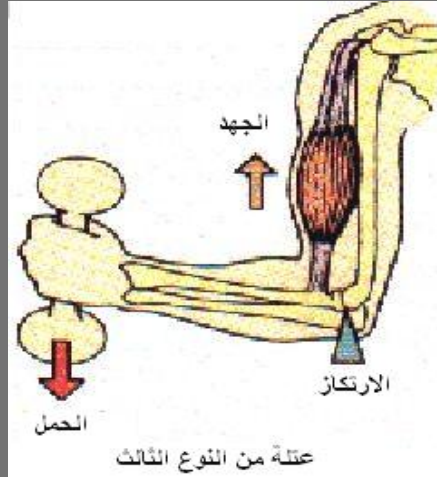


2010

# Levers

د. موفق مجيد المولى

## العتلات الميكانيكية في الجسم البشري

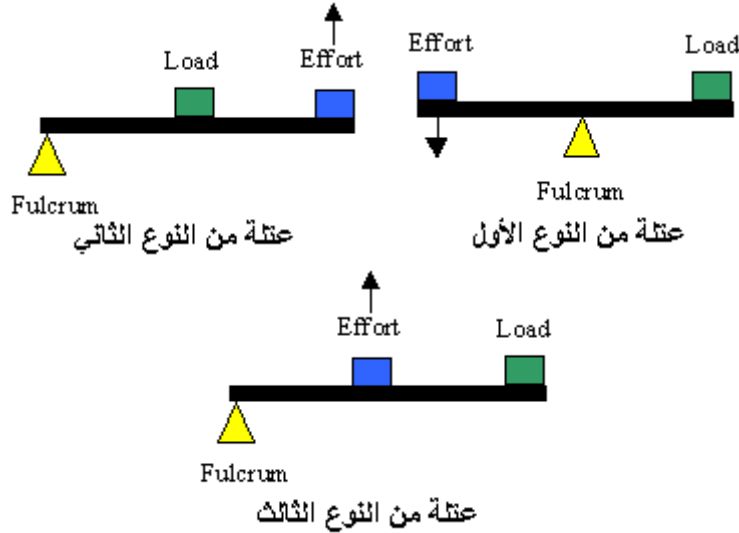


## العتلات /Levers / د. موفق مجيد المولى

*Mouwaik Majeed Mola*

عندما يقوم أي شخص بتحريك أرجله أو أذرعته أو أي جزء من جسمه فهو في الحقيقة يحرك مجموعة عضلية مناسبة في حين تعمل العظام كسلسلة من العتلات فالعظام في جسم الإنسان تلعب دور العتلات وهي أدوات ميكانيكية فائقة الصنع كما هو الحال في الأذرع والرجلين والتي تدعى بقوى هي القوى العضلية والعتلة عبارة عن قضيب صلب يدور حول محور ثابت يدعى الارتكاز أو نقطة الدوران والتي تُشكل بواسطة المفاصل وكل قوة تُسلط على العتلة تدعى الجهد (effort) أما القوة التي تقاوم حركة العتلة كقوة الثقل التي تعمل للأسفل فتدعى الحمل (Load) أو نقطة المقامة فالتقلص العضلي يمثل الجهد والجزء المعني من الجسم يمثل المقاومة أو الحمل علما بأن 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 فللعتلة من النوع الأول والثاني فوائد ميكانيكية معتبرة بينما تزيد العتلة من النوع الثالث من المسافة والسرعة ولكنها لا تزيد من القوة وتُميز العتلات بوجود ثلاث مسميات مهمة وهي:

- 1 - نقطة الارتكاز أو المحور والتي تدور حولها العتلة (fulcrum)
  - 2 - الحمل وهي (القوة) 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:
- 1 - العتلة من النوع الأول حيث تكون نقطة الارتكاز بين الجهد والحمل
  - 2 - العتلة من النوع الثاني حيث تكون المحور بين إحدى نهايتي العتلة ويكون الجهد في النهاية الأخرى بينما يكون الحمل بين الارتكاز والجهد.
  - 3 - العتلة من النوع الثالث حيث يكون المحور في أحد نهايتي العتلة ويكون الحمل في النهاية الأخرى ويكون الجهد بين المحور والحمل.



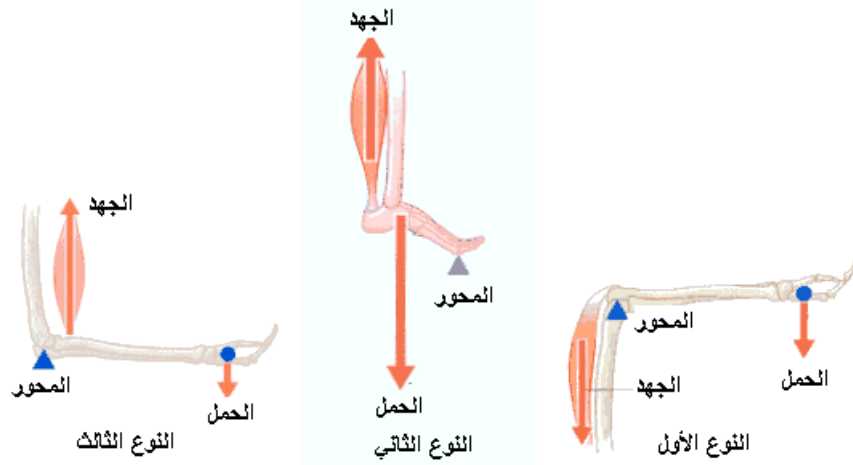
### الشكل ( ) أنواع العتلات في الجسم البشري

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.

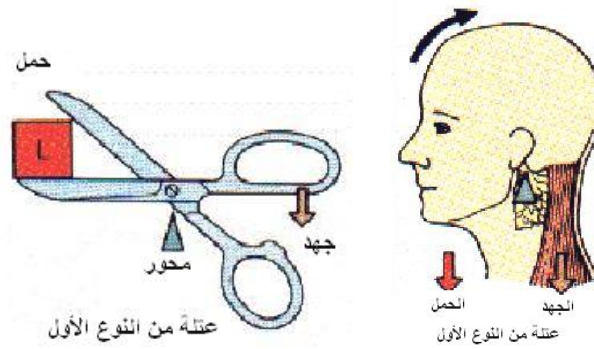
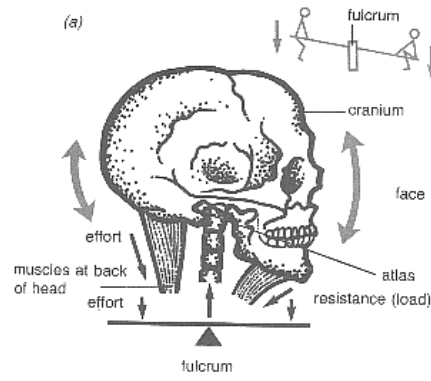
(2) العتلة من النوع الثاني من خلال تمرين رفع كعبي القدمين من الوقوف.

(3) العتلة من النوع الثالث من خلال تمرين ثني المرفق باستخدام الدمبلص من الجلوس.

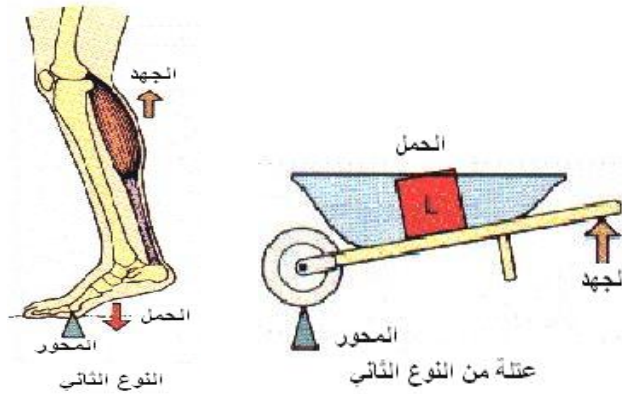
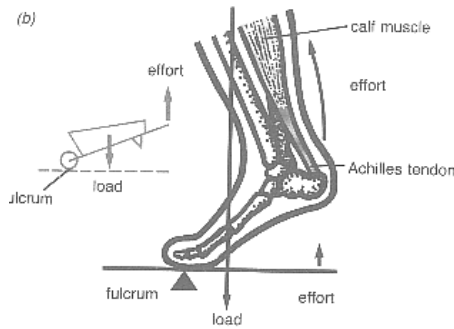


من الممكن إعطاء أشكال توضيحية كثيرة لتوضيح عمل العتلات في الجسم البشري لنسهل فهم عمل العتلات لأن الأمثلة بالرسوم التوضيحية كالذهب تعادل ألف كلمة.

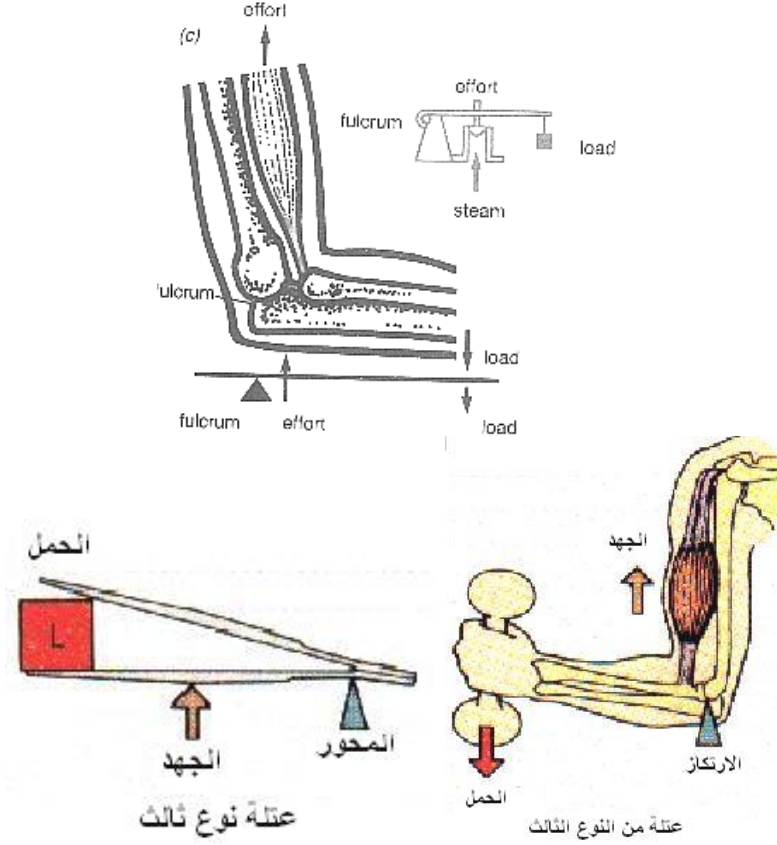
1 - يمكن إيجاد نوع نموذجي للعتلة من النوع الأول بالجمجمة التي ترتكز على فقرة الأطلس في العمود الفقري حيث يحافظ على استقرار الرأس بالجهد المبذول من قبل عضلات الرقبة وتستوضح العتلة عند رفع الرأس عن الصدر.



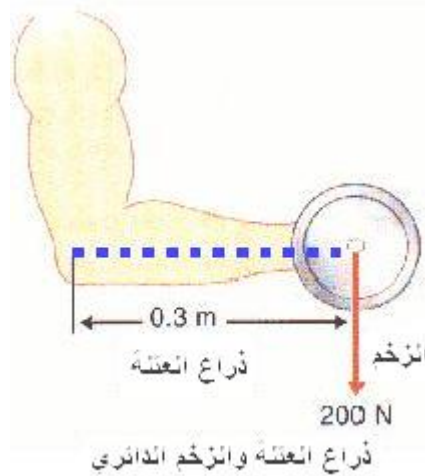
2- كما يمكن إيجاد نماذج للعتلة من النوع الثاني في الجسم البشري وخلال تطبيقات الحياة اليومية والمثال الأحسن يكمن في الجهد الذي تبذله عضلات الساق الخلفية لرفع وزن الجسم والذي يعمل خلال القدمين.



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.



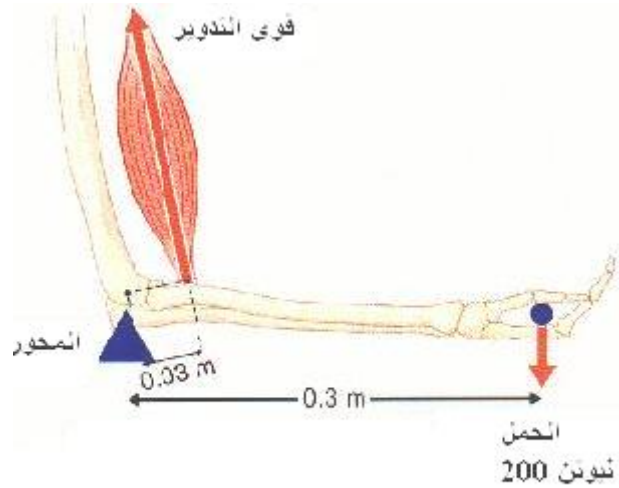
لا بد لي من الإشارة إلى أن طول المادة الصلدة للعتلة تدعى بذراع العتلة (lever arm) والتي تساوي في الشكل 0.3 م وإن قوة تدوير ذراع العتلة يدعى بالزخم (momentum)



وعند البحث في إيجاد قيمة الزخم الدائري والذي يعطى له مصطلح (Torque) نستخدم المعادلة التالية: زخم القوة الدائري (قوة التدوير) = القوة × ذراعها

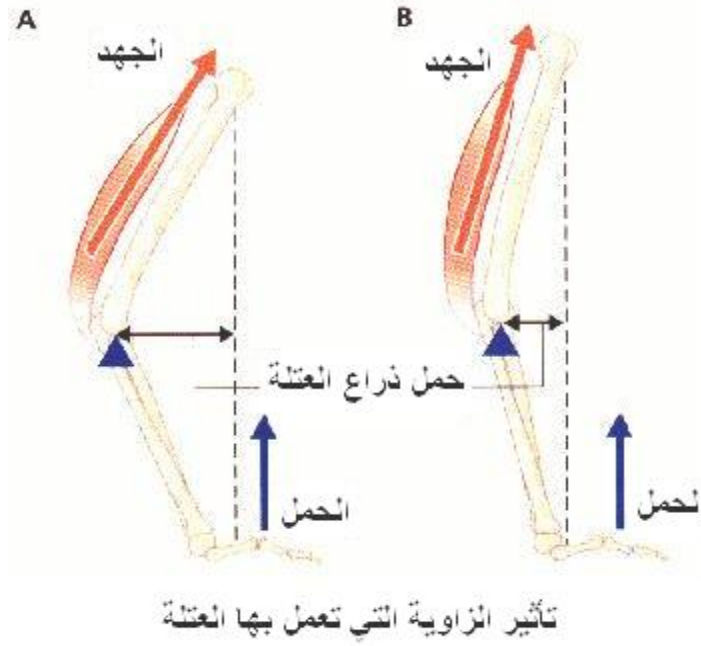
أي القوة × المسافة المستقيمة بين محور الدوران ونقطة تسليط القوة.  
زخم القوة الدائري هو (200 نيوتن × 0.3 متر =

تنبيه: طبقا لمدغم العضلة القريب للمحور 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 العتلة (ذراع الوزن) قصيرة كانت الحاجة لقوى عضلية أكبر لإنتاج زخم دائري أكبر وهنا لابد من التفريق بين ذراع العتلة (ذراع الوزن) وبين (ذراع القوة) لأن الكثير من طلبتي وطالباتي يقعن في خطأ جسيم عند البحث في هذا الموضوع ففي الشكل أدناه فإن طول ذراع العتلة (ذراع الوزن) يساوي 0.3 متر بينما طول ذراع القوة العضلية (ذراع القوة) يساوي 0.03 متر وسناقش تأثير ذلك في التدريب الرياضي لاحقا.



الزخم الدائري لعتلة من النوع الثالث

كما أن للزاوية التي تعمل فيها العتلة (وليس الزاوية التي تعمل فيها العضلة) تأثير واضح على عملها فالعتلات التي تعمل بزوايا كبيرة تَجبر العضلات على العمل الأقوى للتغلب على الحمل (المقاومة) حيث يلاحظ الجهد الأكبر (القوة) التي تعمل فيه عضلة العتلة (B) مقارنة بالجهد (القوة) الذي تعمل فيه نفس العضلة في (A) بسبب أن زاوية عمل العتلة في (B) أكبر منها في (A) بالرغم من تساوي قيمة الحمل في الحالتين.



لنحاول تلخيص أهم النقاط:

- (1) تتصف العتلة بوجود محور للدوران وذراع للقوة وذراع الوزن فذراع القوة هو المسافة بين المحور ونقطة تسليط القوة أما ذراع الوزن فهو المسافة بين المحور ومركز ثقل الوزن.
- (2) تُنتج 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 طبقاً لموقع محور الدوران.
- (6) تتطبع حركات الجسم البشري في الغالب للسرعة مقارنة بالقوة ب سبب أن أغلب عتلات الجسم البشري من النوع الثالث.

القوى في الجسم البشري

- من المهم تسليط الضوء بشكل موجز على مفهوم القوى التي تعمل في الجسم البشري ليكون مقدمة مهمة لفهم أكثر لآلية عمل العتلات

• يستطيع الجسم البشري أن ينتج قوى رائعة تساعد في الأداء الرياضي كذلك في حياته اليومية وتكون هذه القوى ممكنة فقط من خلال الترتيب البديع للعضلات والعظام والمفاصل التي تُكون جهاز العتلات حيث تعمل العظام كعتلات وتعمل المفاصل كمحاور للدوران وتعمل العضلات كقوى متنوعة.

- فالعضلات الهيكلية تستحدث الحركة عن طريق سحب الأوتار (أحبال نسيجية رابطة) المرتبطة بها فيقوم هذه الأوتار بسحب العظام لخلق الحركة فيها فتُحرك العضلات العظام من

- خلال فائدة ميكانيكية فعند تقلص العضلات فإنها تجعل العظام تتحرك كعتلات حول محاورها والتي هي مفاصل تلك العظام
- تسلط العضلات القوة عن طريق تحويل الطاقة الكيميائية المنتجة خلال عملية التنفس إلى شد وتقلص وعند تقلص العضلة فإنها تقصر فتسحب العظم مثل العتلة عبر مفصلها.
  - إن سبب حركتنا هو تحرك العضلات فنحن قادرون على تنفيذ مجموعة من الحركات المنوعة ولكن العضلة نفسها تتحرك فقط عن طريق قصرها فالعضلات تقصر ثم ترتاح ولهذا يقال في البايو ميكانيكا أن ( العضلات تسحب ولا تدفع).
  - هناك 700 عضلة هيكلية في الجسم البشري يُسيطر عليها بأسس و قواعد بسيطة تتضمن الحركات العضلية أو الفعاليات العضلية.
  - تنتج العضلات الهيكلية الحركات عن طريق السحب على العظام أو الأوتار حيث يعطي الوتر مرسى قوي لهذا السحب والنقطة التي ترتبط بها العضلة بالعظم تدعى مدغم العضلة.
  - تُخدم العضلات كعتلات وتخدم المفاصل كمحاور لحركة هذه العتلات وتقوم العضلات بالتقلص لمسافة قصيرة فقط ولكن وبسبب اندغامها بالعظام بمسافة قريبة من المفاصل فإن الحركة في النهاية المعاكسة للأطراف تكون سريعة جدا فالعضلة ذات الرأسين العضدية على سبيل المثال قد تتقلص 89-90 ملم ولكن اليد تتحرك 60 سنتيمتر.
  - تعمل العضلات الهيكلية والتي تسمى بالإرادية بأزواج بدلا من المفردة فواحدة من العضلات تنتج التقلص بينما تسمح الأخرى بالاسترخاء فيحدث الثني عندما يسبب التقلص بتقرب العظميين باتجاه بعضهم(زاوية صغيرة بين العظميين ) بينما وفي حالة المد يعمل التقلص على ابتعاد العظميين بعيدا عن بعضهم (زاوية كبيرة بين العظميين).
  - يُدعى هذا الزوج من العضلات بالعضلات المضادة (antagonistic) وفي الغالب تكون مجاميع عضلية فعلى سبيل المثال ما يحدث في مجموعة العضلة ذات الرأسين العضدية التي تقع أمام الذراع والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة العضدية التي تقع خلف الذراع فكلاهما يشاركان في ثني الذراع من المرفق ولكن فقط عندما تكون راحة اليد موج ه للأعلى وفي حالة العضلات المضادة الواحدة تكون الواحدة أقوى من الأخرى وفي مثالنا هذا تكون ذات الرأسين العضدية التي تثني الذراع أكبر وأكثر قوة من ذات الثلاث رؤوس العضدية التي تمد الذراع.
  - عندما يكون الجسم في حالة الراحة تبقى بعض العضلات الهيكلية المضادة بحالة التقلص والتي تدعى بتناغم العضلة (muscle tone) والذي يسبب بقاء الجسم في وضع جامد وفيما

إذا أصبح الشخص غير منتبه أو يشعر بالنعاس فإنه يفقد حالة التناغم في العضلي مما يتسبب في الاسترخاء الكلي.

اختبارات مبسطة

- (1) تمتلك العتلة من النوع الأول..... في الوسط.
- (2) اعطي مثال لعتلة من الصنف الأول؟.....
- (3) ارسم شكل يوضح عتلة من النوع الأول؟
- (4) تمتلك العتلة من النوع الثاني ..... في الوسط.
- (5) اعطي مثال لعتلة من النوع الثاني؟.....
- (6) أرسم شكل يوضح عتلة من النوع الثاني؟
- (7) تمتلك العتلة من النوع الثالث ..... في الوسط
- (8) أعط مثال لعتلة من النوع الثالث؟.....
- (9) ارسم شكل يوضح عتلة من النوع الثالث؟
- (10) ملهي الفائدة التي نجنيها من استخدام كل نوع من العتلات الثلاث؟

(أ)

(ب)

(ج)

(11) ما هو نوع العتلات الشائعة في الجسم البشري؟

(12) وضح كيف تنتج العضلات القوة؟

(13) وضح بالشرح الأشكال أدناه مابين نوع العتلة ولماذا؟



Stand on tiptoe



Look upwards



Lift an object

14) صف كل من المصطلحات الميكانيكيات التالية:

(أ) الفائدة الميكانيكية

(ب) المضادات

(ج) الجهد

(د) المد

(هـ) الثني

(و) القوة

(ز) ذراع القوة

(ح) المحور

(ط) المدغم

ي) المفصل

ك) العتلات

ل) الأطراف

م) الحمل

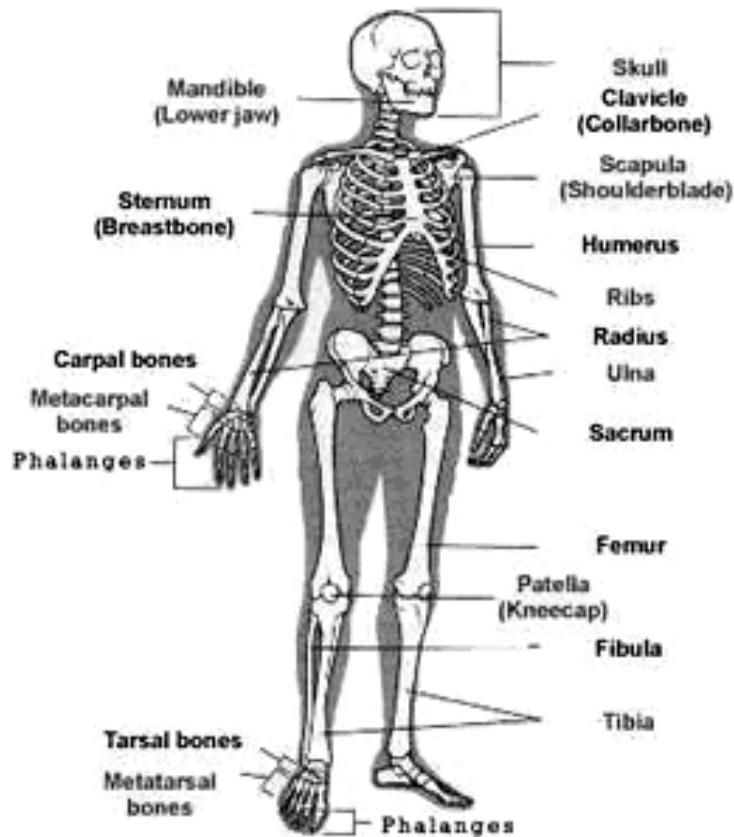
ن) التناغم العضلي

ص) المقاومة

ع) الوتر

ف) ذراع الوزن

15) ضع دائرة صغيرة حول كل نوع من أنواع العتلات في الهيكل العظمي في الشكل أدناه؟  
وميز محور وحمل وجهد كل عتلة؟



16) هل يؤثر موقع محور العتلة من النوع الأول في عمل العتلة نفسها؟

الجواب: كلا, حيث يبقى عمل المحور نفس الشيء والمتغير الوحيد هو نسبة الحمل للجهد المبذول فكلما كان المحور قريب للحمل كلما تتطلب قوة رفع أقل لرفعه وكلما كان المحور بعيد عن الحمل كلما تتطلب قوة أكبر لرفعه.

17) تستخدم العتلة لرفع وزن مقدره 200 نيوتن وتكون الحاجة لجهد أو قوة مقدارها 600 نيوتن فما هي الفائدة الميكانيكية لهذه العتلة من النوع الأول؟

الجواب:

18) أي نوع من العتلات يصنف المقص؟ وأي نوع من العتلات يصنف الملقط؟

الجواب:

19) كيف تصنف بكرة السحب على سطح مائل؟ عتلة من النوع الثالث أم من النوع الأول أم برغي؟

الجواب:

20) كيف يمكن استخدام المطرقة كعتلة من النوع الأول وعتلة من النوع الثالث؟

الجواب: