العتلات في الميكانيك وعلاقتها بالبايوميكانيك

أ.د. أحمد وليد عبدالرحمن

الانقباض العضلي وأنواعه:

تتكون العضلة في جسم الانسان من مجموعة من الوحدات الحركية، حيث تتكون كل وحدة حركية من مجموعة من الالياف العضلية التي تختلف في جسم الانسان تبعاً لموقعها في الجسم وتختلف أيضاً من شخص لاخر، فهناك نوع من الالياف العضلية يدعى (الألياف البيضاء) أو السريعة الانقباض ونوع أخر يدعى (الألياف الحمراء) أو البطيئة الانقباض، وتنقبض الليفة العضلية نتيجة تأثير عصب حركي ومن خواص هذه الالياف بأنها إما تنقبض كلياً او لا تنقبض وهذا ما يطلق عليه (قانون الكل أو العدم).

إن قيام الانسان بجميع الحركات سواء أثناء حياته اليومية أو في الحياة الرياضية هي نتيجة لبذل قوة، فيشترط لحدوث الحركة أن تكون هناك، فكل حركة تنتج عن قوة ولكن العكس غير صحيح أي قد لا تؤدي بذل قوة معينة لاحداث حركة كما هو الحال في دفع الحائط أو عند محاولة رفع ثقل كبير، وبهذا نستنتج أن تأثير القوة أما أن يكون ديناميكيا (حركيا) أو إستاتيكياً (ثابتاً) وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم الانقباض العضلي الى نوعين رئيسين هما:

1.الانقباض العضلي الثابت Isometric: يطلق على هذا النوع بالانقباض العضلي الثابت لعدم حدوث أي حركة أثناء إنقباض العضلة، بالاضافة الى عدم حدوث أي تغيير في طولها أو في المفصل الذي تتم حوله الحركة، كما في حالة تسليط قوة عضلية على مقاومة كبيرة جداً يصعب التغلب عليها.

2.الانقباض العضلي المتحرك Isotonic: يحدث خلال هذا النوع تغيير في طول العضلة، فقد تطول أو تقصر عن طولها الطبيعي تبعاً لنوع العمل العضلي ويقسم الى قسمين:

أ.الانقباض العضلي الموجب: خلال هذا النوع من الانقباض يحدث قصر في طول العضلة عن وضعها الطبيعي، أي يقترب منشأ العضلة من مدغمها وتحدث هذه الحالة عندما تتغلب القوة العضلية على المقاومة كما في حالة حمل ثقل باليد والقيام بعملية تقريب الساعد من العضد.

ب.الانقباض العضلي السالب: يحدث هذا النوع من الانقباض عندما تتغلب المقاومة على قوة العضلة فيؤدي ذلك الى إطالة العضلة عن طولها الطبيعي أي إبتعاد منشأها عن مدغمها كما في حالة إبعاد الساعد عن العضد عند إرجاع الحديد الى الارض في رفع الاثقال.

التأثير الميكانيكي للعضلات:

إن جميع الأفعال الإرادية التي يقوم بها الفرد هي نتيجة لقوة ذاتية يستخدمها للقيام بأعماله اليومية أو حركاته الرياضية، وإن أساس القوة الذاتية هي القوة المتولدة نتيجة العمل العضلي من خلال الانقباض العضلي للعضلة الواحدة أو المجموعة العضلية.. إن اشتراك أكثر من عضلة واحدة في عمل معين لا يعني أن جميع هذه العضلات تعمل في إتجاه واحد أو تشترك جميعها بالمقدار نفسه، بل يختلف عمل هذه العضلات فيما بينها من حيث الاهمية النسبية لمسؤولية القيام بذلك العمل .

أنواع عمل العضلات في جسم الإنسان:

1.عضلة محركة (Agonist): ومثالها انقباض العضلة ذات الرأسين العضدية مركزياً أي إقتراب نهاياتيها من بعضها إثناء العمل العضلي عند ثني المرفق.

2.عضلة مقابلة أو مضادة (Antagonist): ومثالها العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية، حيث تعمل كعضلة مضادة أي ابتعاد نهايتيها عن بعضها أثناء العمل العضلي عند ثني المرفق.

3.عضلة محركة مساعدة (Assistant Agonist): ومثالها العضلة ذات الرأسين العضدية، حيث تعمل كعضلة مساعدة في حركة بطح الساعد، إذ تقوم العضلة الباطحة بالعمل الرئيس بينما تشترك العضلة ذات الرأسين العضدية كعضلة مساعدة كما اسلفنا.

4.عضلة مثبتة (Stabilizer): ومثالها العضلات الثانية للورك، حيث تقوم بعملية التثبيت عندما تعمل العضلة البطنية المستقيمة والعضلات المشاركة لها في ثني الجزء القطني من العمود الفقري من وضع الاستلقاء على الظهر.
5.عضلة معادلة او موجهة (Neutralizer): تكون وظيفتها منع حدوث الحركات غير المرغوب فيها والتي لا تنسجم مع طبيعة العمل المراد تحقيقه.

العتلات Levers:

نظام العتلات في الطبيعة هو أحد الأنظمة الميكانيكية التي يشترط في عملها تواجد جسم مادي صلب تظهر فيه نقاط لتأثيرعمل القوة وعمل المقاومة، ويكون قابل للدروان حول نقطة ثابتة (محور)، وتكون كل من القوة والمقاومة تبعدان بمسافة عمودية عن هذا المحور، وتسمى المسافة بين نقطة تأثير القوة ونقطة الارتكاز **بذراع القوة Force Arm (AF)**، أما المسافة بين نقطة تأثير المقاومة ونقطة الارتكاز فتسمى بذراع المقاومة **Resistance Arm (AR)**، ولكي تبقى العتلة في حالة توازن يجب أن يتساوى ذراع القوة مع ذراع المقاومة على أساسا المعادلة الاتية:

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

AR × R = AF × F

الغرض من وجود الروافع في جسم الانسان عموماً والرياضي خصوصاً:

1.الاقتصاد بالقوة: كما هو الحال عندما نستخدم العتلات للتغلب على مقاومة كبيرة بقوة أقل لتحقيق مبدأ الاقتصاد بالجهد، إذ يجب إطالة ذراع القوة وهذا ما نؤديه خلال أعمالنا اليومية الميكانيكية.

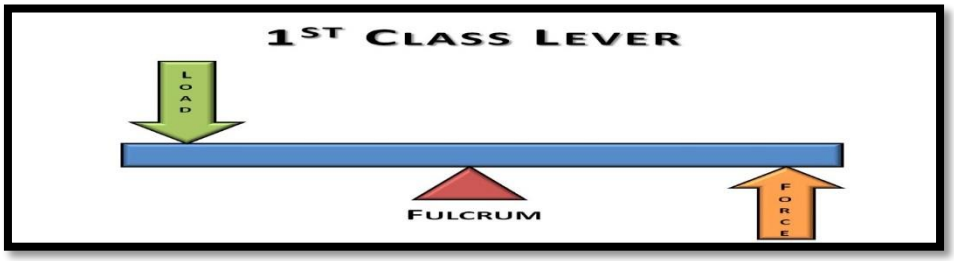
2.مدى وسرعة الحركة: حيث تستخدم العتلة لزيادة مدى وسرعة الحركة عندما يكون ذراع القوة أقصر من ذراع المقاومة، كما هو الحال في مجذاف القارب أو مسك مضرب التنس من الاسفل ومد الذراع الماسكة للمضرب كي يطول ذراع المقاومة وبالتالي زيادة سرعة الرمي ومنها زيادة سرعة الكرة على الرغم من أن القوة المبذولة في هذه الحالة أكبر مما لو تم مسك المضرب من الوسط.

3.تغيير الاتجاه: في هذه الحالة يكون ذراع القوة مساوياً لذراع المقاومة.

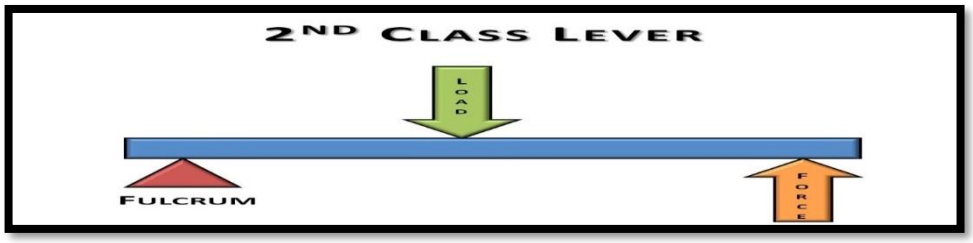
وتُميز العتلات بوجود ثلاث مسميات مهمة وهي:

- نقطة الارتكاز أو المحور (fulcrum): هو المفصل الذي يتمفصل عليه العظمان القريبان من بعضهما.
- نقطة تأثير المقاومة (load): يعتمد موقعها على طبيعة المقاومة وتقع نقطتها في مركز الثقل ويكون اتجاها دائماً بإتجاه الجذب الارضي.
- نقطة تأثير القوة(effort): هو مدغم العضلة لان نقطة تأثير القوة تقع في مدغم العضلة وليس في منشئها، ويمثل الجهد (القوة) المسلطة من قبل مُستخدم العتلة كالقوة العضلية.

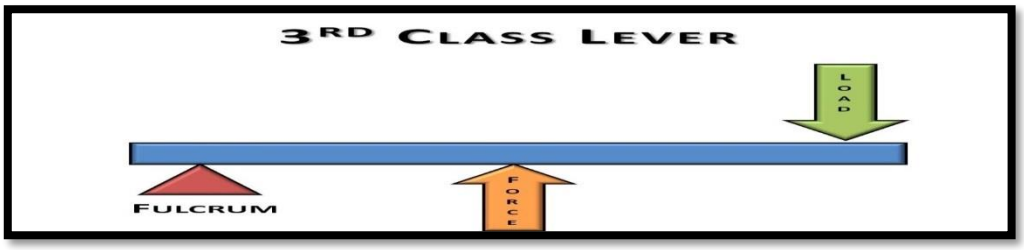
تُصنف العتلات في الجسم البشري لثلاث أنواع وهي:



عتلة من النوع الاول (المحور في المنتصف وكل من القوة والمقاومة على طرفي الجسم)

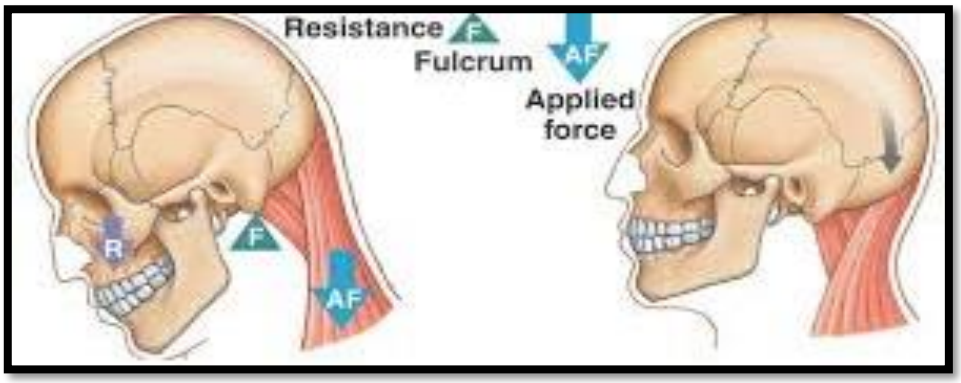


عتلة من النوع الثاني (المقاومة في المنتصف وكل من المحور والقوة على طرفي الجسم)

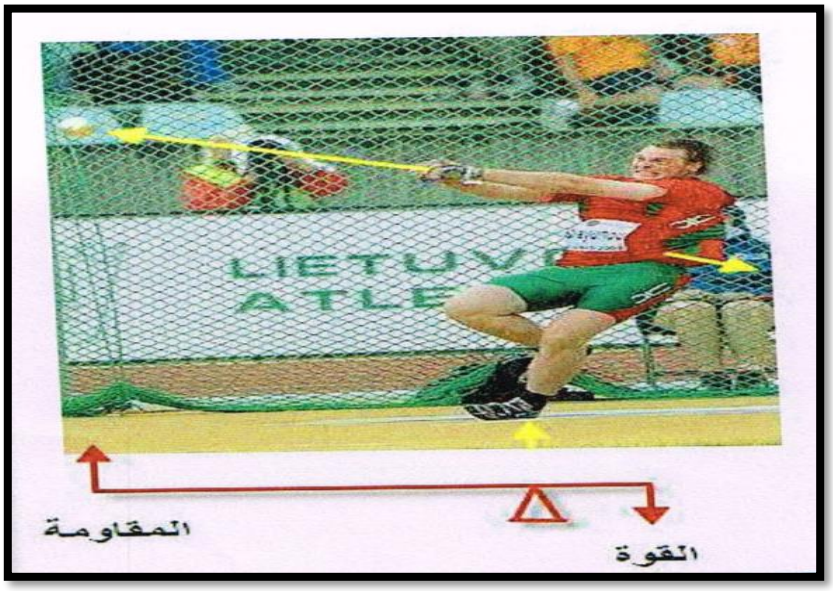


عتلة من النوع الثالث (القوة في المنتصف وكل من المحور والمقاومة على طرفي الجسم)

بعض النماذج لتطبيقات العتلات على جسم الانسان

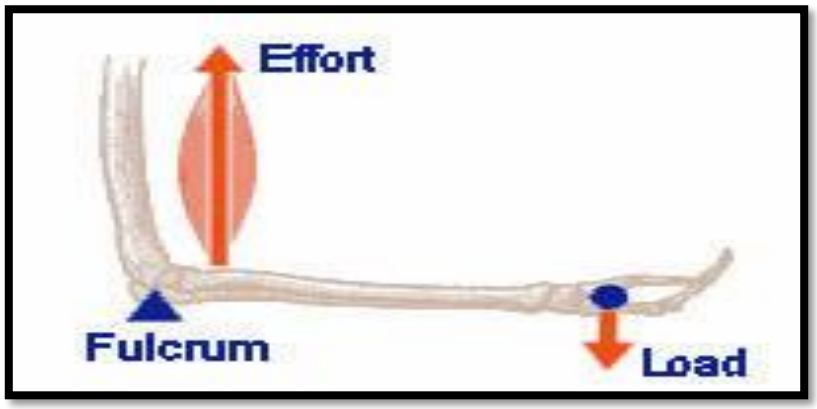


عتلة من النوع الاول

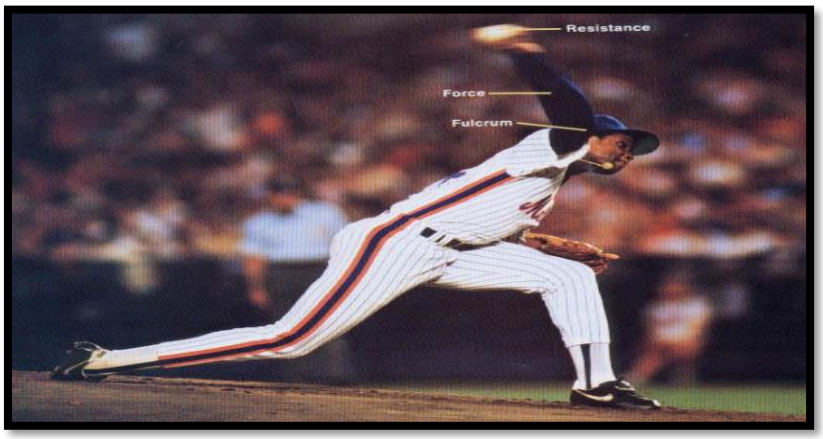


عتلة من النوع الاول

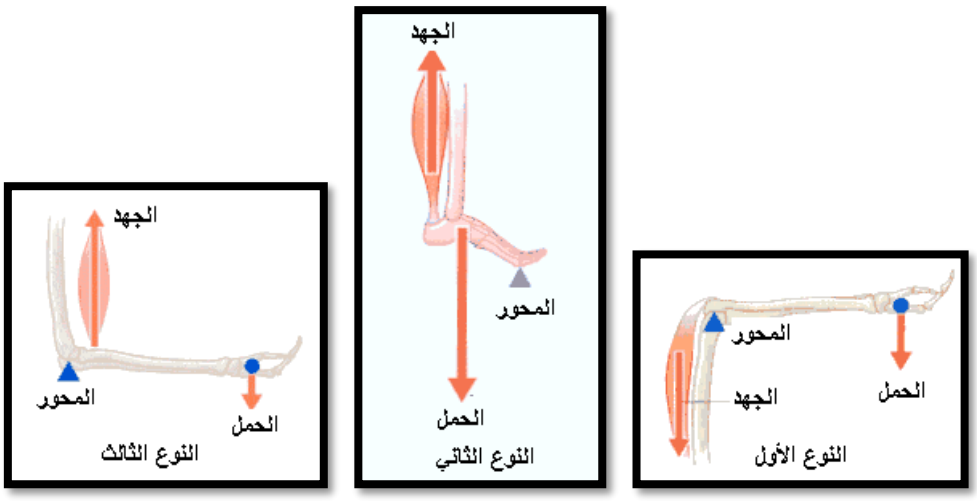
عتلة من النوع الثاني



عتلة من النوع الثالث

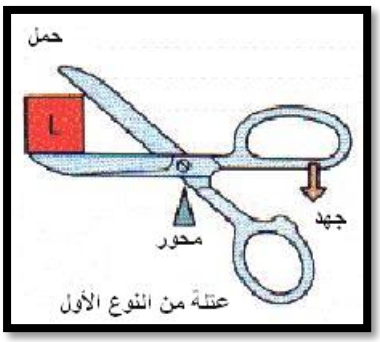


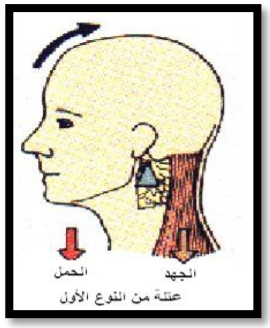
عتلة من النوع الثالث



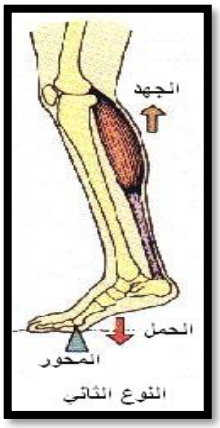
من الممكن إعطاء أشكال توضيحية كثيرة لتوضيح عمل العتلات في الجسم البشري لنسهل فهم عمل العتلات:

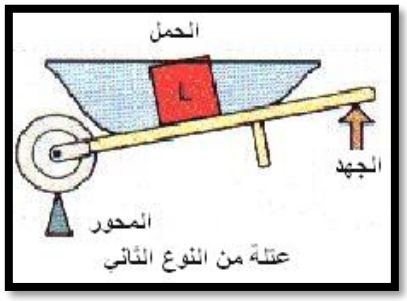
1- يمكن إيجاد نوع نموذجي للعتلة من النوع الأول بالجمجمة التي ترتكز على فقرة الأطلس في العمود الفقري حيث يحافظ على استقرار الرأس بالجهد المبذول من قبل عضلات الرقبة وتتوضح العتلة عند رفع الرأس عن الصدر.



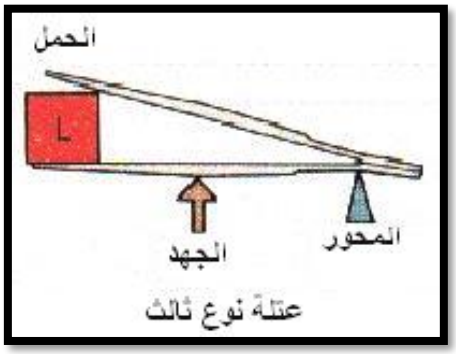


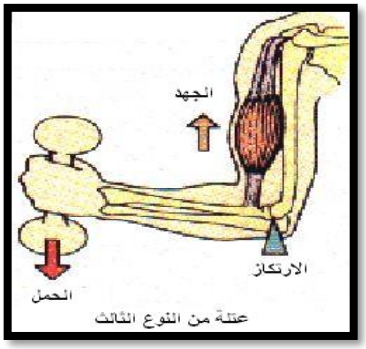
2- كما يمكن إيجاد نماذج للعتلة من النوع الثاني في الجسم البشري وخلال تطبيقات الحياة اليومية والمثال الأحسن يكمن في الجهد الذي تبذله عضلات الساق الخلفية لرفع وزن الجسم والذي يعمل خلال القدمين.





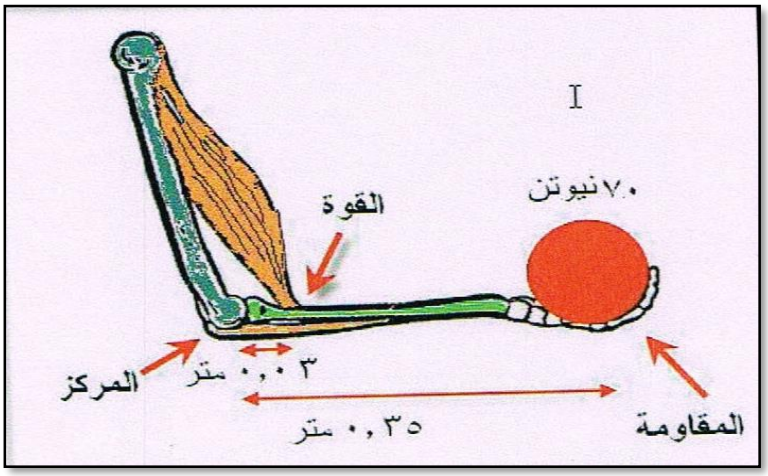
3- ولعل المثال الأحسن والأوضح كما أسلفت بالنسبة لنوع عتلة من الصنف الثالث هو عمل العضلة العضدية الأمامية في حال رفع الثقل المثبت باليد وعندما يكون المرفق محورا للحركة.

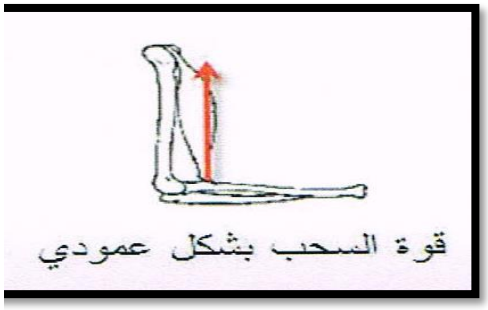




إن أقصى قوة (عزم قوة أو محصلة قوة) يمكن أن تصدرها العضلة تحدث عندما تكون الزاوية بين خط عمل العضلة (ذراع القوة) وخط عمل المقاومة (ذراع المقاومة) زاوية قائمة (90 درجة) وتقل قوتها عن ذلك إذا كان خط عملها يشكل زاوية حادة أو منفرجة كما في الشكل أدناه.

يقصد بالعزم بأن القوة والمقاومة لا تعتمد على مقدارها فقط بل تعتمد أيضاً على طول ذراع القوة أو المقاومة





مثال:

إحسب مقدار القوة المطلوبة لثبات عضلة ذات الرأسين العضدية عند مقاومتها لمقاومة مقدارها 70نيوتن تبتعد بمقدار 0,35م عن مفصل المرفق.. إذا علمت أن مدغم العضلة يبتعد بمقدار 0.03م عن مفصل المرفق وبزاوية قائمة مع عظم الساعد.

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

القوة= المقاومة × ذراعها / ذراع القوة

القوة= 70 × 0,35 /0,03

القوة= 816,666نيوتن

مفاهيم ميكانيكية:

- التكنيك من وجهة النظر الميكانيكية: هو أداء الحركة وفق أسس ميكانيكية يتحقق من خلالها الاقتصاد بالجهد وفق أفضل مسار حركي لتحقيق أفضل إنجاز.
- إن رفع الجزء المثني للرجل أسهل من رفع الجزء وهو ممدود، وذلك يعود الى مبدأ ميكانيكي هو في حالة رفع الرجل ممدودة فأن مركز كتلة الرجل تكون بعيدة عن محور الدوران، وبالتالي فأن حاصل ضرب المقاومة (وزن الرجل) في بعدها العمودي عن محور الدوران يكون أكبر على عكس مما تكون مثنية فأن حاصل الضرب يكون أقل.

المصادر (refrences):

1.سمير مسلط الهاشمي؛ البايوميكانيك الرياضي، ط3: (بغداد، النبراس للطباعة والتصميم،2010). كتاب منهجي.

2.محمد جاسم محمد الخالدي؛ البايوميكانيك في التربية البدنية والرياضة: (بغداد، جامعة الكوفة، 2012). كتاب مساعد.