

الفصل الثاني

الإطار النظري

1-2 مقدمة:

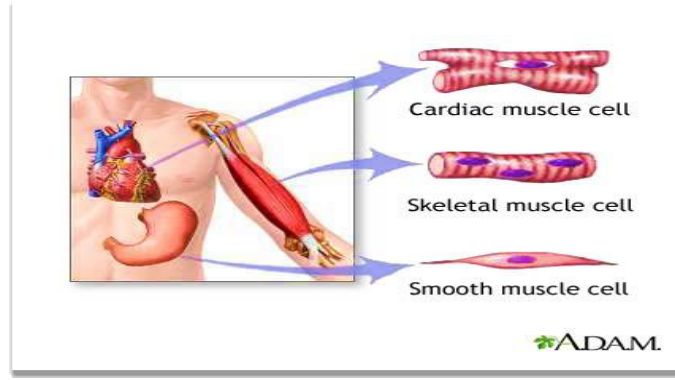
الأطراف الصناعية شكلت ثورة في مجال الهندسة , وخدمة المعاقين ومساعدتهم للعودة إلى حياتهم الطبيعية قدر المستطاع ، وسوف نتحدث في هذه الباب عن العضلات والإشارة الكهربائية التي تنتجها كما سنتحدث عن الأطراف الصناعية ومراحل تطورها.

2-2 العضلات (The muscles) :

تمثل العضلات الهيكل الدعامي لجسم الإنسان وتعطي الجسم مظهره العام، وهي التي تمنح الإنسان القدرة على الحركة والقيام بالإعمال، لذلك سنتحدث عن العضلات للتعرف على أنواعها، وبنيتها التشريحية، والإشارة الكهربائية الناتجة عن عملها والتي يمكن استخدامها من أجل التحكم بالأطراف الصناعية التي هي موضوع بحثنا.

1-2-2 أنواع العضلات (The muscles Types) :

العضلات هي أحد أنواع أنسجة الجسم المسؤولة عن توليد الحركة والقوة، حيث أن الوظيفة الأساسية للعضلات هي تأمين توازن الجهاز الدعامي الحركي أثناء الحركة والسكون، وأيضاً تأمين حركات الأعضاء الداخلية مثل تقلصات عضلة القلب وحركات عضلات الجهاز الهضمي ، وتقسم العضلات حسب الهيكل وخصائص التقلص وآلية التحكم بها إلى ثلاثة أنواع أساسية وهي العضلات الهيكلية (skeletal muscle cell) والعضلات الملساء (smooth muscle cell) العضلة القلبية (cardiac muscle cell) والشكل 1-2 التالي يوضح هذه الأنواع .



الشكل 1-2: أنواع العضلات

2-1-2-2 العضلات الهيكلية (Skeletal Muscles) :

وهي عضلات إرادية تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي ولها وظيفة تأمين أعمال الحياة اليومية، تتركز بأوتار على العظام مثل العضلة ذات الرأسين، وتسمى مخططة بسبب المظهر المخطط للخلايا تحت المجهر، عندما تتقلص عضلة ما أو تقصر يبقى أحد ارتباطيها ثابت ويتحرك الأخر، ومن المعتاد وصف العضلات بمنشأ ومرتكز. منشأ العضلات الهيكلية: النهاية العضلية القريبة للعضلة التي تبقى ثابتة عند التقلص العضلي.

مرتكز العضلات الهيكلية: هو النهاية البعيدة التي تتحرك.

2-2-1-2 العضلات الملساء (Smooth Muscles) :

أعطيت العضلة الملساء صفة الملساء بسبب فقدان التخطيط في مظهرها المجهرى أي أنها عبارة عن عضلة غير مخططة بعكس العضلة الهيكلية التي تكون مخططة. تقسم العضلات الملساء إلى مجموعتين فرعيتين:

i. العضلات الملساء ذات الوحدة المفردة.

ii. العضلات الملساء ذات الوحدة المتعددة.

تستمد العضلة الملساء تعصيبها من الجملة العصبية الذاتية وبالتالي هي عضلة لا إرادية لها وظيفة الحياة الإعاشية، وتكون قابلة للتقلص الجزئي فترات طويلة .

2-1-2-3 العضلة القلبية (Cardiac Muscle) :

تشكل العضلة القلبية الجدار العضلي للقلب وتوجد أيضاً بعض الألياف العضلية القلبية في جدران الأبهر والشريان الرئوي والوريد الأجوف العلوي.

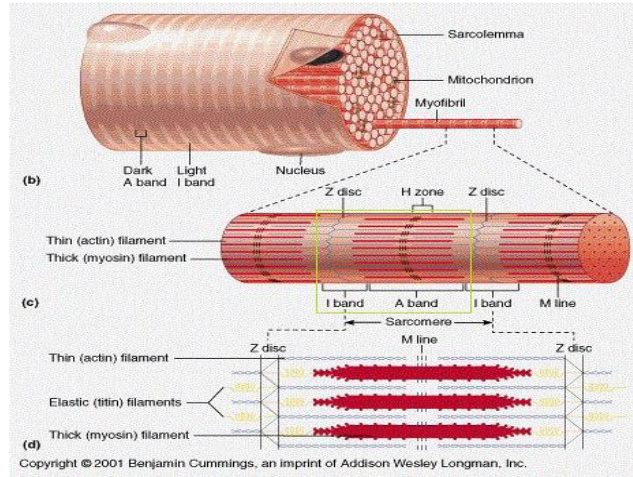
لا تخضع تقلصات العضلة القلبية للتحكم اللاإرادي كما أنها نموذج للعضلة المخططة بسبب مظهرها المخطط حيث أنه للألياف العضلية القلبية تخطيط مثيل للنمط العام لتخطيط الألياف العضلية الهيكلية ولكنها تتفرد بمظهر مميز لألياف العضلة القلبية ألا وهو وجود فواصل ممتدة عرضياً هي الأقراص المتداخلة .

يوجد تنظيم داخلي لنظم القلب يقوم به ناظم خطي مكون من ألياف عضلية قلبية متخصصة تتأثر بالجملة العصبية الذاتية.

2-2-2 البنية التشريحية للعضلات الهيكلية:

عند القيام بعملية بتر في أحد الأطراف فإنه يتبقى جزء من العضلات المبتورة يسمى الجذمور وهو عبارة عن عضلات هيكلية ويتم استخدامه للتحكم بالطرف الصناعي الذي سيتم تركيبه لاستبدال العضو المبتور .

تتألف البنية التشريحية للعضلات الهيكلية من عدة أجزاء وهي ليف العضلة الهيكلية ، غمد الليف العضلي ، الليفيات العضلية ، خيوط الأكتين والميوزين الهيولى العضلية والشبكة الهيولية العضلية والشكل التالي يوضح هذه الأجزاء .



الشكل 2-2: العضلات الهيكلية

• ليف العضلة الهيكلية:

تتكون جميع العضلات الهيكلية من عدة ألياف يتراوح قطرها بين 10 و 80 مايكرو متر، ويتكون كل ليف بدوره من وحدات أصغر فأصغر على التوالي يمتد الليف في معظم العضلات على كامل طول العضلة، ويعصب كل ليف بواسطة نهاية عصب واحد تقع وسط الليف.

• غمد الليف العضلي:

غمد الليف العضلي هو الغشاء الخلوي لليف العضلي، وهو يتألف من غشاء عضلة حقيقي يدعى الغشاء الهيولي وغلالة خارجية مؤلفة من طبقة رقيقة من مادة عديدة السكريد تحتوي ليفيات (كولاجين)، وتندمج هذه في غمد الليف العضلي عند نهايته بليف الوتر، وتتجمع ألياف الوتر بدورها في حزم لتشكل أوتار العضلة التي ترتبط مع العظام.

• الألياف العضلية, خيوط الأكتين والميوزين:

يحتوي كل ليف عضلي عدة مئات وحتى عدة آلاف من الألياف العضلية، ويتألف كل واحد من هذه الألياف العضلية بدوره من حوالي 1500 خيط من خيوط الميوزين و 3000

خيط من خيوط الأكتين التي تصطف بجانب بعضها البعض، وهذه الخيوط عبارة عن جزيئات بروتينية كبيرة تشكل الوحدة المسئولة عن تقلص العضلة، وتتداخل خيوط الأكتين والميوزين فيما بينها بشكل جزئي فتشكل الشرائط الفاتحة والقائمة، تحوي الشرائط الفاتحة خيوط الأكتين فقط، بينما تحوي الشرائط القائمة خيوط الميوزين إضافة لخيوط الأكتين عند تشابكها مع الميوزين، ويلاحظ وجود نواتئ صغيرة تبرز من جوانب خيوط الميوزين تدعى الجسور المعترضة، إن التداخل بين الجسور المعترضة وخيوط الأكتين هو الذي يسبب التقلص.

• الهيولى العضلية:

يعلق الليف العضلي داخل الليف العضلي في مادة خالويه تدعى الهيولى العضلية، وهي مؤلفة من المكونات داخل الخلايا المعتادة، ويحوي سائل الهيولى العضلية كميات كبيرة من البوتاسيوم والمغنيزيوم والفوسفات والإنزيمات البروتينية، وكذلك يوجد أعداد ضخمة من الخلايا التي توضع بين الألياف العضلية موازية لها، وهذا الأمر ذو دلالة هامة على حاجة الألياف العضلية المتقلصة إلى الأدينوزين ثلاثي الفوسفات.

• الشبكة الهيولية العضلية:

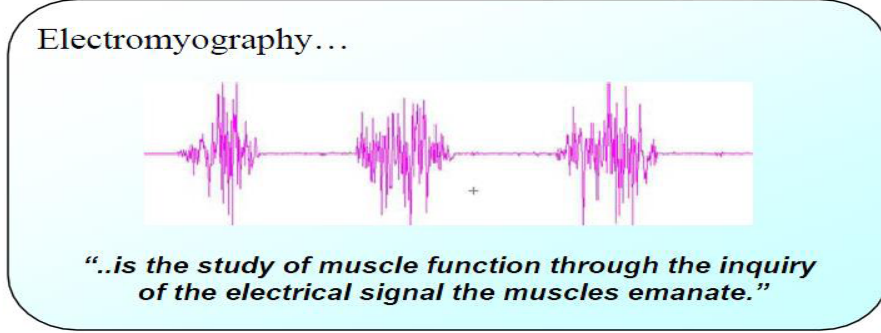
يوجد كذلك في الهيولى العضلية شبكة هيوليه باطنية كبيرة تدعى الشبكة الهيولية العضلية، وهي تملك وضع خاص ذو أهمية كبيرة في التحكم بتقلص العضلة، ومن المعلوم أن أنماط العضلات الأسرع تقلصاً تملك شبكة هيوليه عضلية كبيرة بشكل خاص.

2-2-3 إشارة العضلات (Electromyography (EMG) signal) :

هي إشارة تصف الظاهرة الكهربائية للنشاط العصبي العضلي الحاصل أثناء تقلص عضلة ما ، كما أنها معقدة تتأثر بالخصائص التشريحية والفيزيولوجية للعضلة ونظام التحكم

بالجملة العصبية المحيطية وتتعلق أيضاً بالتجهيزات المستخدمة في اقتباسها وتطور هذه التجهيزات وتحليل الإشارة.

يمكن تعريف هذه الإشارة المعقدة أيضاً على أنها تدرس وظيفة العضلة من خلال اقتباس الإشارة الكهربائية الناتجة منها، والشكل 2-3 يوضح إشارة العضلات.



الشكل 2-3: إشارة العضلات

4-2-2 وحدة الحركة (Motor unit) :

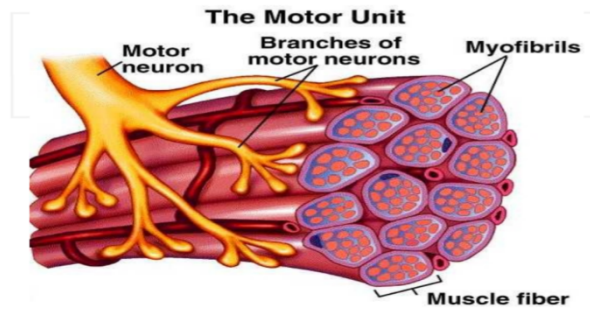
الشكل 2-4 يوضح وحدة الحركة وهي أصغر وحدة وظيفية قادرة على وصف

التحكم العصبي بالتقلص العضلي وتتكون بشكل أساسي من عصبون متحرك

(motoneuron) والألياف العضلية الهيكلية (Skelton muscle fibers) واللذان تتصلان

ببعض عن طريق النهايات المحورية للعصبون المتحرك (motor endplates) حيث تدعى

الوصلة العصبية العضلية بالمشبك العصبي.



الشكل 2-4: وحدة الحركة

2-3 الأطراف الصناعية:

الإطراف الصناعية هي عبارة عن أجهزة تصنع لتعوض عن طرف مفقود في جسم الإنسان.

قد يخسر الإنسان خلال حياته ذراعا أو ساقا ، بسبب حادث أو مرض ، ولكن لا يعني ذلك إن إنتاجيته ونوعية حياته سوف تتغير إلي الأسوأ ، هنالك دائما أمل والإطراف الصناعية هي أمل المستقبل لنوي الاحتياجات الخاصة ، وقد اكتشف العلماء إن أول طرف صناعي تم اكتشافه يعود لموميا فرعونية يعود تاريخها إلي 950 سنة قبل الميلاد ، والشكل 2-5 يبين صورة لهذا الطرف المكتشف.



الشكل 2-5: أو

2-3-1 مراحل تطور الأطراف الصناعية:

بدأت مراحل المشروع العلمي الذي يجمع مابين الطب والتكنولوجيا في مايو 2002م، ويهدف إلي صناعة نوع فريد من الأطراف الصناعية عالية الجودة والمميزات ، ويتوقع العلماء أن تصبح اليد الجديدة متوفرة في مجال الاستخدامات الطبية ، حيث ذكر احد

المهندسين الطبيين في الفريق الدولي وأحد الذين يساهمون في بناء هذه الذراع أن التجارب المبدئية على اليد الجديدة بدأت بشكل فعلي في عام 2002م، ويشارك في مشروع بنائها مجموعة من العلماء الدوليين معظمهم من أوروبا وأميركا واليابان، وهذه اليد تعمل على الإشارات الكهربائية العضلية وهي مصممة بتقنيات عالية.

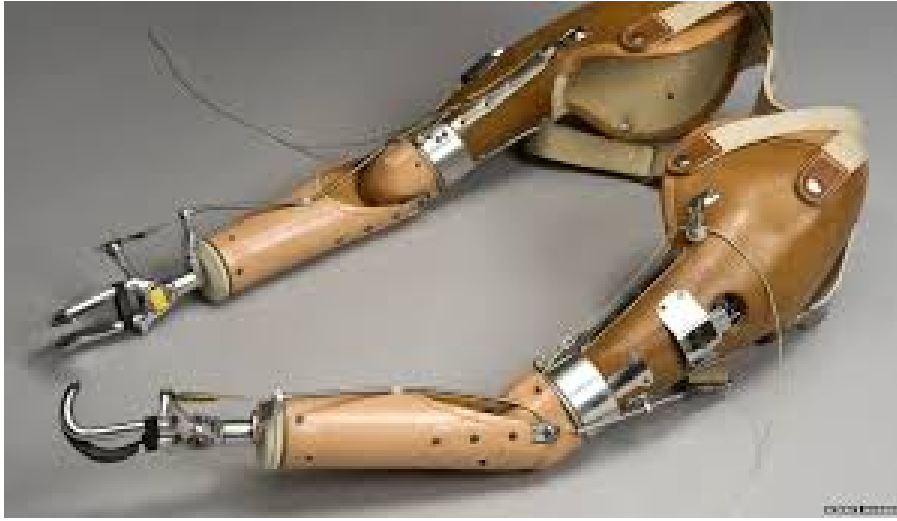
التحدي الكبير في مشروع انجاز هذه اليد هو إنتاج أجهزة الكترونية دقيقة وأدوات حركية بحجم صغير جدا لا تأخذ أكثر من حجم اليد الأصلية، إضافة إلى ذلك يجب ألا تكون اليد بثقل يزيد على 600غرام، وهذا الوزن شبيه بالوزن الطبيعي لليد الحقيقية، ويبحث العلماء عن طرق حديثة لتحديث الجهاز الإلكتروني لهذه اليد ووصله بالجهاز العصبي للإنسان عملية الوصل هذه سوف تلعب دورا بارزا في إنتاج نظام تداخلي جديد بين الإنسان والآلة، ونجاح هذا التداخل سوف يساعد على إنتاج تقنية جديدة من اجل وصل الأعصاب بالأطراف المشلولة وإعادة الحركة للذين تعرضوا للشلل في الأطراف السفلية، والاهم من ذلك هي الأعصاب الحسية التي تعطي الإنسان معلومات، أي يمكن أن يرشد الطرف الصناعي الدماغ إلى موقع الأشياء عن طريق حاسة اللمس، كذلك يمكن أن يحذر الطرف الصناعي من خطورة السوائل من خلال معرفة درجة حرارتها، وذلك على غرار الطرف الطبيعي.

2-3-2 أنواع الأطراف الصناعية:

يوجد للأطراف الصناعية في وقتنا الحاضر أنواع عديدة منها ثابت ومنها متحرك، الثابت منها يستخدم لتعويض فقدان الطرف بشكل تجميلي فقط وبدون تقديم أي حركة، أما بالنسبة للمتحركة فيمكن تصنيفه حسب نوع التحكم بها إلى نوعين:

2-3-2-1 الأطراف الصناعية الميكانيكية:

وهي عبارة عن خشب أو معدن منحوت بطريقة فنية وله مفصل أو اثنين من أجل إنجاز حركة القبض أو البسط البسيطة جداً ، ويتم تحريك الطرف الصناعي بواسطة حركة ميكانيكية يقوم بها المريض نفسه، حيث أنه يتم نقل هذه الحركة من المريض إلى الطرف بواسطة أنظمة حركة ميكانيكية (مسننات، بكرات، محاور تدوير، الخ)، حيث أنه في بعض الأنواع يتم وصل الطرف مع رباط على كتف الطرف السليم بحزام ذو متانة مناسبة، ويقوم المريض بتحريك كتفه بحركة معينة من أجل فتح يده الصناعية، وتعود اليد للوضع الطبيعي وهو وضع الإغلاق (القبض) عند إعادة المريض وضع الكتف إلى الحالة الطبيعية كما موضح بالشكل 2-6 أدناه.



الشكل 2-6: طرف ميكانيكي

2-2-3-2 الأطراف الصناعية الالكترونية (الحديثة):

وهي من أحدث ما توصل له الطب والصناعة والتقنيات في العالم، أي هي عبارة عن ربط متقن بين إشارة محددة من جسم الإنسان ليتحكم بجهاز ذو تقنية عالية يقلد شكل وحركة اليد الطبيعية ويعمل عن طريق المحركات ، هنا يتم تحريك الطرف الصناعي بواسطة

محركات كهربائية، ويتم التحكم بهذه المحركات عن طريق إشارات مختلفة تؤخذ من المريض بطرق عديدة، حيث أنه يمكن تأمين العديد من الحركات التي يقوم بها الطرف الطبيعي بواسطة هذه الأطراف مثل حركة القبض والبسط الكامل لليد، وأحياناً التحكم بكل إصبع على حدا كما موضح بالشكل 7-2.



الشكل 7-2 : طرف صناعي إلكتروني