنواع العمل العضلي, وعلى سبيل المثال رفع الأثقال.**

**ب-الإنقباض العضلي بالإطالة:**

**يسمى هذا الانقباض العضلي (باللامركزي)(Eccentric Contraction)،وهو أحد أنواع الإنقباض المتحرك، وتحدث في هذا الإنقباض الإطالة في ألياف العضلة في أثناء زيادة توترها، أي إنَّ العضلة تنقبض في اَتجاه خارج مركزها، وبذلك يكون الإنقباض عند طرفي ألياف العضلة, على سبيل المثال عند الهبوط من السلالم ويكون العمل العضلي بالإطالة.**

**جـ-الإنقباض العضلي المشابه للحركة:**

**يسمى هذا الانقباض العضلي(الايزوكينتيك) (Muscle Contraction Isokinetic) ,هو أحد أنواع الانقباض العضلي المتحرك, الذي يشبه في تركيبه من حيث الشكل والقوة الناتجة منها بمقدارها وسرعتها للإنقباضات نفسها التي تحدث في أثناء العمل العضلي لأداء مهارة معينة, إذ يتم عن طريق أداء الحركة بسرعة ثابتة حتى لو تغيرت القوة المبذولة على مدى زوايا الأداء، إذ أنَّ سرعة الحركة في الإنقباض العضلي الايزوكينتيك تظل ثابتة على طول مدى الحركة, وعليه فإنّ أداء الإنقباض العضلي الايزوكينتيك يتطلب أجهزة وأدوات خاصة.**

**التغيرات الوظيفية التي تحدث في أثناء الإنقباض العضلي:**

**هناك تغيرات فسيولوجية وظيفية متعددة(Physiological Changes) تسبب ما يدعى بآلية الإنقباضة العضلية، ومن أبرز هذه التغيرات هي:**

**1-التغيرات الكهربائية (Electrical Changes):**

**تبدأ بتدفقات أي موجات كهربائية تصدر عن المنطقة الحركية بالمخ، وتصل هذه الموجات إلى العضلة عن طريق الأعصاب الحركية (Motor Nerves) مروراً بالنخاع الشوكي إلى القـرن الأمامي (Anterior Horn)، وتؤثر في نقط الإتصال العصبية العضلية بصفائح نهايات الأعصاب الحركية.**

**أشارت سميعة خليل محمد " تتمثل في إزالة الاستقطاب ( فرق الجهد ) لجدار الخلية العصبية و الذي يكون من(-90 إلى + 30 )، و يسمى فرق جهد الحركة و الذي يؤدي إلى ظهور الكالسيوم ( ++Ca) الذي قد تجمع في أثناء مدة الراحة".**

**2- التغيرات الكيميائية (Chemical Changes):**

**بعد وصول الموجات الكهربائية إلى صفيحة نهاية العصب الحركي،تؤثر هذه الموجات في مادة الاَستيل كولين المختزنة بحويصلات التشابك العصبي،فتسبب تحرير هذه المادة وإفرازها والتي تنتشر في الساحة العصبية العضلية لترتبط بمستقبلاتها الخاصة (Acetylcolin receptors) الموجودة على غشاء الليف العضلي مؤدية إلى تفاعل وتغير في أنتقال الأيونات, مما يسبب جهداً كهربائياً موجب الشحنة ينتشر على طول الليفات العضلية.**

**3- التغيرات الميكانيكية (Mechanical Changes):**

**عند زيادة تأثير الجهد الكهربائي (Action Potential) الموجب الشحنة الناتج من تفاعلات الاَستيل كولين، واَنتقال هذا التأثير إلى الألياف العضلية من نقطة الإتصال العصبية العضلية يأخذ هذا الجهد في الانتشار في كلا الاتجاهين على طول ألياف العضلة ليبدأ الإنقباض الميكانيكي (Mechanical contraction) وفيه تقصر الألياف العضلية، ومن ثم يقترب منشأ العضلة من إندغامها.ولمّا كانت العضلة تنشأ من عظمة وتندغم في عظمة أخرى عبر أحد مفاصل الجسم،فإنّ عظمة المنشأ تقترب من عظمة الإندغام عند انقباض العضلة أو المجموعات العضلية العاملة على المفصل.**

**الآلية العامة للتقلص العضلي**

1. **يجري جهد فعل على طول العصب الحركي الى نهايته في الالياف العضلية**
2. **يفرز كميات صغيرة من الناقلة العصبية المسماة استيل كولين**
3. **يعمل الاستيلن كولين في غشاء الليف العضلي على فتح عدة قنوات للاستيل كولين**
4. **عند انفتاح القنوات الاستيل كولين يجري كميات كبيرة من ايونات الصوديوم الى داخل غشاء الليف العضلي فيبدا جهد فعل في الليف العضلي**
5. **يزيل جهد الفعل استقطاب غشاء الليف العضلي ويحفز على تحرير كميات كبيرة من ايونات الكالسيوم المخزونة**
6. **يبدا الانزلاق بين فتائل الاكتين والمايوسين وتتم عملية الانقباض**

**مصدر الطاقة اللازمة للتقلص العضلي:**

**تحتوي العضلات على :**

**1- 1% كلايكوجين**

**2- 0.5 % فوسفات الكرياتين .**

**3- 0.025% ثالث فوسفات الادينوسين ATP**

**تعتبر هذه المواد الثلاثة هي المصدر لطاقة عملية التقلص العضلي ويعد ATP المصدر الفوري للطاقة الضرورية لعملية التقلص وعند نفاذه فان فوسفات الكرياتين هو احتياطي ثاني للطاقة الفورية حيث يقوم باعطاء طاقته الى ADP لكي يتحول الى ATP وعند نفاذ هذه المادة فان الكلايكوجين نسبته عالية في العضلات فضلا" عن تكون كمية جديدة منه باستمرار من الكلوكوز الذي يحمله الدم الى العضلات لذا فان الكلايكوجين هو المصدر الرئيسي للطاقة الضرورية لعملية التقلص .**