



العتلات في الميكانيك و علاقتها بالبايوميكانيك

**Levers in Mechanics  
and there relationship in  
Biomechanics  
Part (1)**

**تقديم:**

**أ.د. أحمد وليد عبدالرحمن**

**High Studies (M.A) 2019 – 2020**

## مدخل:

- نظام العتلات في الطبيعة هو أحد الأنظمة الميكانيكية التي يشترط في عملها تواجد جسم مادي صلب تظهر فيه نقاط لتأثير عمل القوة وعمل المقاومة، ويكون قابل للدوران حول نقطة ثابتة (محور)، وتكون كل من القوة والمقاومة تبعدان بمسافة عمودية عن هذا المحور، وتسمى كل مسافة عمودية بذراع.
- وعند التكلم عن هذا النظام بما يتناسب وطبيعة جسم الإنسان، فإن الجهاز الحركي للإنسان يشبه إلى حد ما جهاز ألي له خاصية العتلات، فالعظام هي الأجسام المادية الصلبة التي تؤثر عليها القوة العضلية المرتبطة بها لتدورها، ولهذا يطلق على هذه الأجسام والعضلات التي تعمل عليها بالروافع.. ويولد الإنسان مع روابط عضلية لها منشأ (نهاية قريبة) ومدغم (نهاية بعيدة) عند مواقع خاصة، وأثناء نمو الإنسان تزداد العضلات قوة وتنمو العظام لتصبح أكبر وأطول خصوصاً الاطراف وتتغير أوزان الجسم ويتغير تبعاً لذلك تتغير منظومة العتلات، لذا يجب على الفرد ان يطور تعلمه للأداء تبعاً لنمو أطرافه وقياساته الانثروبومترية، ومن الشواهد على ذلك لاعبات الجمناستك الأولمبيات اللواتي كن أبطال بعمر 14 سنة مثلاً، وبعد سنة أو سنتين يصبحن أقل مهارة بسبب التغيرات في توزيع أوزان أجزاء الجسم وبسبب زيادة طول العتلات.

## الغرض من وجود الروافع في جسم الانسان عموماً والرياضي خصوصاً:

إن الغرض من وجود الروافع في جسم الانسان هو انها تساعد في التغلب على المقاومات الكبيرة باستعمال اقل قوة ممكنة، كما تساعد في الحصول على سرعة كبيرة أو مدى حركي واسع.

جميع هذه الامور يحتاجها الانسان الرياضي في مختلف المسابقات لتحقيق التفوق، كما أنه يستخدم المبادئ الميكانيكية المختلفة عند استعمال الادوات الرياضية كمضارب التنس وعصي الهوكي والسكواش مستخدماً إياها كروافع بغرض كسب المسافة البعيدة وان كانت القوة المستخدمة صغيرة نسبياً، وهذا النوع من الروافع لا يؤدي الى الاقتصاد بالجهد بدرجة كبيرة وانما يتطلب منه حركة سريعة ذات مدى واسع حتى يحقق المسافة البعيدة.

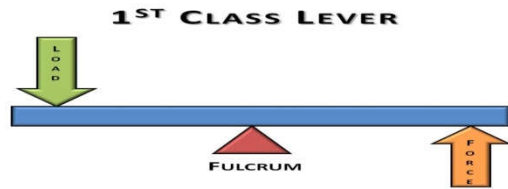




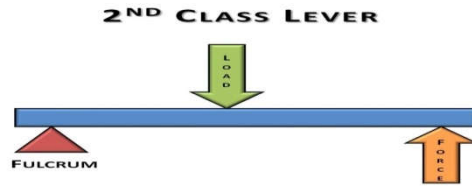
إن عمل العظام كعتلات في الجسم يؤدي لفوائد ميكانيكية مهمة في الجسم البشري ويُعبر عنها بنسبة تدعى الفائدة الميكانيكية (Mechanical Advantage) ومعناها قياس عدد المرات التي تستطيع فيها هذه الآلة البسيطة من مضاعفة الجهد المطبق على الحمل.. وتتميز العتلات بوجود ثلاث مسميات مهمة وهي:

1. نقطة الارتكاز أو المحور والتي تدور حولها العتلة (fulcrum)
  2. الحمل وهي (المقاومة) المعاكسة التي تُسلط بواسطة جهاز العتلة كالثقل (load)
  3. الجهد وهي ( القوة) المسلطة من قبل مُستخدم العتلة كالقوة العضلية (effort)
- فالطريقة التي تعمل فيها العتلة تعتمد على نوع العتلة.

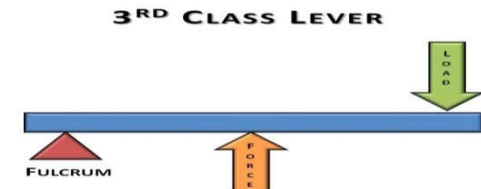
**تُصنف العتلات في الجسم البشري لثلاث أنواع وهي:**



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



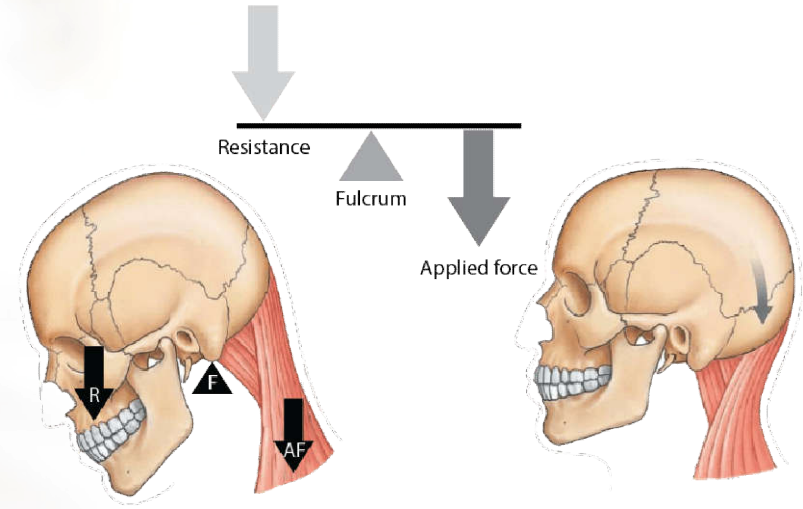
عتلة من النوع الثاني (المقاومة في المنتصف وكل من المحور والقوة على طرفي الجسم)



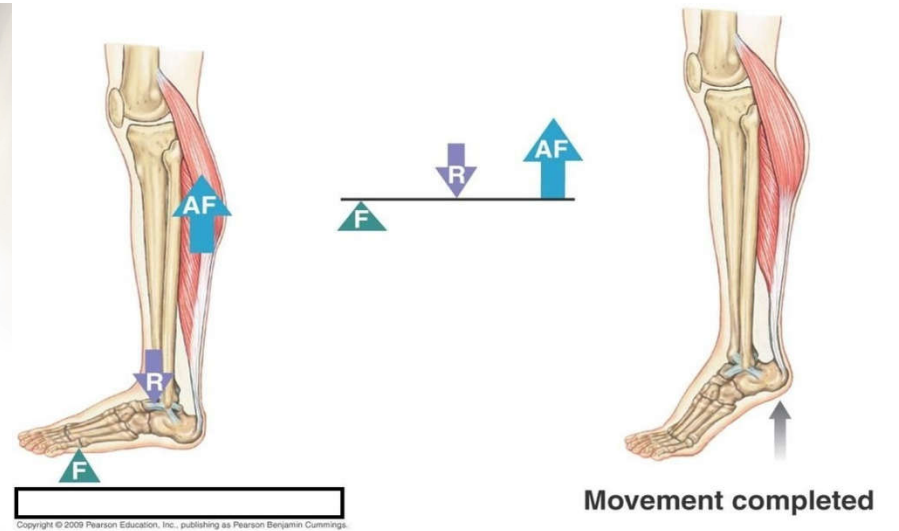
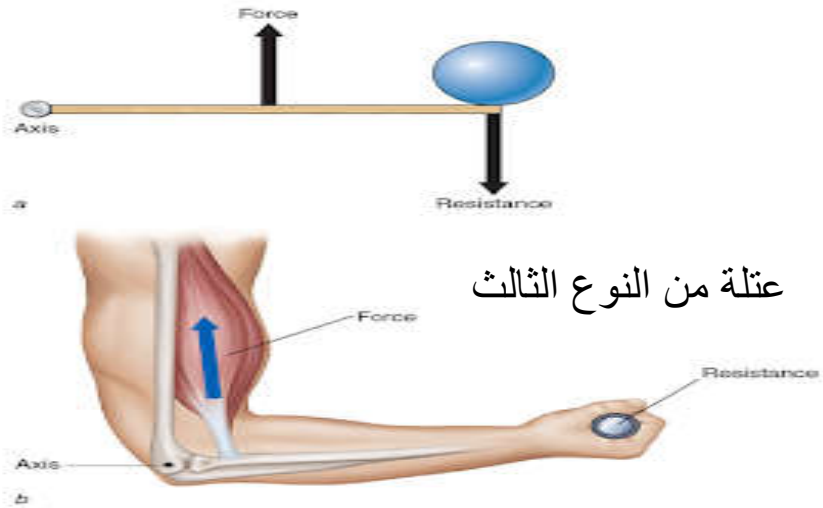
عتلة من النوع الثالث (القوة في المنتصف وكل من المحور والمقاومة على طرفي الجسم)



## بعض النماذج لتطبيقات العتلات على جسم الانسان



عتلة من النوع الاول



عتلة من النوع الثاني



عتلة من النوع الثالث

## تأثير العضلات على العظام كروافع:

1

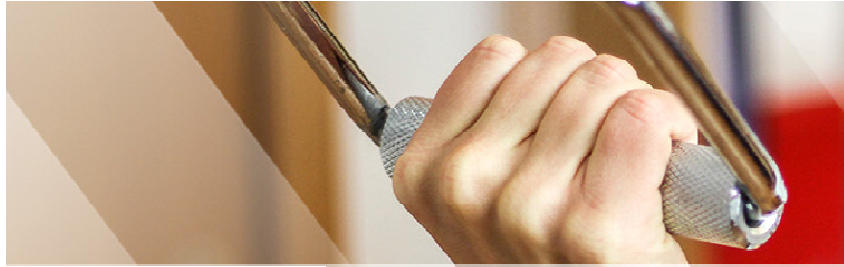
إذا عملت عضلة وهي في حالة انقباض على بقاء الجسم في حالة سكون بحيث كان تأثير عزم هذه القوة مساويا لعزم مقاومة هذا الجسم، فإن هذا العمل يسمى عملا ثابتا او عملا ستاتيكيًا، واثناء هذا العمل الثابت لايتغير طول العضلة وإنما تعمل من الثبات.

2

إذا عملت العضلة في حالة شد مثلا، بحيث تغلب عزم قوة العضلة على عزم قوة المقاومة فتنتج من ذلك حركة في اتجاه قوة شد العضلة، وفي هذه الحالة سوف تقصر العضلة وهذا العمل يسمى بالعمل الحركي او العمل الديناميكي.

3

إذا كان عزم قوة شد العضلة اقل من عزم قوة المقاومة، فإن الحركة ستكون في اتجاه عكس اتجاه قوة العضلة، كما أن العضلة ستطول ويقال في مثل هذه الحالة إن العضلة تعمل وهي تطول وان هذا العمل عمل معاكس لعمل العضلة.

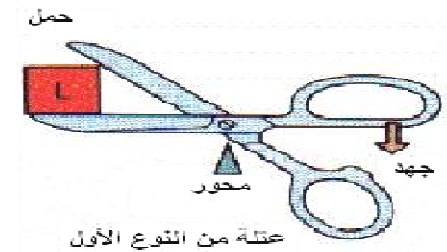
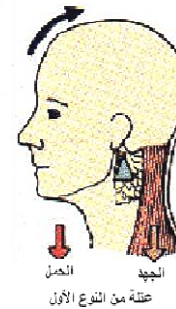
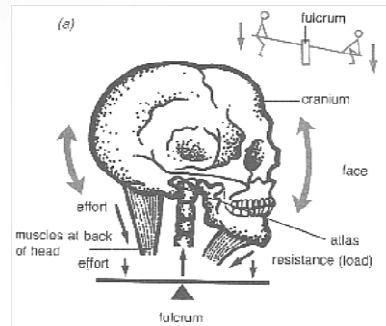
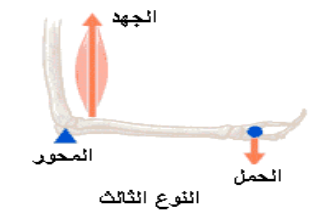
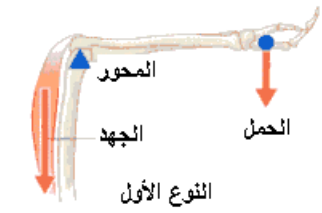


## يمكن توضيح عمل العتلات في الجسم البشري من خلال تدريب القوة:

- (1) العتلة من النوع الأول في تمرين مد ذات الرؤوس الثلاثة العضدية باستخدام الدمبلص من الوضع الجالس.
- (2) العتلة من النوع الثاني من خلال تمرين رفع كعبي القدمين من الوقوف.
- (3) العتلة من النوع الثالث من خلال تمرين ثني المرفق باستخدام الدمبلص من الجلوس.

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

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

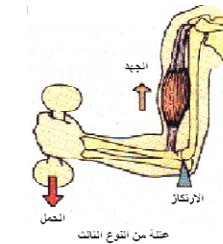
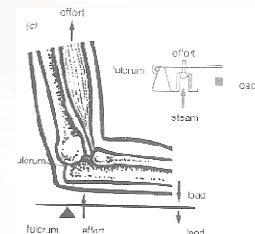
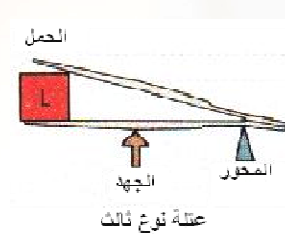
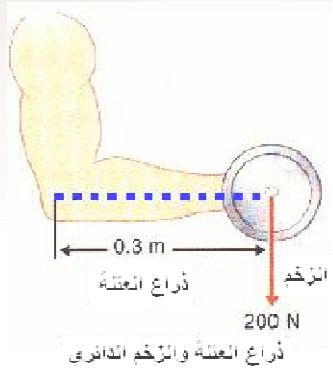




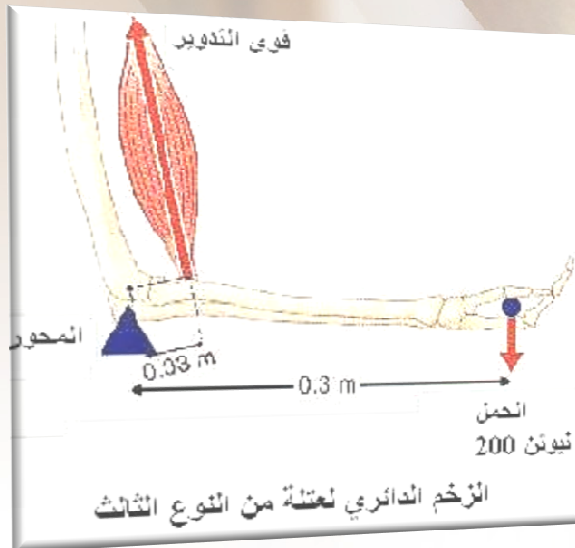


ولعل المثال الأحسن والأوضح كما أسلفت بالنسبة لنوع عتلة من الصنف الثالث هو عمل العضلة العضدية الأمامية في حال رفع الثقل المثبت باليد وعندما يكون المرفق محورا للحركة.

لابد لي من الإشارة إلى أن طول المادة الصلدة للعتلة تدعى بذراع العتلة (lever arm) والتي تساوي في الشكل 0.3 m وإن قوة تدوير ذراع العتلة يدعى بالزخم (momentum)



وعند البحث في إيجاد قيمة الزخم الدائري والذي يعطى له مصطلح (Torque) نستخدم المعادلة التالية:  
 زخم القوة الدائري ( قوة التدوير) = القوة × ذراعها  
 أي القوة × المسافة المستقيمة بين محور الدوران ونقطة تسليط القوة.  
 زخم القوة الدائري هو  $(m 0.3 \times N 200) =$



طبقا لمدغم العضلة القريب لمحور الدوران (مفصل المرفق) فإن هناك حاجة لقوى أكبر منتجة من قبل العضلة ذات الرأسين العضدية لرفع الحمل (الثقل) الممسوك باليد أو الذي يستند على اليد فكلما كانت ذراع القوة قصيرة كانت الحاجة لقوى عضلية أكبر لإنتاج زخم دائري أكبر وهنا لا بد من التفريق بين ذراع العتلة (ذراع الوزن) وبين (ذراع القوة)، ففي الشكل أدناه فإن طول ذراع العتلة (ذراع الوزن) يساوي 0.3 متر بينما طول ذراع القوة العضلية (ذراع القوة) يساوي 0.03 متر.

## من كل ما تقدم نستنتج:

1- تتصف العتلة بوجود محور للدوران وذراع للقوة وذراع للوزن فذراع القوة هو المسافة بين المحور ونقطة تسليط القوة أما ذراع الوزن فهو المسافة بين المحور ومركز ثقل الوزن.

2- تنتج أغلب حركات الجسم بواسطة النوع الثالث من العتلات.

3- تعطي العتلة من النوع الثالث فائدة للسرعة مقارنة بالقوة.

4- تعطي العتلة من النوع الثاني فائدة للقوة.

5- تعطي العتلة من النوع الأول فائدة للقوة أو السرعة طبقا لموقع محور الدوران.

6- تتطبع حركات الجسم البشري في الغالب للسرعة مقارنة بالقوة بسبب أن أغلب عتلات الجسم البشري من النوع الثالث.

## المصادر

1. سمير مسلط الهاشمي؛ البايوميكانيك الرياضي، ط3: (بغداد، النبراس للطباعة والتصميم، 2010).
2. صريح عبدالكريم الفضلي؛ تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي، ط2: (بغداد، جامعة بغداد، 2010).
3. صريح عبدالكريم الفضلي ووهبي علوان البياتي؛ موسوعة التحليل الحركي، ج1: (بغداد، مطبعة العكيلي، 2007).
4. طلحة حسام الدين؛ مبادئ التشخيص العلمي للحركة: (القاهرة، دار الفكر العربي، 1994).
5. محمد جاسم محمد الخالدي؛ البايوميكانيك في التربية البدنية والرياضة: (بغداد، جامعة الكوفة، 2012).
6. ياسر نجاح حسين واحمد ثامر محسن؛ التحليل الحركي الرياضي: (النجف الاشرف، دار الضياء للطباعة، 2015).
7. د. حسين مردان؛ محاضرات في البيوميكانيك: (كلية التربية الرياضية، جامعة القادسية).
8. James G.Hay; The Biomechanics of Sports Techniques, 3rd edition: (New Jersey, prentice – Hall, 1985).
9. Susan J.Hall; Basic Biomechanics, sixth edition: (New York, McGraw – Hill, 2012).





شكرا لطبيب  
الاستماع