# المحاضرة الثانية

الاستاذ الدكتور صريح عبدالكريم

ميكانيكية العتلات ونظامها في جسم الإنسان وأهميتها
في القوام وعلاج الإصابات وتدريب المنحدرات
والقوة

© جميع الحقوق محفوظة للأكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2006

- 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 للدروان 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، فأن الجهاز الحركي للإنسان يشبه الى 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 اكبر و أطول خصوصا الأطراف وتتغير أوزان أجزاء الجسم و يتغير تبعاً لذلك الجهاز العتلي له، لذات يجب على الفرد ان يطور تعلمه للأداء تبعاً لنمو أطرافه، ومن الشواهد على ذلك، لاعبات الجمناستك الأولمبيات اللواتي كن أبطال بعمر **14** سنة مثلا، وبعد سنة أو سنتين يبدون أقل مهارة بسبب التغيرات في توزيع أوزان أجزاء الجسم وبسبب العتلات الأطول.

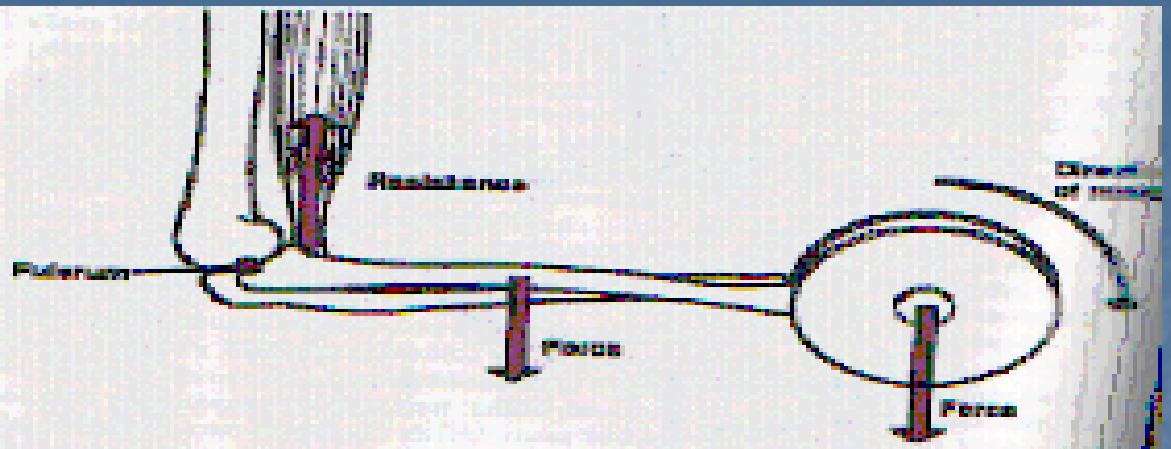
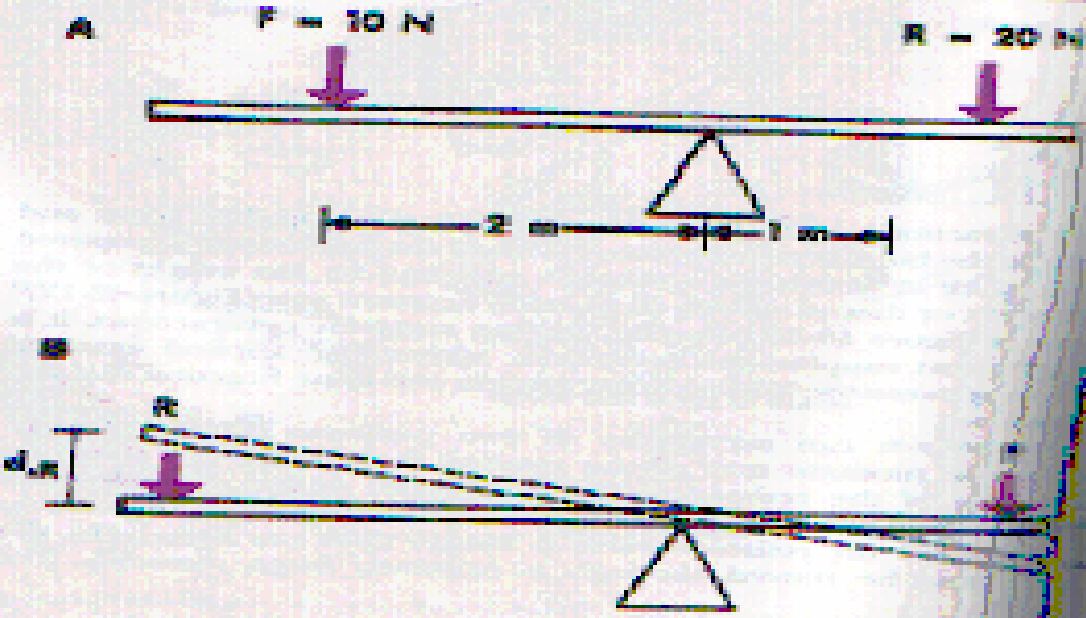
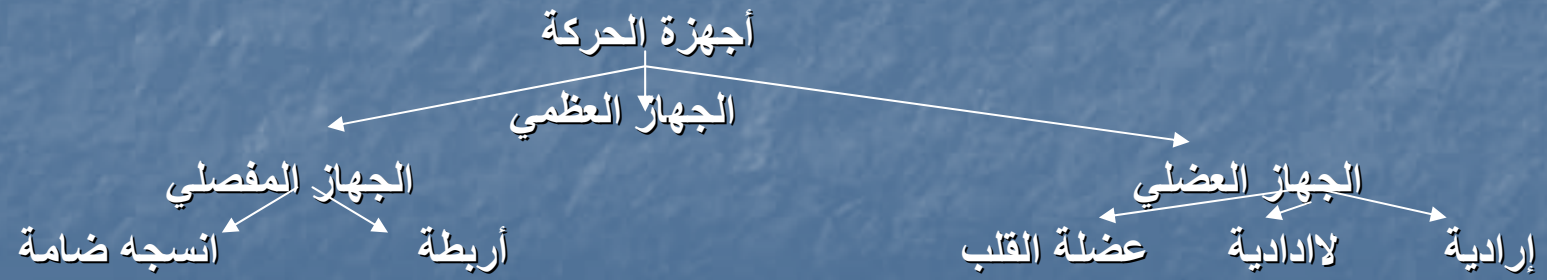



**Figure 13-14**
**A.** A force can balance a larger resistance when its moment arm is longer than the moment arm of the resistance. **B.** A force can move a resistance through a larger range of motion when the moment arm of the force is shorter than the moment arm of the resistance.



أن الهيكل العظمي للإنسان يتحرك بفعل تأثير قوة العضلات على كل جزء من أجزاء هذا الهيكل بأشراف الجهاز العصبي، وهذا يحتم علينا فهم الخواص الذاتية للقوة بالإضافة الى التعرف على عزم القوة **Moment of force** بنظام الروافع هذا.

والروافع في جسم الإنسان تساعد في نقل تأثير القوة، وقد ينتج عن هذا النقل فقدان جزء من هذه القوة او زيادة فيها. والعظام في جسم الإنسان هي بمثابة الجسم المثبت في الجهاز الحركي له وهي التي يمكنها الدوران حول المفاصل. لاحظ الشكل **1**

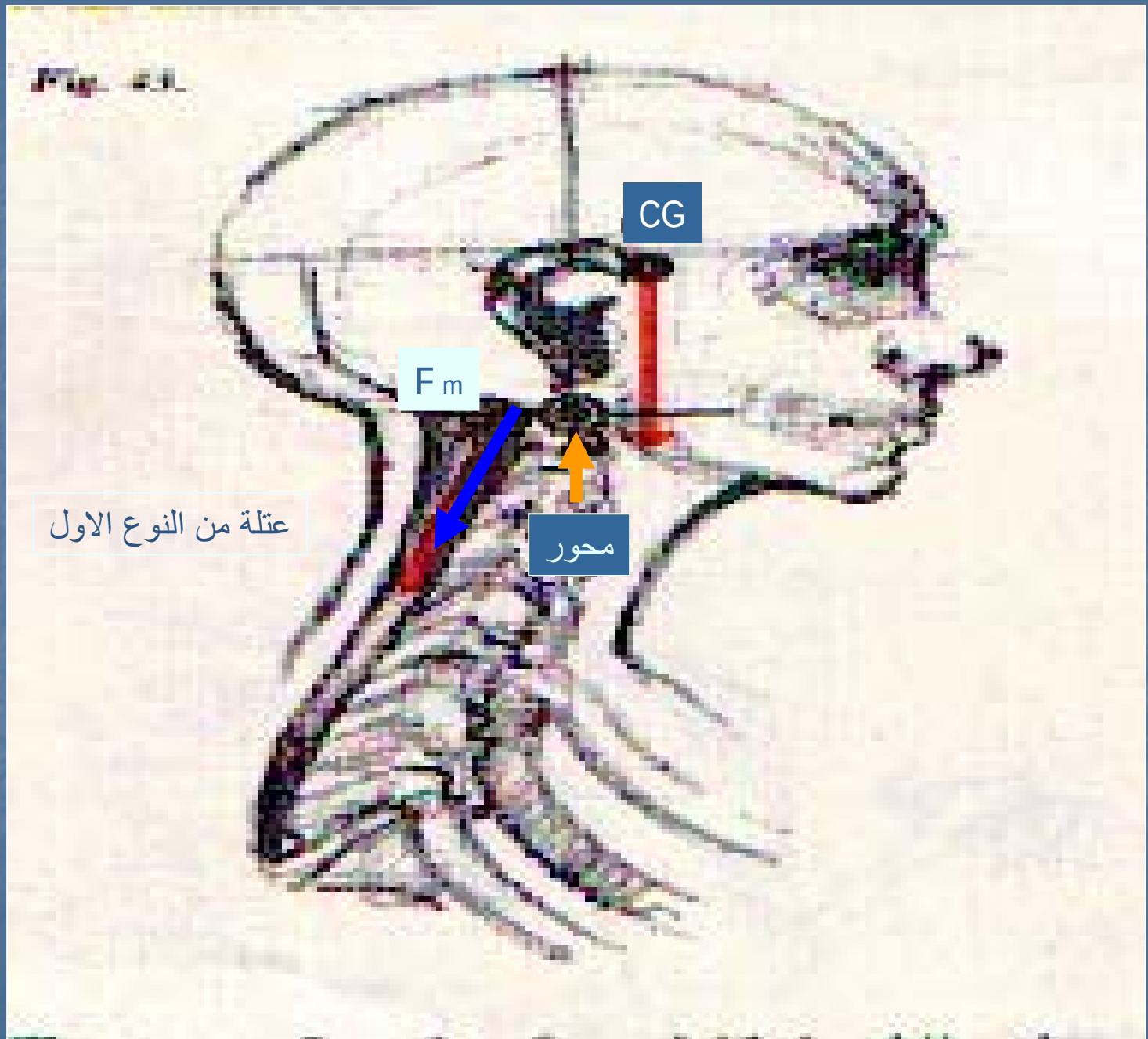



**شكل 1 يبين أجهزة الحركة للإنسان**

وهناك نوعان أساسيان من الروافع تعمل في جسم الإنسان ونوع أخر يؤثر في جسم الإنسان وهذه الأنواع هي:

- **الأول** – عندما تعمل القوتان في نفس الاتجاه ويقع محور الدوران بينهما، مثل الرقبة الجذع، أو في بعض أجزاء الجسم الأخرى وحسب طبيعة الحركة، .....الخ.
- **الثاني** – تعمل القوتان في اتجاهين مختلفين وفي نفس الوقت توجد نقطتا تأثيرهما في جهة واحدة من محور الدوران ( المفصل)، مثل حركة العضد والساعد، والساق والفخذ عند المد، .....الخ ) .
- أما **النوع الثالث** – فغالبا ما يظهر عند تعامل الإنسان مع ثقل خارجي يحمله، حيث تكون نقطة تأثير المقاومة في الوسط بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران.

أن الغرض من وجود الروافع في جسم الإنسان هو أنها تساعده في التغلب على المقاومات الكبيرة باستعمال اقل قوة ممكنة، كما تساعده في الحصول على سرعة كبيرة او مدى حركي واسع، وجميع هذه الأمور يحتاجها الإنسان الرياضي في مختلف المسابقات لتحقيق التفوق. كما انه يستعمل المبادئ الميكانيكية المختلفة عند استعمال الأدوات الرياضية كمضارب التنس وعصي الهوكي والسكواش مستخدما إياها كروافع بغرض كسب المسافة البعيدة وان كانت القوة المستخدمة صغيرة نسبيا، وهذا النوع من الروافع لا يؤدي إلى الاقتصاد في مجهود اللاعب بدرجة كبيرة وانما يتطلب منه حركة سريعة ذات مدى واسع حتى يحقق المسافة البعيدة.


CG
F m
محور
عتلة من النوع الاول

- تأثير العضلات على العظام كروافع:

إذا عملت عضلة وهي في حالة انقباض على بقاء الجسم في حالة سكون بحيث كان تأثير عزم هذه القوة مساوياً لعزم مقاومة هذا الجسم، فأن هذا العمل يسمى عملا ثابتا او عملا ستاتيكيا، واثناء هذا العمل الثابت لا يتغير طول العضلة كما يقال، وإنها تعمل من الثبات، أما إذا عملت العضلة في حالة شد مثلا، بحيث تغلب عزم قوة العضلة على عزم قوة المقاومة، فنستنتج عن ذلك حركة في اتجاه قوة شد العضلة. وفي هذه الحالة سوف تقصر العضلة، وهذا العمل يسمى بالعمل الحركي او العمل الديناميكي. واخيراً في حالة ما إذا كان عزم قوة شد العضلة اقل من عزم قوة المقاومة، فأن الحركة ستكون في اتجاه عكس اتجاه قوة العضلة، كما أن العضلة ستطول ويقال في مثقل هذه الحالة إن العضلة تعمل وهي تطول وان هذا العمل عمل معاكس لعمل العضلة.

الأسس التي تعمل عليها الروافع:

تتوازن الرافعة بصرف النظر عن نوعها عندما يكون ناتج عزم القوة = ناتج عزم المقاومة ( **القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها**) وهذا ما يسمى بقاعدة أو قانون الروافع، وباستعمال هذا القانون يمكن معرفة القوة اللازمة لتوازن مقاومة معلومة عند استعمال رافعة معلومة، ويمكن كذلك حساب النقطة التي يعمل عندها محور الارتكاز بغرض توازن مقاومة معلومة مع قوة معلومة.

وعلى هذا الأساس يمكن معرفة قيمة مجهولة إذا تيسر لنا معرفة ثلاث قيم من القيم الأربعة وذلك باستخدام المعادلتين الآتيتين: =

**القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها**

- ما علاقة العتلة بعزم القصور الذاتي الذي سبق وان تكلمنا عنه في المحاضرة السابقة ؟ و ماهو مفهوم عزم الدوران وعزم الوزن ؟ وما علاقتهما بتطبيقات الكتله في التدريب وفي تعليم بعض المهارات؟

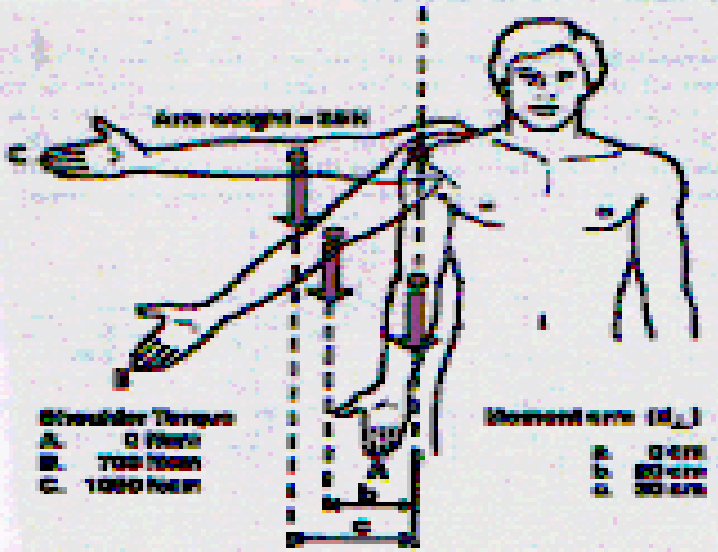
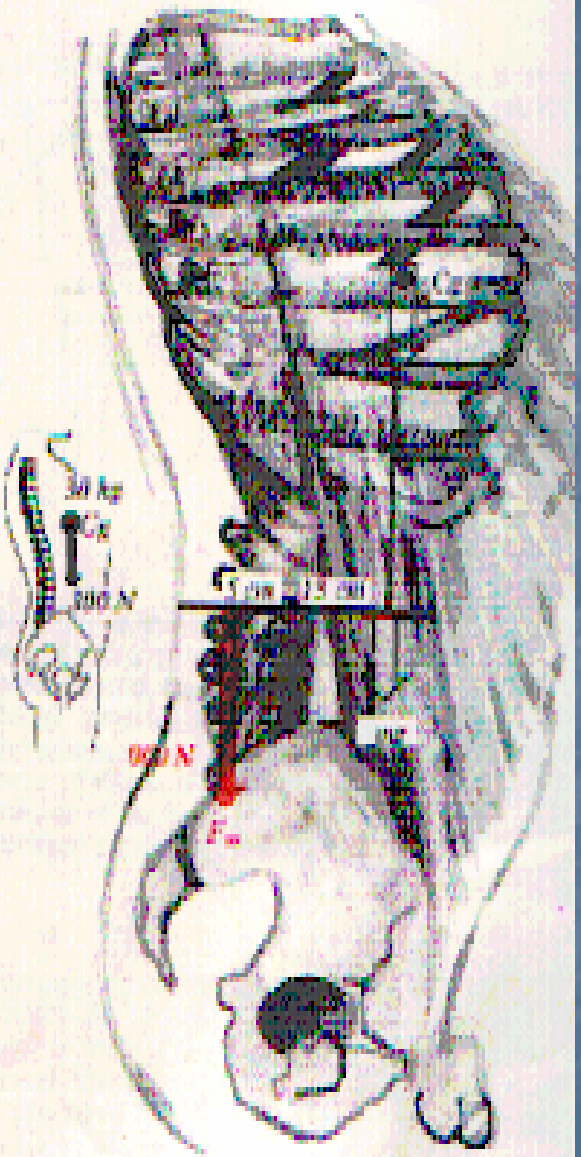



**Figure 7-15**
The torque created at the shoulder by the weight of the arm is the product of arm weight and the perpendicular distance between the arm's center of gravity and the shoulder (the arm's moment arm). Adapted from Gellin DB and Anderson GBJ. Occupational Biomechanics (2nd ed.). New York, John Wiley and Sons, 1991.



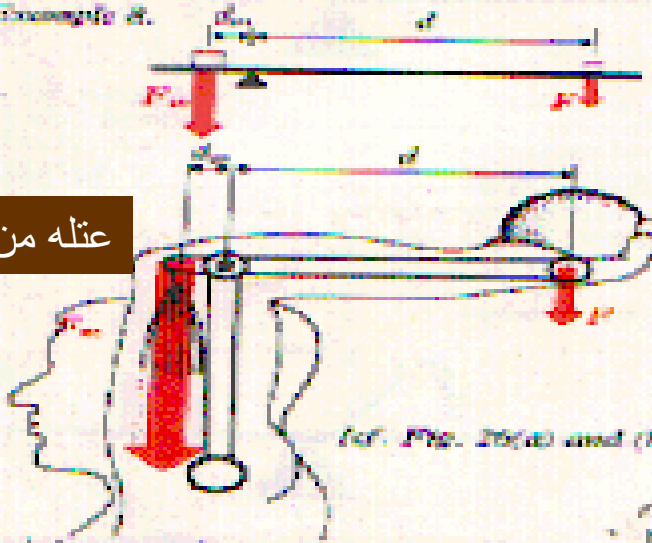

**Figure 7-16**
The torque created at the shoulder by each arm segment is the product of the segment's weight and the segment's moment arm.

Fig. 68. Example 10.




$F_m$ = Muscle force.
$d_m$ = The muscle's lever arm to the centre of the joint.
$F$ = The force of gravity acting on the ball.
$d$ = Distance to the centre of the joint.

Fig. 66. Example 8.




عتله من النوع الاول

cf. Fig. 26(a) and (b)

The elbow joint can be compared with a see-saw, where the external force ($F$) acts on one side and the internal force ($F_m$) acts on the other. The arm is held still if $F_m \times d_m = F \times d$.

*Example 9.* The body is in equilibrium when $F_m \times d_m = F \times d$. If $F_m \times d_m$ is greater than $F \times d$, the body accelerates upwards (rises even further on its toes). If $F_m \times d_m$ is less than $F \times d$, the body will not be able to hold its position and will sink. The numbers refer to a person of mass 80 kg.

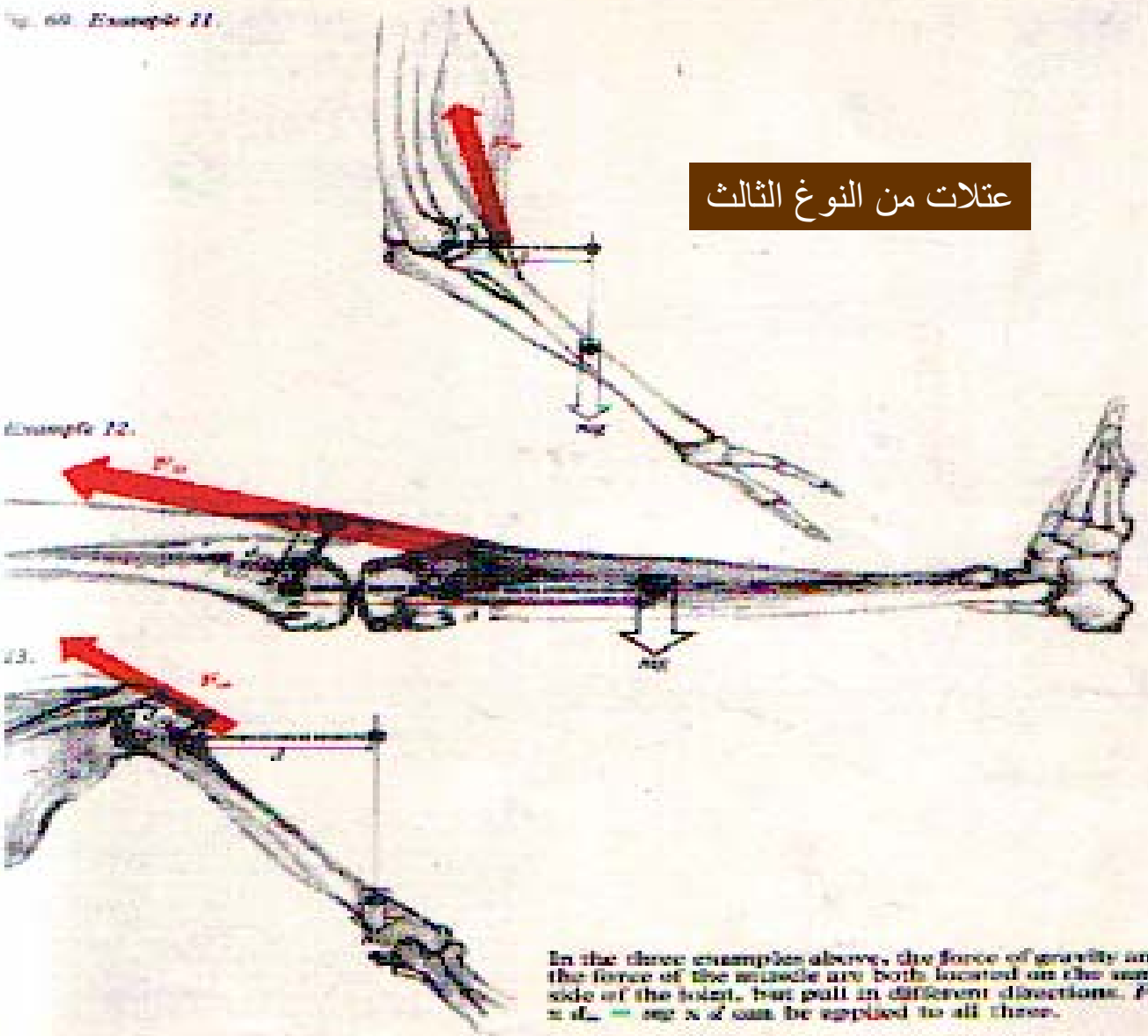
Fig. 67. Example 9.




If $F_m \times d_m =$ 800 N $d$, he will stand still

عتله من النوع الثاني

عتلات من النوع الثالث



In the three examples above, the force of gravity and the force of the muscle are both located on the same side of the joint, but pull in different directions. $F_m \times d_m = mg \times d$ can be applied to all three.

$$\frac{\text{القوة}}{\text{المقاومة}} = \frac{\text{ذ المقاومة}}{\text{ذ القوة}}$$

من هذا يمكن الخروج بالنتائج الآتية:

إذا طال ذراع المقاومة عن ذراع القوة لزم لنعادلها قوة كبيرة نسبيا، فإذا استخدمنا مثلا عتلة رافعة من النوع الأول فالواجب أن يتعادل الثقل مع القوة إذا كان ذراع القوة مساويا لذراع المقاومة، أما إذا حركنا محور الارتكاز باتجاه القوة مما يؤدي إلى إطالة ذراع المقاومة ونقصان ذراع القوة، فأن القوة التي نطلبها للتغلب على نفس المقاومة تكون اكبر من القوة الأصلية ويمكن توضيح ذلك بالمثال الآتي:

**طول ذراع العتلة = 4 متر**

**طول ذراع القوة = 1 متر**

**طول ذراع المقاومة = 3 متر**

**الثقل ( المقاومة ) = 50 كغم**

ولما كان القانون الأول هو

**القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها**

**∴ القوة = 150 كغم**

ولهذا السبب فأن هذه القوة ستسبب حركة سريعة للمقاومة التي تعمل عليها بسبب كبر قيمتها مع زيادة ذراع المقاومة كما في رمي القرص وضرب كرة القدم بالرجل.

إذا كان ذراع القوة اكبر من ذراع المقاومة لزم تعادل القوة والمقاومة قوة اقل نسبيا من المقاومة، فلو فرضنا ان محور الارتكاز في المثال السابق ( العتلة) على بعد متر واحد من الثقل، فأن القوة التي تتطلبها للتغلب على المقاومة **50** كغم تكون اكبر نسبيا، وكما يلي:

**طول العتلة =4 م**

**طول ذراع القوة 3 متر**

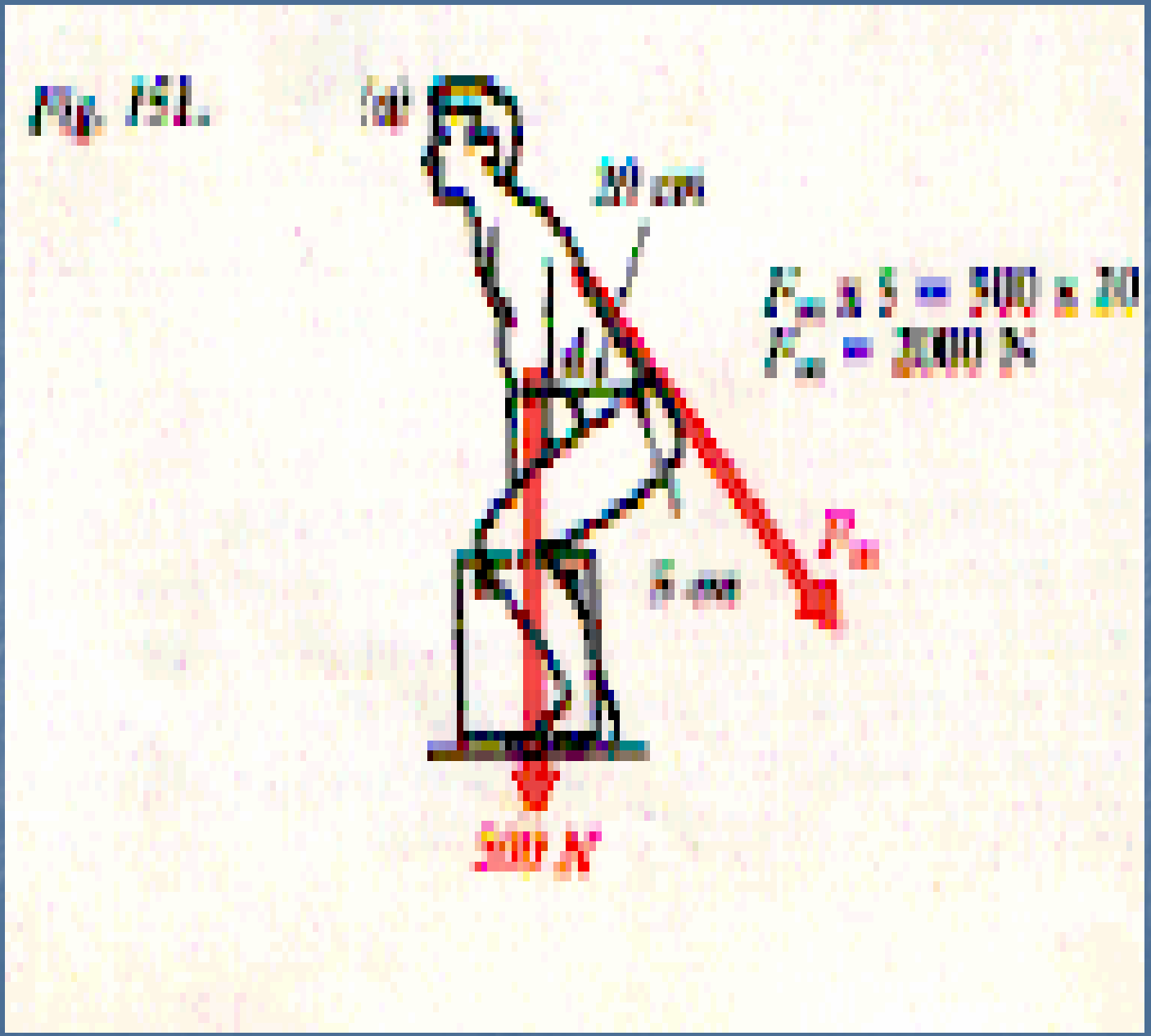
**طول ذراع المقاومة 1متر**

**الثقل ( المقاومة) = 50 كغم**

**القوة ×3 = 50 ×1**

**∴ القوة = 50 \ 3 = 3\2 = 16.66 كغم**

- نخرج من هذا بأن استخدام القوة على الذراع الطويلة في الرافعة يكون مكسبا للقوة (اقتصاداً).
- **هذا فيما يخص أداء بعض الحركات الرياضية وأمثالها:**
- حركة رمي الرمح ورمي القرص وحركة الذراع عند الضربة الساحقة في الطائرة والإرسال في التنس وعند ركلة كرة القدم وعند أداء حركات الدوران في العقلة أو أجهزة الجمناستك الأخرى.



# القوام وعلاقته بالعتلات

إن نظرية القوام تقول إن النمو المتزايد لمجموعة من العضلات دون إن يقابله ما يوازيه وبنفس الدرجة نمو لمجموعة العضلات المقابلة ينتج عنه انحرافا قواميا. لذا فالقوام المعتدل هو الذي يشكل فيه المحور الطولي خطاً عموديا غير متعرجاً وأي خروج عن هذا الخط العمودي يعتبر انحرافا**Deviation**، أي وقوع مركز ثقل أجزاء الجسم على خط واحد(يمر هذا الخط من حلمة الأذن الى مفصل الكتف والى مفصل الورك والى مفصل الركبة واخيرا إلى نقطة أمام الكعب بحوالي 2.5 سم ) ، مما يعني إن عزوم قوى الجاذبية حول هذا المحور تساوي صفر ، وبالتالي تتلاشى العزوم الخارجية لهذه القوى ومن ثم لا يقع على العضلات المساعدة للقوام أي جهد لمقاومة هذه العزوم المقاومة ويمكن ان نطلق ( ميكانيكية الجسم ) على القوام أثناء الحركة ، لذا فأن كانت ميكانيكية الجسم جيدة بذل الإنسان مجهوداً اقتصاديا في أداء الحركة واتخاذ الأوضاع المناسبة وهذا يعني مايلي:

- **ليكون الجسم في حالة اتزان انتقالي يجب أن تكون محصلة القوة المؤثرة في الجسم تساوي صفرا** أي انه:

المحصلة (م) = صفر

وبذلك تكون محصلة المركبات السينية صفراً

أي مجموع القوى باتجاه المحور (+ س) = مجموع القوى باتجاه المحور(_س)

وتكون محصلة المركبات الصادية تساوي صفراً، أي انه:

مجموع القوى باتجاه المحور (+ص) = مجموع القوى باتجاه المحور (_ص).

**وليكون الجسم في حالة اتزان دوراني** يجب أن تكون محصلة العزوم (ع) المؤثرة فيه = صفرا، أي انه:

ع = صفر

لذا مجموع العزوم التي تدور الجسم باتجاه عقرب الساعة = مجموع العزوم التي تدور الجسم باتجاه مضاد لعقرب الساعة.وهذا مانلاحظة في حالات الثبات على بعض أجهزة الجمناستك أثناء الأداء عندما يكون المطلوب الثبات في وضع ما من اجل تطبيق متطلبات الحركة، وهذا له علاقة بمتطلبات القوام الجيد والذي يعني تناسقا واتزانا في قوة العضلات العاملة والرئيسية والتي يجب إن تكون أحد المؤشرات الجيد لمختلف اللاعبين وخصوصا لاعب الجمناستك، ولتوضيح ذلك نأخذ المثال آلاتي:

إذا اخذ لاعب الجمناستك وضع الثبات على المتوازي وكان طوله (ل) ووزنه (و) وكان وزن الطرف العلوي (و1) وعلى بعد ربع طوله (4\1)، وكان وزن الطرف السفلي (و2) وعلى بعد نصف طوله(2\1) فعند حصول حالة الاتزان يجب إن يكون و1 عمليا مساو إلى (2و2) وان مقدار القوة كافية للتغلب على وزني الطرفين

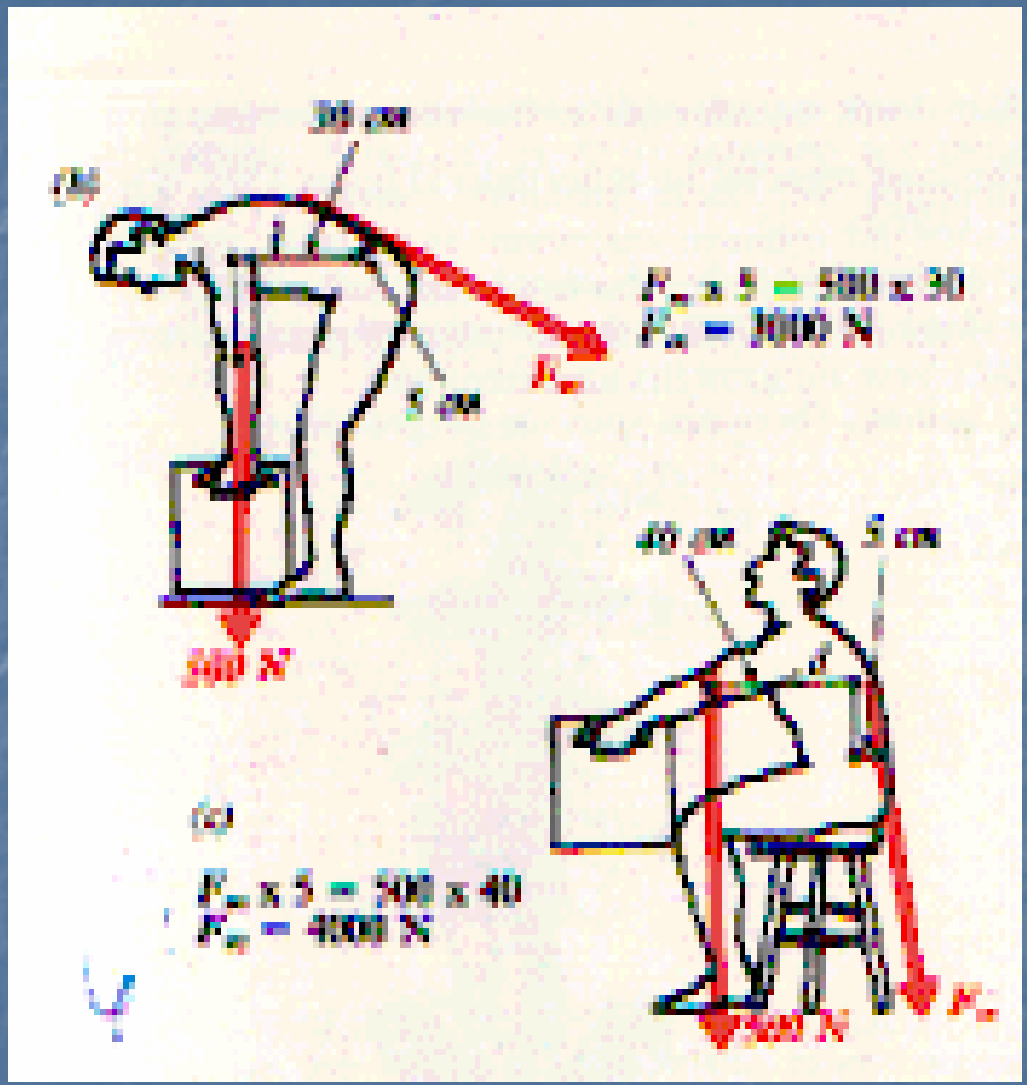
ق = و1+و2

أي أن و1 ×4\1 ل = و2 × 2\1 ل لكي يحصل الاتزان لهذا اللاعب حول نقطة الارتكاز وهي اليدين. ولما كان و1 = 2و2، وبالتعويض بالمعادلة السابقة

2و2 × 4\1 ل = و2 × 2\1 ل

- ∴ و1 ل = و2 ل

أي ان العزوم باتجاه عقارب الساعة = العزوم باتجاه مضاد لعقارب الساعة

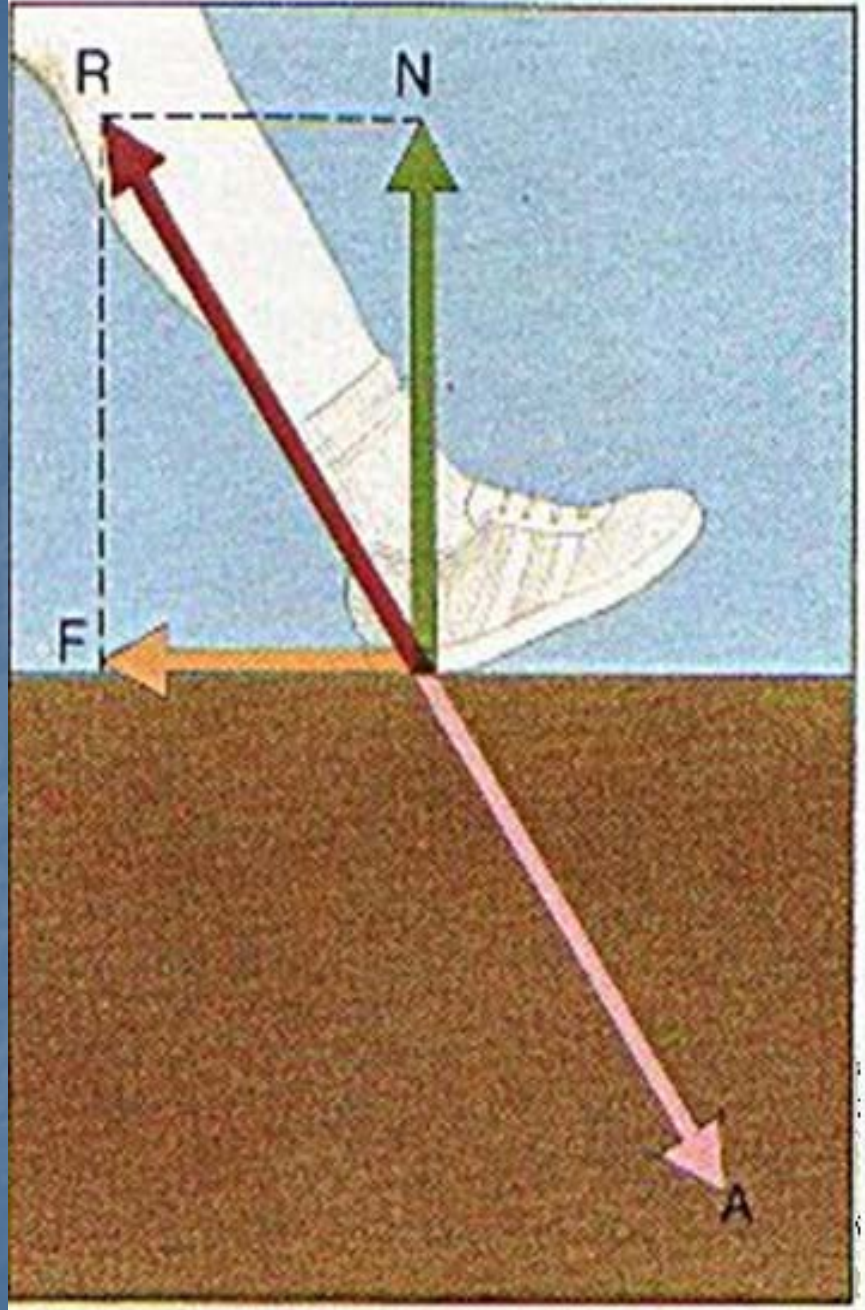

30 cm
5 cm
500 N
$F_m \times 5 = 500 \times 30$
$F_m = 3000$ N
40 cm
5 cm
500 N
$F_m$
$F_m \times 5 = 500 \times 40$
$F_m = 4000$ N



- العتلات والإصابات
- من الحقائق المرتبطة بتأثير الأحمال على المنطقة القطنية من الجذع مكان الثقل المحمول بالنسبة للمكان المفترض وجود مركز ثقل الجسم فيه، أو بمعنى أدق بالنسبة لمكان مركز ثقل الجذع ودرجة الانقباض والانبساط للعضلات العاملة عليه، وحجم ووزن الثقل المرفوع او المحمول.
- وبصفة عامة فأن اقتراب الثقل المحمول اقرب ما يمكن من الجسم، يقلل من تأثيره السلبي على عضلات الجسم ويسهل حملة، وعندما يقوم الفرد بحمل ثقل وهو في وضع انحناء للأمام ( ثني الجذع اماما) فأن وزن الثقل يؤثر كمقاومة بالإضافة إلى وزن الجذع والذراعين بفعل الجاذبية الأرضية، ومع زيادة الثني فأن عزم الطرف العلوي من الجسم سوف يزيد وبالتالي يزيد تأثيره كعبء إضافي على العمود الفقري ( لاحظ الشكل السابق)2

- وفي مجال رفع الأثقال، قد يخفق لاعب رفع الأثقال في تحقيق رقم جيد رغم أن قدراته العضلية تسمح له بذلك، لعدم تمكنه من وضع الثقل في المكان المناسب بالنسبة لمركز ثقل جذعه وبالتالي بالنسبة لقاعدة ارتكازه، فكثيرا ما نلاحظ لاعبين يضطرون الى رمي الثقل خلف ظهورهم في اللحظة التي يشعرون فيها بعدم القدرة على السيطرة على الثقل ووضعه في المكان المناسب، حيث يضيف الوضع الخاطئ عبئا يزيد من وزن الثقل بعزم قد يفوق قيمة الثقل نفسه إذا ما وضع في مكانه الصحيح.

- من ناحية أخرى، وعند أداء الفعاليات الرياضية فأن قيمة قوة الاحتكاك اثناء اللعب تختلف باختلاف الأسطح ووفقا للحركات المطلوبة، وحيث ان أنسجة الجسم تتشابه في خواصها أية مادة أخرى قابلة للضعف او التمزق او الانكسار عندما تتجاوز حدود القوة عليها حدود تحملها، فعند التهيؤ للوثب فان ذلك يتطلب احتكاك عالي بين الأرض وسطح القدم ، وعند زيادة السرعة الى الضعف والقيام بالنهوض فان ذلك سيتطلب قوة احتكاك اكبر ، وهذه القوة سوف تؤثر على مفصل الركبة ومفصل الكاحل ويسبب إجهاد كبير لهذه المفاصل ، وعندما يريد اللاعب الركض بسرعة عالية ثم يعمل على إيقاف قدمه فجأة فأن الاحتكاك بين الأرض وسطح القدم سيكون كبير وبالتالي سوف تتعرض الركبة الى إصابة وتمزق في الأربطة، ويمكن تلخيص هذه العلاقة كما يلي:
- هناك علاقة بين القوى الخارجية، كقوة الاحتكاك، والقوة التي يبذلها اللاعب ( القوة العضلية الداخلية) والتي يمكن أن نحددها من خلال العلاقة التالية
- قوة الاحتكاك = f × القوة المبذولة ( العمودية او الوزن) **(f يعني معامل الاحتكاك )**
- قيمة قوة الاحتكاك تكون بين ( صفر – 1) على الأسطح الملساء، وتكبر هذه القيمة على الأسطح الخشنة.
- في الفعاليات الرياضية تختلف قيم قوة الاحتكاك أثناء اللعب على الأسطح المختلفة ووفقا للحركات المطلوب أدائها، فمثلاً عند الاقتراب للتهيؤ للوثب فأن لحظة النهوض تتطلب احتكاك عالي ( شبه لحظي) بين الأرض وسطح القدم الدافعة، ولكن عند زيادة سرعة الاقتراب الى الضعف فأن ذلك سوف يتطلب قوة احتكاك اكبر، وهذه القوة سوف تؤثر على مفصل الركبه ومفصل الكاحل وقد يتسبب ذلك اجهاداً كبيراً لهذه المفاصل.
- وعندما يريد اللاعب ان يركض بسرعة ثم يعمل على إيقاف هذه السرعة من خلال تثبيت قدمه، فأن قوة الاحتكاك بين الأرض وسطح القدم سيكون كبيراً وبالتالي سوف يسبب ذلك إلى أن تتعرض الركبه والكاحل الى إجهاد كبير. ( لاحظ الشكل)




The relationship between the action/reaction force, the normal force and the frictional force.

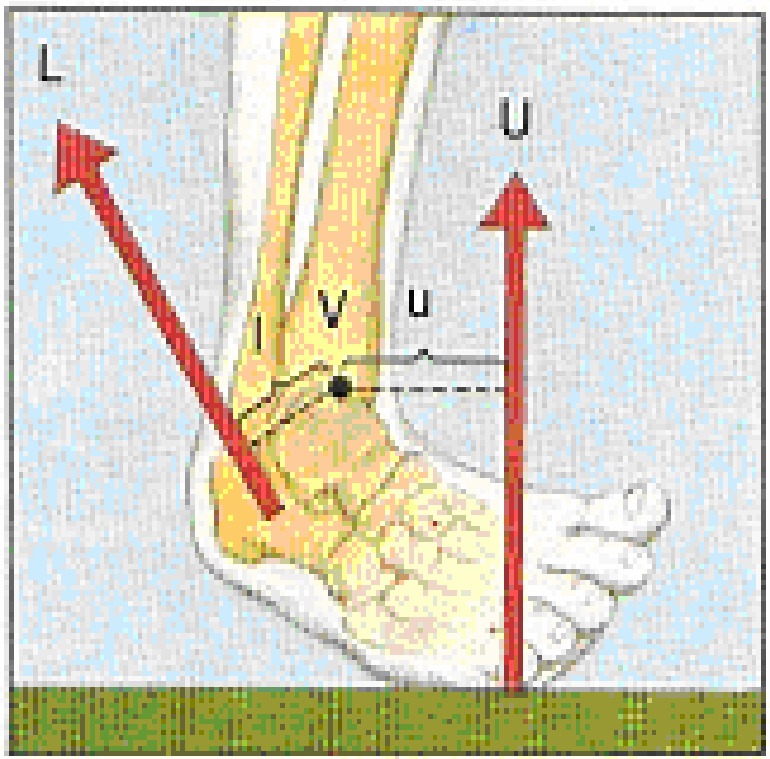
A = action force
R = reaction force
N = normal force
F = frictional force

العلاقة بين الفعل ورد الفعل والقوى المبذوله(الاعتيادية)وقوة الاحتكاك

- A قوة الفعل
- R قوة رد الفعل
- N القوة المبذوله ( الاعتيادية)
- F قوة الاحتكاك

- يبين العلاقة بين الفعل ورد فعل القوة والقوة المبذولة وقوة الاحتكاك
- وعندما يقف اللاعب بثبات، فأن كل قواه تكون عمودية ومتجهة للأسفل على طول المحور الطولي للجسم عبر الساق والقدم، وعندما يقوم اللاعب بالركض ثم يقوم بحركات تغير الاتجاه والركض، من خلال قوة تثبيت القدم لتغيير الاتجاه، هذا التثبيت يكون بزاوية معينة مع الأرض، ولهذا تكون قوة التثبيت هي محصلة لقوتين، الاولى ( **N** ) وهي القوة المبذولة والتي تكون عمودية على الأرض و ( **F** ) قوة الاحتكاك الافقية والتي تكون موازية للأرض، وعندما تكون نتيجة العلاقة بين القوتين**( N / F )** تزيد عن قيمة معامل الاحتكاك ( **f** ) فأن حذاء الرياضي يفقد ثباته ويبدأ بالانزلاق، ولتجنب هذه الحالة يلجا الرياضي الى اخذ خطوات قصيرة لتقليل من قوة الاحتكاك وتجنب الانزلاق
- يمكن من خلال قانون العتلة توضيح حدوث بعض الإصابات الرياضية مثل التواء كاحل القدم والذي بشكل شائع عندما يلتوي كاحل القدم ويتمزق الرباط الجانبي للكاحل ( لاحظ الشكل 5)

- الشكل 5
- قوى الاحتكاك على الأرض = U
- وبعدها عن محور الدوران = u
- محور الدوران = v
- قوة الرباط الجانبي = L
- ذراع قوة الرباط = i
- وعندما تكون العزوم متساوية يعني u.U = L.i
- U ——— = L قوة الرباط
  u
  i

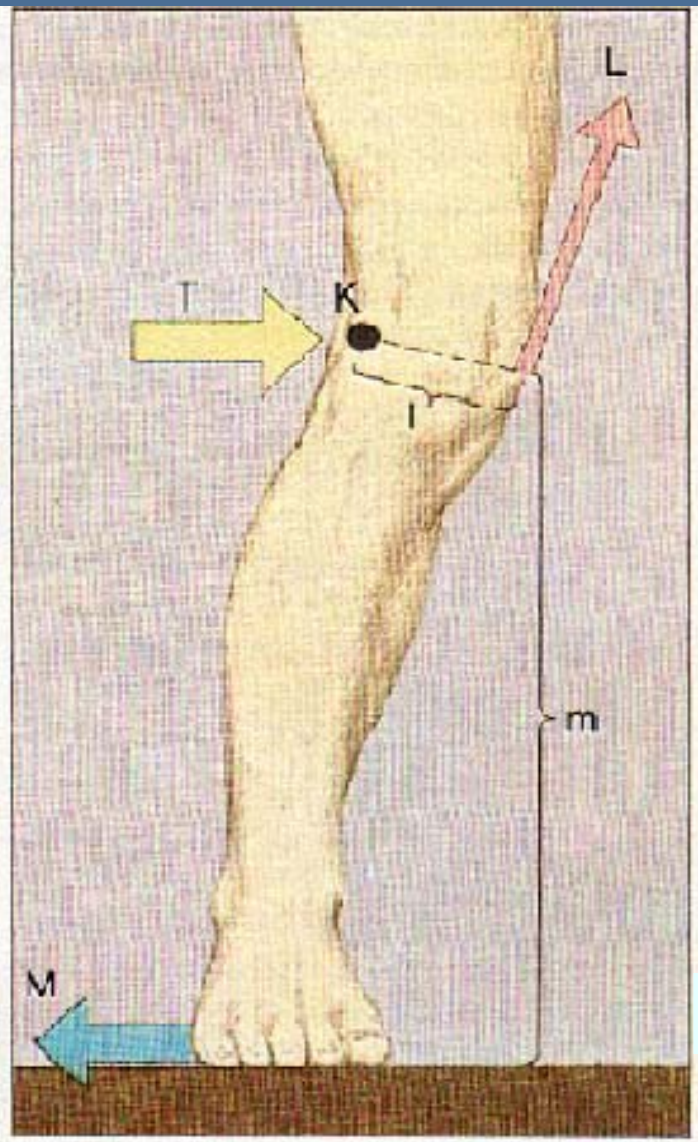



The forces at work when an ankle joint is sprained.
L = the force in the ligament
U = the force from the surface
l = the lever of the force in the ligament
u = the lever of the force from the surface

- L قوة الرباط
- U القوة المبذوله على سطح الارض
- l ذراع قوة الرباط
- U ذراع القوة المبذولة على السطح

$$L \cdot l = U \cdot u$$

$$L = \frac{u}{l} \cdot U$$




**M** = قوة الاحتكاك على الأرض

**m** = بعدها عن محور الدوران

**k** = محور الدوران

**L** = قوة الرباط

**i** = بعدها عن المحور

**T** قوة خارجية

The forces at work when a tackle is made against a knee joint.
T – the tackling force
K – the fulcrum
L – the force in the ligament
M – the force from the surface
i – the lever of the force in the ligament
m – the lever of the force from the surface

- ومن حالة أخرى عندما تطبق القدم قوة مقدارها **M** كقوة احتكاك على سطح الأرض والرجل ممدودة فيكون ذراعها **m** اكبر 5 أضعاف من ذراع قوة الرباط **i** وهذا سوف يسبب في زيادة عزم قوة الاحتكاك بـ 5 أضعاف من عزم قوة الرباط ، فأن الرباط سوف يتعرض الى إجهاد ويكون نتيجة هذا الإجهاد إصابة مباشرة
- ويوضح الشكل 5 الحالة أعلاه وكما يلي: **L .I = M m**
- $$L = \frac{M \; m}{I}$$
- قوة الاحتكاك على الأرض = **M**
- بعدها عن محور الدوران = **m**
- محور الدوران= **k**
- قوة الرباط = **L**
- بعدها عن المحور = **i**
- **T** قوة خارجية

**لاحظ الشكل السابق**

- تدريب المنحدرات وفق قانون العتلات
- **القوة × ذراع القوة = المقاومة × ذراع المقاومة**
- يمكن وضع قانون العتلات بشكل تناسب ويكون

القوة/ المقاومة = ذراع المقاومة / ذراع القوة

وبما أن الفائدة من استعمال العتلات قد تكون ربح قوة وذلك عندما تكون القوة اصغر من المقاومة، أو تكون ربح سرعة عندما تكون المسافة التي تتحركها القوة اصغر من المسافة التي بتحركها المقاومة في الفترة الزمنية نفسها، وهذا يتوفر في العتلات أن كان ذراع القوة اصغر من ذراع المقاومة، وعلى هذا الأساس يكون هناك:

( ربح القوة هو النسبة بين القوة والمقاومة)

- وربح السرعة هو النسبة بين المسافة التي تقطعها المقاومة والمسافة التي تقطعها القوة، وفي العتلات هذه النسبة تساوي النسبة بين ذراع المقاومة وذراع القوة، أي أن:

- ربح القوة = القوة / المقاومة

ربح السرعة = المسافة التي تقطعها المقاومة / المسافة التي تقطعها القوة

وفي العتلات = ذراع المقاومة / ذراع القوة

أذن ربح السرعة يساوي مقلوب ربح القوة فلا يمكن ان يكون هناك ربح قوة وربح سرعة بأن واحد.

عتلة من النوع الأول: يكون ربح القوة اكبر او مساوياً او اصغر من واحد وبذلك يكون ربح السرعة على العكس اصغر او مساوي او اكبر من واحد على الترتيب.

عتلة من النوع الثاني: يكون ربح القوة اكبر من واحد دائماً أي انه يوجد ربح قوة، أما ربح السرعة فيكون اصغر من واحد لذا يوجد خسارة في السرعة.

عتلة من النوع الثالث: يكون ربح القوة اصغر من واحد دائما أي انه توجد خسارة في القوة، أما ربح السرعة فيكون اكبر من واحد لذا يوجد ربح في السرعة.

$$\text{ربح القوة} = \frac{\text{القوة}}{\text{المقاومة}}$$

- السطح المائل: تستخدم الأسطح المائلة في المجال الرياضي لتسليط قوة خارجية متدرجة على العضلات العاملة في الأداء، فلو أريد لجسم رياضي أن يركض على سطح مائل وكان **وزنه500 نيوتن وبتأثير قوة موازية للسطح قدرها (ق) ولمسافة 30 متراً** ليرتفع مسافة عمودية قدرها **5** متر ، فان القوة المطلوبة هي

الارتفاع

ربح السرعة = ــــــــــــــــــــــ

طول السطح المائل

وبما إن ربح القوة = مقلوب ربح السرعة

1

ربح القوة = ــــــــــــــــــــــ

ربح السرعة

1

و = ــــــــ

ع \ ل

ربح القوة = ل\ع

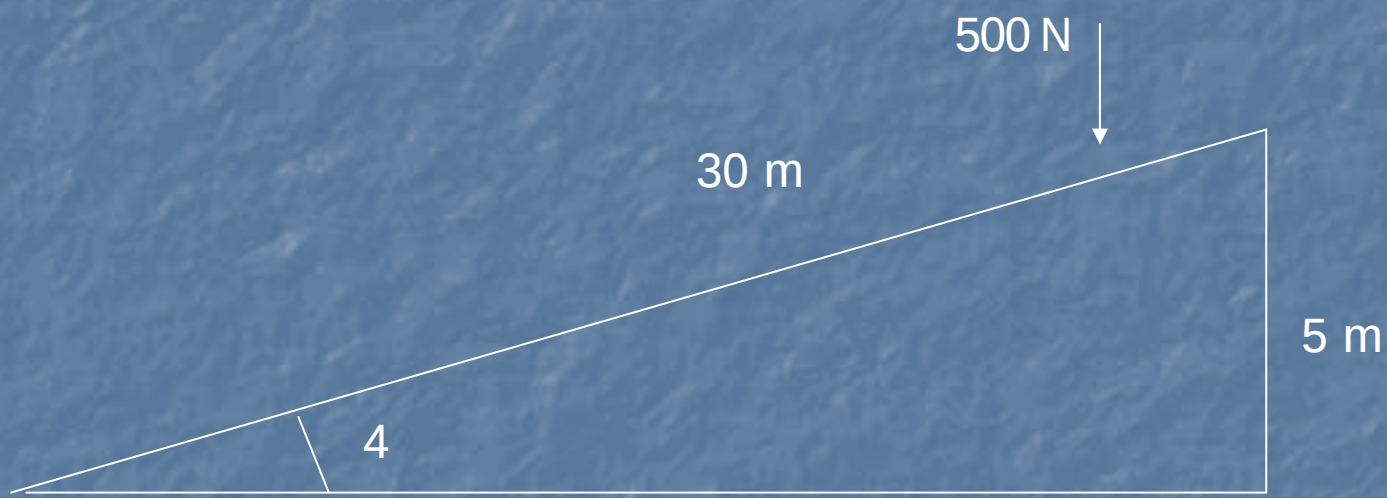
- 500\مق = 30 \ 5

مق = 83.33 نيوتن أذن هنا ربح بالسرعة وبزاوية ميل 4ْ

وإذا زاد الارتفاع العمودي الى 10 متر فان القوة المطلوبة

- 500\مق = 30 \ 10

ق =166.66 نيوتن


500 N
30 m
5 m
4

- تدريب القوة والعتلات
- إن جميع تدريب القوة بوزن الجسم أو باستخدام أوزان مضافة إنما تعتمد في مبدئها عند التدريب على نظرية العزوم ، حيث كما هو معلوم إن نقاط اندغام العضلات في جسم الإنسان ثابتة ، لذا فيمكن التحكم بقوة العضلات في زيادة عزم القوة ولايمكن التحكم ببعد هذه المداغم والتي تعتبر نقاط تأثير القوة أبدا ، الا انه هناك زوايا يمكن ان تنتج العضلة فيها اكبر عزم قوة ، حيث ان زاوية **90**ْ تعطي أفضلية في الحصول على اكبر ذراع للقوة واكبر ذراع للمقاومة ، وفي هذه الحالة تتجه القوة في هذه الزاوية كلها للتدوير ، آما إذا قلت الزاوية او زادت عن **90**ْ فان القوة تتجه الى مركبتين ، أحدهما للتدوير والأخرى للتثبيت ، وبهذا فأن زاوية العمل بـ **90**ْ تضمن فقي تطوير القوة العضلية للتغلب على اكبر قيمة للمقاومة التي تجابهها.

Known

$w_1$ = 350 N

$F_{m}$ = 630 N

Graphic Solution

Since the body is motionless, all vertical force components must sum to 0 and all horizontal force components must sum to 0. Graphically, this means that all acting forces can be transported to form a closed force polygon (in this case, a triangle). The forces from the diagram above can be reconfigured to form the triangle shown on the right.



If the triangle is drawn to scale (perhaps 1 cm = 100 N), the amount of joint compression can be approximated by measuring the length of the joint reaction force (R).

R is about 750 N

Mathematical Solution

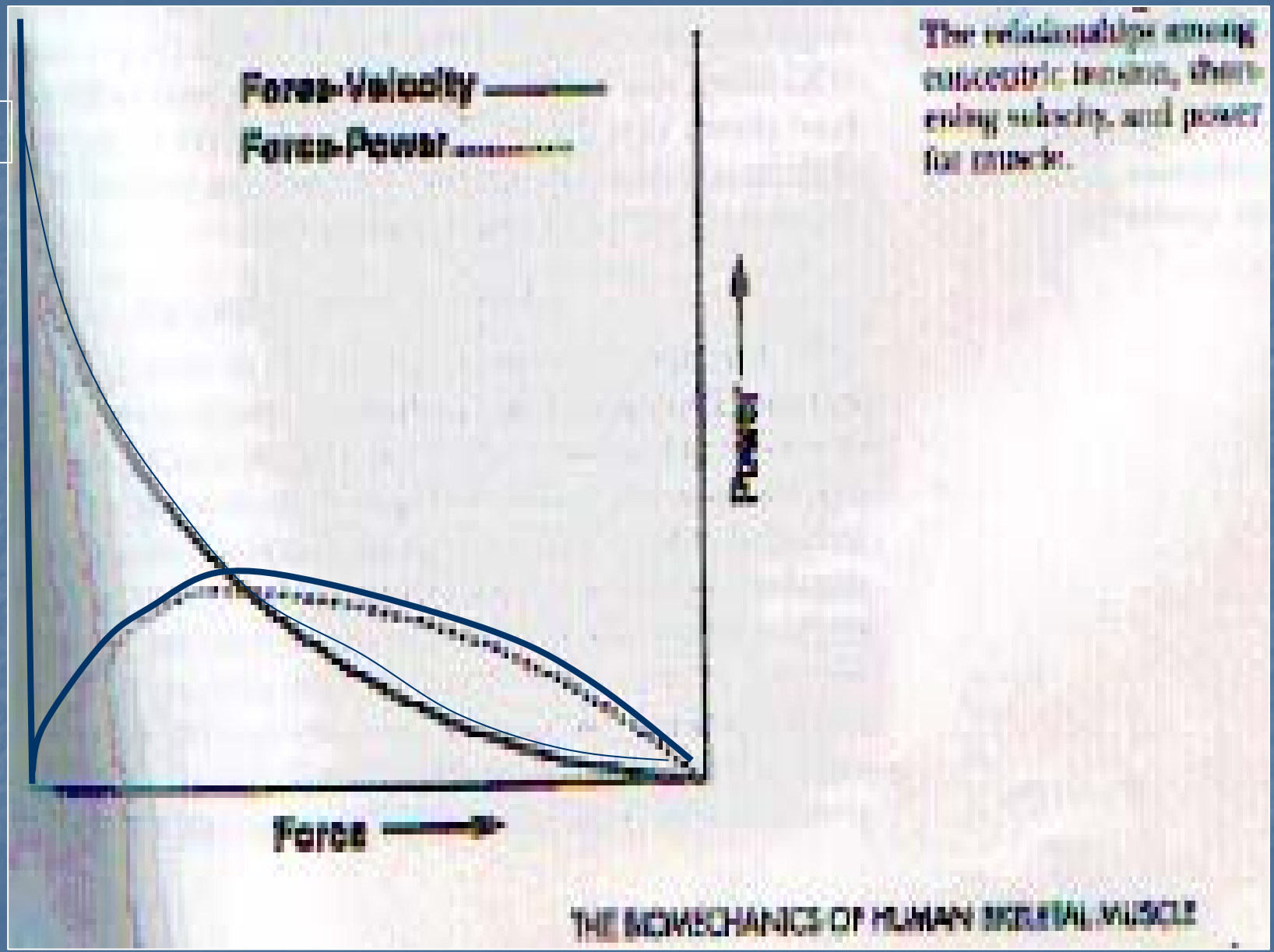
The Law of Cosines can be used with the same triangle to calculate the length of R.

$R^2 = F_m^2 + w_1^2 - 2(F_m)(w_1)\cos 160°$

$R^2 = (630\ N)^2 + (350\ N)^2 - 2(630\ N)(350\ N)\cos 160°$

$R = 951\ N$

velocity


Force-Velocity
Force-Power
Power
Force
THE BIOMECHANICS OF HUMAN SKELETAL MUSCLE

- **ملاحظات هامة:**
- ذراع القوة في معظم روافع الجسم اقصر من ذراع المقاومة ولذلك فأن هذه الروافع تساعد على زيادة مدى وسرعة الحركة على حساب القوة ويتضح ذلك عند ضرب كرة القدم فبمدى كبير نسبيا لمسافة طويلة وبسرعة على الرغم من خفة وزن الكرة.
- من المبادئ الهامة التي يجب تذكرها عند دراسة العظام كروافع هو ان القوة المستخدمة في الرافعة العظمية تكون مرتكزة عند اندغام العضلة في العظم وليس في العضلة نفسها.
- إذا ما أشرنا الى اثقل عند استعمال الروافع فأننا نقصد به المقاومة.
- الرافعة الوحيدة ذات النوع الثاني بالجسم توجد في القدم علما بأن هذا يتوقف
- ايضاً عما اذا كان وزن الجسم يرتكز عليها ام لا.
- عندما تشترك العضلة ذات الرأسين العضدية في ثني الذراع عند المرفق فأنها تمثل القوة التي تعمل على رافعة من النوع الثالث.
- كل عضله من عضلات الجسم تحرك عظمة من عظامه أي تحرك رافعة من روافع الجسم وتحركها لمدى معين يتوقف على نوع المفصل وتكوين العظام.
- ويلاحظ أن زاوية الشد في العضلة تكبر عندما يتحرك بعيدا عن مكانها التشريحي ومعظم العضلات تعمل بزاوية شد صغيره أقل من 50 درجه وعندما تكون زاوية الشد 90˚ فأن قوة العضلة تستخدم جميعها في الشد لذا كان من السهل على الفرد رفع جسمه من وضع التعليق إذا بدء عملية الرفع وذراعاه منثنيتان بزاوية قائمه ، أما إذا اختلفت زاوية الشد فأن القوة تتوزع بين الشد والتثبيت.
- المسافة بين اندغام العضلة والمفصل من الأهمية بمكان ، أذ كلما طالت هذه المسافة كلما قلت القوة المطلوبة لتحريك الرافعة.
- كلما كانت الرافعة طويلة كلما كانت الحركة اكثر سرعة وكلما كانت القوة المستخدمة اكبر نسبيا ، فإذا قارنا بين لاعب كرة اليد الذي يرد الكرة بضربها بيده ، ولاعب السكواش الذي يرد الكرة بضربها بمضربه ، نلاحظ إنها تكون أسرع من الكرة التي يردها لأعب كرة اليد ، وذلك لان لاعب السكواش يستعمل رافعه أطول من الرافعة التي يستعملها لاعب كرة اليد .
- القوة في الرافعة عبارة عن حاصل ضرب الكتلة في السرعة والعضلات هي المصدر الرئيسي لتوفير القوة ، لذا يمكن القول مع شئ من التجاوز بأن وزن الشخص في سرعته يحدد قوته ويمكن القول بأن الفرد يستخدم في رمي شئ قوة تساوي وزن الذراع الرامية × سرعة هذه الذراع ويجب في هذه الحالة ان يأخذ في الاعتبار مجموع القوة المستعملة إذ غالبا ما يتطلب حركة واحده عمل عدة مفاصل.