

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

المحاضرة (7)

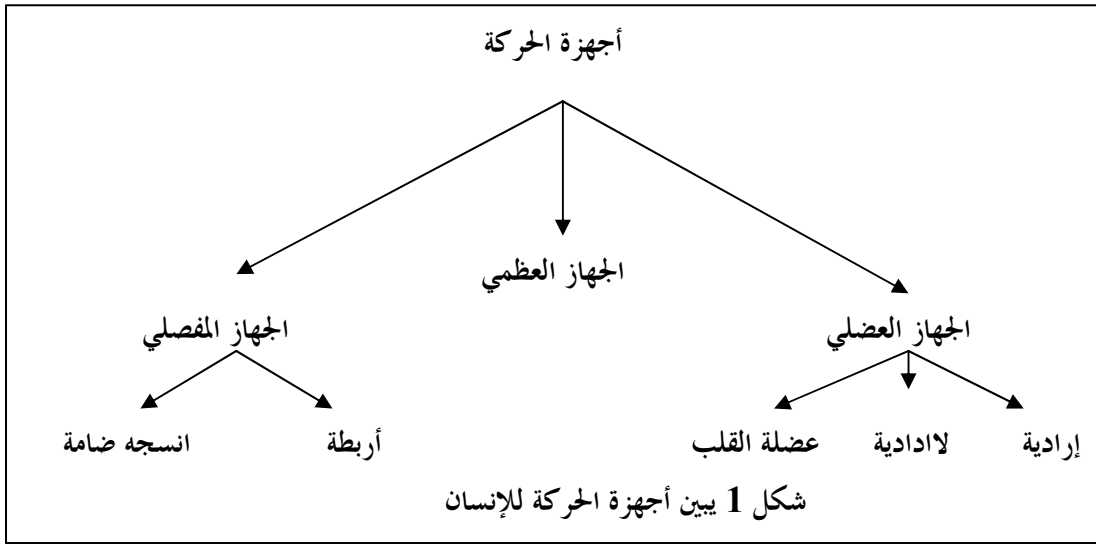
أ.د. صريح الفضلي

آب 2005

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 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 خاصه ، واثناء 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 .

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



وهناك نوعان أساسيان من الروافع تعمل في جسم الإنسان ونوع آخر 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.

عزم القوة :

بالرغم من كثرة الحديث عن القوة ونتيجة تأثيرها (فعلها) فإن ذلك ينطبق فقط على ابسط الحركات الانتقالية للجسم أما حركات الإنسان كمجموعة أجسام ، حيث تكون جميع حركات أجزاء جسمه دورانية ، فإن التغير في الحركة الدورانية لا يتعلق بالقوة بل بعزم القوة.

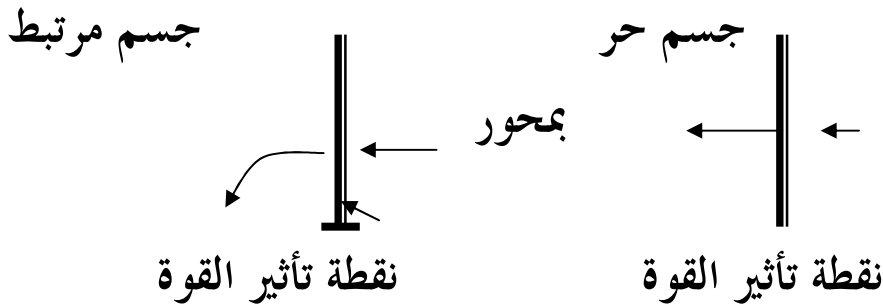
وعزم القوة – هو مقياس التأثير (او الفعل) الدوراني للقوة على الجسم ، ويعين كنتاج لحاصل ضرب متجه القوة في ذراع هذه القوة:

$$\text{عزم القوة} = \text{القوة} \times \text{ذراعها (بعدها عن مركز الدوران)}$$

ويحسب عزم القوة موجبا عندما تسبب القوة دوران الجسم عكس اتجاه عقرب الساعة ، وسالبا عند دورانه في اتجاه عقرب الساعة(من جانب الفرد القائم بالملاحظة).

وعزم القوة – كمية متجه لها نفس مواصفات القوة الميكانيكية (أي له مقدار واتجاه ونقطة تأثير وزمن) الا أن العزم له بعد(أي مسافة عمودية بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران) وتسمى بذراع القوة (في حالة المقاومة تسمى بذراع المقاومة) .

ولفهم اعلم للعزم نقول ، ان فعل القوة عندما يكون في مركز ثقل الجسم ، فإن فعل هذه القوة سوف يسبب انتقال ذلك الجسم خطيا ، أما إذا تقيد أحد أطراف هذا الجسم ، فإن هذه القوة سوف تسبب دوران هذا الجسم حول نقطة (التقييد) والتي تكون محور دوران ، لاحظ الشكل،:



وتظهر القوة تأثيرها الدوراني عندما تطبق على ذراعها ، وبكلمات أخرى ينبغي الا يمر خط عمل القوة خلال محور الدوران. فإذا لم تقع القوة في المستوى العمودي على محور

الدوران ، نشأ عن ذلك مركبه للقوة تقع في هذا المستوى ، تسبب عزم دوران حول المحور ، أما بقية مركبات القوة فلا تؤثر عليه.

ومن مفهوم ان القوة المطابقة لمحور الدوران او الموازية له ، أيضا لا يكون لها ذراع بالنسبة للمحور ، وبالتالي لا يكون لها عزم.

ويتولد عن الشد الحادث في أي عضلة عزم قوة حول المحور بالمفصل ، حيث يعتبر مدغم العضلة في أجزاء جسم الإنسان نقاط لتأثير القوة ، والمفصل هو محور الدوران ، ومركز ثقل الجسم هو المقاومة .

أن الغرض من وجود الروافع في جسم الإنسان هو أنها تساعد في التغلب على المقاومات الكبيرة باستعمال اقل قوة ممكنة ، كما تساعد 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.

- تأثير العضلات على العظام كروافع:

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 لا يتغير طول العضلة كما يقال ، وإنما 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 ، 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.

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:

$$\text{القوة} \times \text{ذراعها} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

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

من هذا يمكن الخروج بالنتائج الآتية :

1. إذا طال ذراع المقاومة عن ذراع القوة لزم لنعادها قوة كبيرة نسبياً ، فإذا استخدمنا مثلاً عتلة رافعة من النوع الأول فالواجب أن يتعادل الثقل مع القوة إذا كان ذراع القوة مساوياً لذراع المقاومة ، أما إذا حركنا محور الارتكاز باتجاه القوة مما يؤدي إلى إطالة ذراع المقاومة ونقصان ذراع القوة، فإن القوة التي نطلبها للتغلب على نفس المقاومة تكون أكبر من القوة الأصلية ويمكن توضيح ذلك بالمثال الآتي :

$$\text{طول ذراع العتلة} = 4 \text{ متر}$$

$$\text{طول ذراع القوة} = 1 \text{ متر}$$

$$\text{طول ذراع المقاومة} = 3 \text{ متر}$$

$$\text{الثقل (المقاومة)} = 50 \text{ كغم}$$

ولما كان القانون الأول هو

$$\text{القوة} \times \text{ذراعها} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

$$\text{آذن القوة} = 150 \text{ كغم}$$

ولهذا السبب فإن هذه القوة ستسبب حركة سريعة للمقاومة التي تعمل عليها بسبب كبر قيمتها مع زيادة ذراع المقاومة كما في رمي القرص وضرب كرة القدم بالرجل .
 2. إذا كان ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة لزم تعادل القوة والمقاومة قوة أقل نسبياً من المقاومة ، فلو فرضنا ان محور الارتكاز في المثال السابق (العتلة) على بعد متر واحد من الثقل ، فإن القوة التي تتطلبها للتغلب على المقاومة **50** كغم تكون أكبر نسبياً ، وكما يلي:

طول العتلة = 4 م

طول ذراع القوة 3 متر

طول ذراع المقاومة 1 متر

الثقل (المقاومة) = 50 كغم

القوة $3 \times 50 = 1 \times 50$

القوة = $50 \div 3 = 16.66$ كغم

نخرج من هذا بأن استخدام القوة على الذراع الطويلة في الرافعة يكون مكسباً للقوة (اقتصاداً).

هذا فيما يخص أداء بعض الحركات الرياضية وامثالها:

حركة رمي الرمح ورمي القرص وحركة الذراع عند الضربة الساحقة في الطائرة والإرسال في التنس وعند ركلة كرة القدم وعند أداء حركات الدوران في العجلة أو أجهزة الجمناستك الأخرى.

القوام و علاقته بالعتلات

إن نظرية القوام تقول إن النمو المتزايد لمجموعة من العضلات دون إن يقابله ما يوازيه وبنفس الدرجة نمو لمجموعة العضلات المقابلة ينتج عنه انحرافاً قوامياً. لذا فالقوام المعتدل هو الذي يشكل فيه المحور الطولي خطاً عمودياً غير متعرجاً وأي خروج عن هذا الخط العمودي يعتبر انحرافاً **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 واخيراً 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 اقتصادياً في أداء الحركة واتخاذ الأوضاع المناسبة وهذا يعني مايلي:

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

$$\text{المحصلة (م) = صفر}$$

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:

$$\text{مجموع القوى باتجاه المحور (+ص) = مجموع القوى باتجاه المحور (-ص).}$$

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

$$\text{ع = صفر}$$

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

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

$$\text{ق = و1 + و2}$$

أي أن $1 \times 4 \text{ ل} = 2 \times 1 \text{ ل}$ ولكي يحصل الاتزان لهذا اللاعب حول نقطة الارتكاز وهي اليدين. ولما كان $1 = 2$ ، وبالتعويض بالمعادلة السابقة

$$2 \times 1 \text{ ل} = 2 \times 1 \text{ ل}$$

أذن $1 \text{ ل} = 2 \text{ ل}$

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

- 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 حمله ، 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 2)

شكل 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. (لاحظ الشكل 3)

الشكل 3

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 أو التمزق أو الانكسار عندما تتجاوز حدود القوة عليها حدود تحملها ، فعند التهيؤ للوثب فإن ذلك يتطلب احتكاك عالي بين الأرض و سطح القدم ، وعند زيادة السرعة الى الضعف والقيام بالنهوض فإن 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 فإن الاحتكاك بين الأرض و سطح القدم سيكون كبير وبالتالي سوف تتعرض الركبة الى إصابة وتمزق في الأربطة ، ويمكن تلخيص هذه العلاقة كما يلي:

- هناك علاقة بين قوة الخارجية ، كقوة الاحتكاك ، والقوة التي يبذلها اللاعب (القوة العضلية الداخلية) والتي يمكن أن نحددها من خلال العلاقة التالية

$$\text{قوة الاحتكاك} = f \times \text{القوة المبذولة (العمودية)} \quad (f \text{ معامل الاحتكاك})$$

- قيمة قوة الاحتكاك تكون بين (صفر - 1) على الأسطح الملساء ، وتكرر 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 فإن لحظة النهوض تتطلب احتكاك عالي (شبه لحظي) بين الأرض و سطح القدم الدافعة ، ولكن عند زيادة سرعة الاقتراب الى الضعف فإن ذلك سوف يتطلب قوة احتكاك اكبر ، وهذه القوة سوف تؤثر على مفصل الركبة 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 ، فإن قوة الاحتكاك بين الأرض و سطح القدم سيكون كبيراً وبالتالي سوف يسبب ذلك إلى أن تتعرض الركبة والكاحل الى إجهاد كبير. (لاحظ الشكل 4)

الشكل 4

يبين العلاقة بين الفعل ورد فعل القوة والقوة المبذولة وقوة الاحتكاك

- وعندما يقف اللاعب بثبات ، فإن كل قواه تكون عمودية ومتجهة للأسفل على طول المحور الطولي للجسم عبر الساق والقدم ، وعندما يقوم اللاعب بالركض ثم يقوم بحركات تغير الاتجاه والركض ، فالرجل عند تثبيتها لتغيير الاتجاه ، يكون هذا التثبيت بزواوية معينة مع الأرض، ولهذا تكون قوة التثبيت هي محصلة لقوتين ، الأولى (**N**) وهي القوة المبذولة بالعضلات والتي تكون عمودية على الأرض و (**F**) قوة الاحتكاك والتي تكون موازية للأرض ، وعندما تكون نتيجة العلاقة بين القوتين (**F** / **N**) تزيد عن قيمة معامل الاحتكاك (**f**) فإن حذاء الرياضي يفقد ثباته ويبدأ بالانزلاق ، ولتجنب هذه الحالة يلجأ 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**

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

قوة الرباط

- 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:

$$L \cdot I = M m$$

$$M = \text{قوة الاحتكاك على الأرض}$$

$$m = \text{بعدها عن محور الدوران}$$

$$L = \frac{M}{I} \quad M$$

$$k = \text{محور الدوران}$$

$$L = \text{قوة الرباط}$$

$$i = \text{بعدها عن المحور}$$

$$T = \text{قوة خارجية}$$

شكل 6

- تدريب المنحدرات وفق قانون العتلات

يمكن وضع قانون العتلات بشكل تناسب ويكون

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

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 تتحركها 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 المقاومة والقوة)

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 :

$$\frac{\text{المقاومة}}{\text{الربح القوة}} = \frac{\text{المسافة التي تقطعها المقاومة}}{\text{الربح السرعة}}$$

$$\frac{\text{المسافة التي تقطعها القوة}}{\text{ذراع المقاومة}} = \frac{\text{المسافة التي تقطعها القوة}}{\text{ذراع القوة}}$$

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

عتله 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.

عتله 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 دائماً أي انه توجد خسارة في القوة ، أما ربح السرعة فيكون اكبر من واحد لذا يوجد ربح في السرعة.

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 وزنه **500** نيوتن وبتأثير قوة موازية للسطح قدرها (ق) والمسافة **30** متراً ليرتفع مسافة عمودية قدرها **5** متر ، فان القوة المطلوبة هي

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

$$\frac{\text{الارتفاع}}{\text{طول السطح المائل}} = \text{رياح السرعة}$$

وبما إن $\text{رياح القوة} = \text{مقلوب ريح السرعة}$

$$\text{رياح القوة} = \frac{1}{\text{رياح السرعة}}$$

$$1 = \text{و}$$

ع \ ل

$$\text{رياح القوة} = \text{ل \ ع}$$

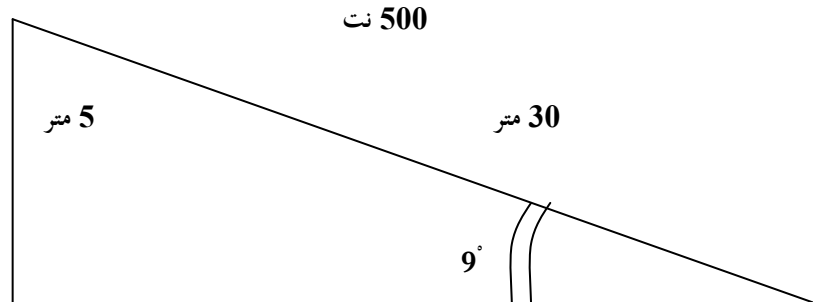
$$500 \text{ \ ق} = 30 \ \ 5$$

$83.33 = \text{ق}$ نيوتن أذن هنا ريح بالسرعة وبزاوية ميل 9°

وإذا زاد الارتفاع العمودي الى 10 متر فان القوة المطلوبة

$$500 \text{ \ ق} = 30 \ \ 10$$

$$\text{ق} = 166.66 \text{ نيوتن}$$



- 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 ولا يمكن التحكم بعد هذه المدغم والتي تعتبر نقاط تأثير القوة أبداً ، إلا أنه هناك زوايا يمكن أن تنتج العضلة فيها أكبر عزم قوة ، حيث إن زاوية 90° تعطي أفضلية في الحصول على أكبر ذراع للقوة وأكبر ذراع للمقاومة ، وفي هذه الحالة تتجه القوة في هذه الزاوية كلها للتدوير ، أما إذا قلت الزاوية أو زادت عن 90° فإن القوة تتجه إلى مركبتين ، أحدهما للتدوير والأخرى للتثبيت ، وبهذا فإن زاوية العمل بـ 90° تضمن فقي تطوير القوة العضلية للتغلب على أكبر قيمة للمقاومة التي تجابهها.

ملاحظات هامة:

1. ذراع القوة في معظم روافع الجسم أقصر من ذراع المقاومة ولذلك فإن هذه الروافع تساعد على زيادة مدى وسرعة الحركة على حساب القوة ويتضح ذلك عند ضرب كرة القدم فيمدى كبير نسبياً لمسافة طويلة وبسرعة على الرغم من خفة وزن الكرة.
2. من المبادئ الهامة التي يجب تذكرها عند دراسة العظام كروافع هو أن القوة المستخدمة في الرافعة العظمية تكون مرتكزة عند اندغام العضلة في العظم وليس في العضلة نفسها.
3. إذا ما أشرنا إلى أثقل عند استعمال الروافع فأنا نقصد به المقاومة.
4. الرافعة الوحيدة ذات النوع الثاني بالجسم توجد في القدم علماً بأن هذا يتوقف أيضاً عما إذا كان وزن الجسم يتركز عليها أم لا.
5. عندما تشترك العضلة ذات الرأسين العضدية في ثني الذراع عند المرفق فألها تمثل القوة التي تعمل على رافعة من النوع الثالث.
6. كل عضلة 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 صغيرة أقل من 50 درجة وعندما تكون زاوية الشد 90° فإن قوة العضلة تستخدم جميعها في الشد لذا كان من السهل على الفرد رفع جسمه من وضع التعليق إذا بدء عملية الرفع وذراعاها منثيتان بزاوية قائمه ، أما إذا اختلفت زاوية الشد فإن القوة تتوزع بين الشد والتثبيت.

7. المسافة بين اندغام العضلة والمفصل من الأهمية بمكان ، أذ كلما طالت هذه المسافة كلما قلت القوة المطلوبة لتحريك الرافعة.

8. كلما كانت الرافعة طويلة كلما كانت الحركة اكثر سرعة وكلما كانت القوة المستخدمة اكبر نسبيا ، فإذا قارنا بين لاعب كرة اليد الذي يرد الكرة بضرها بيده ، وللاعب السكواش الذي يرد الكرة بضرها بمضربه ، نلاحظ إنها تكون أسرع من الكرة التي يردها لاعب كرة اليد ، وذلك لان لاعب السكواش يستعمل رافعه أطول من الرافعة التي يستعملها لاعب كرة اليد .

9. 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.