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

المحاضرة (7)

أ.د. صريح الفضلي

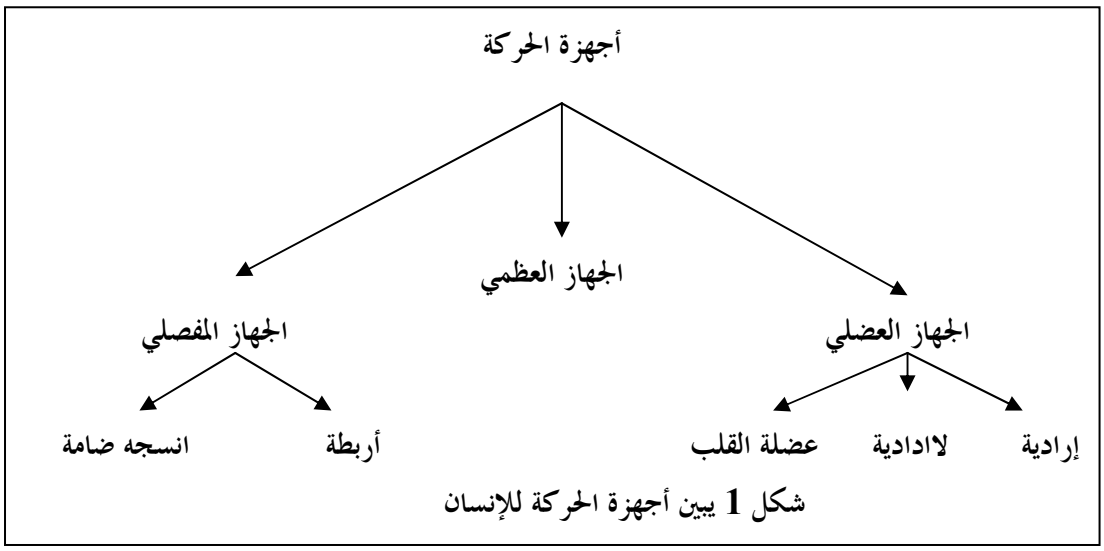
آب 2005

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 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 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 .

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية **2005**
www.iraqacad.org

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.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

عزم القوة :

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

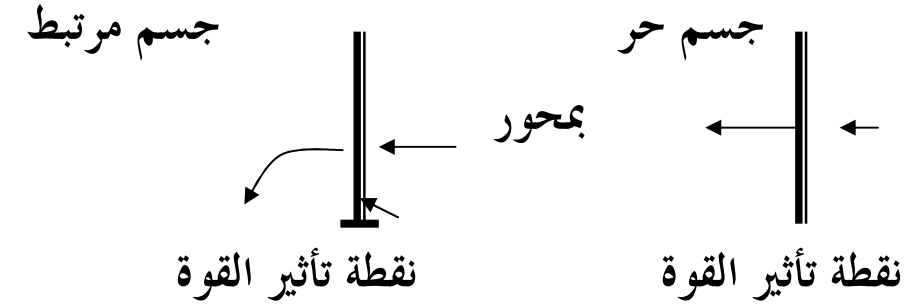
وعزم القوة – هو مقياس التأثير (او الفعل) الدوراني للقوة على الجسم ، ويعين كناتج لحاصل ضرب متجه القوة في ذراع هذه القوة:

عزم القوة = القوة × 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 اعمق للعزم نقول ، ان فعل القوة عندما يكون في مركز ثقل الجسم ، فأن فعل هذه القوة سوف يسبب انتقال ذلك الجسم خطيا ، أما إذا تقيد أحد أطراف هذا الجسم ، فأن 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. فأذا لم تقع القوة في المستوى العمودي على محور

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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

ومن مفهوم ان القوة المطابقة لمحور الدوران او الموازية له ، أيضا لا يكـــون لهـــا 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 الـــدوران ، ومركز ثقل الجسم هو المقاومة .

أن الغرض من وجود الروافع في جسم الإنسان هو أنها تساعده في التغلب علـــى 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 المـــسابقات لتحقيق التفوق. كما انه يستعمل المبادئ الميكانيكية المختلفة عنـــد اســـتعمال الأدوات الرياضية كمضارب التنس وعصي الهوكي والسكواش مستخدما إياها كروافـــع بغـــرض 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 ، 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 ســـوف 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 اتجـــاه عكس اتجاه قوة العضلة ،كما أن العضلة ستطول ويقال في مثقل هذه الحالة إن العـــضلة تعمل وهي تطول وان هذا العمل عمل معاكس لعمل العضلة.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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.

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

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

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

من هذا يمكن الخروج بالنتائج الآتية :

1. 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

آذن القوة = 150 كغم

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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 .

2. 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 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 العقلة أو أجهزة الجمناستك الأخرى.

القوام وعلاقته بالعتلات

إن نظرية القوام تقول إن النمو المتزايد لمجموعة من العضلات دون إن يقابله مايوازيه 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

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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(ـس)

وتكون محصلة المركبات الصادية تساوي صفراً ، أي انه:

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

- **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 (1\4)، وكان وزن الطرف السفلي (و2) وعلى بعد نصف طوله(1\2) فعند حصول حالة الاتزان يجب إن يكون و1 عمليا مساو إلى (و2و2) وان مقدار القوة كافية للتغلب على وزني الطرفين

ق = و1+و2

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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

2و2 × 1\4 ل = و2 × 2\1 ل

أذن و1 ل = و2 ل

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

- العتلات و الإصابات

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 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

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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

قوة الاحتكاك = f × القوة المبذولة (العمودية) (**f 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 4)

الشكل 4

يبين العلاقة بين الفعل ورد فعل القوة والقوة المبذولة وقوة الاحتكاك

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

- 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 ، فالرجل عند تثبيتها لتغيير الاتجاه ، يكون هذا التثبيت بزاوية معينة مع الأرض، ولهذا تكون قوة التثبيت هي محصلة لقوتين ، الاولى (**N**) وهي القوة المبذولة بالعضلات والتي تنكون 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**) 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**

قوة الرباط $\mathbf{L} = \dfrac{\mathbf{u}}{\mathbf{i}}\ \mathbf{U}$

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

– 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:

قوة الاحتكاك على الأرض =**M**

بعدها عن محور الدوران = **m**

محور الدوران= **k**

قوة الرباط = **L**

بعدها عن المحور = **i**

T قوة خارجية

$$L.I = M\,m$$

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

شكل 6

- تدريب المنحدرات وفق قانون العتلات

يمكن وضع قانون العتلات بشكل تناسب ويكون

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

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)

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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 :

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

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

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

أذن ربح السرعة يساوي مقلوب ربح القوة فلا يمكن ان يكون هناك ربح قوة وربح 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 دائما 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 **وزنه500 نيوتن وبتأثير قوة موازية للسطح قدرها (ق) ولمسافة 30 متراً** ليرتفع مسافة عمودية قدرها **5** متر ، فان القوة المطلوبة هي

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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

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

وبما إن ربح القوة = مقلوب ربح السرعة

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

$$\text{و} = \frac{1}{\text{ع \ ل}}$$

$$\text{ربح القوة} = \text{ل\ع}$$

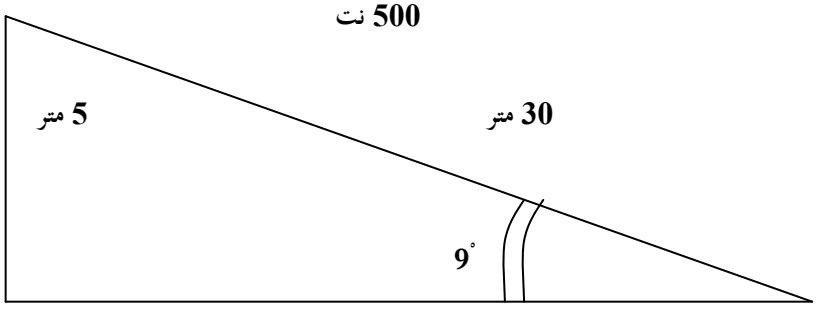
500\ق = 30 \ 5

ق = 83.33 نيوتن أذن هنا ربح بالسرعة وبزاوية ميل 9°

وإذا زاد الارتفاع العمودي الى 10 متر فان القوة المطلوبة

500\ق = 30 \ 10

ق =166.66 نيوتن



جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

- 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 انـــدغام العـــضلات في جسم الإنسان ثابتة ، لذا فيمكن التحكم بقوة العضلات في زيادة عزم القـــوة ولايمكـــن التحكم ببعد هذه المداغم والتي تعتبر نقاط تأثير القوة أبدا ، الا انه هناك زوايا يمكـــن ان تنتج العضلة فيها اكبر عزم قوة ، حيث ان زاوية **90°** تعطي أفضلية في الحصول علـــى 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 ، أحـــدهما للتدوير والأخرى للتثبيت ، وبهذا فأن زاوية العمل بـــ **90°** تضمن فقي تطوير القـــوة العضلية للتغلب على اكبر قيمة للمقاومة التي تجابهها.

ملاحظات هامة:

1. ذراع القوة في معظم روافع الجسم اقصر من ذراع المقاومة ولذلك فأن هذه الروافـــع تساعد على زيادة مدى وسرعة الحركة على حساب القوة ويتضح ذلك عند ضـــرب كرة القدم فيمدى كبير نسبيا لمسافة طويلة وبسرعة على الرغم من خفة وزن الكرة.
2. من المبادئ الهامة التي يجب تذكرها عند دراسة العظـــام كروافـــع هـــو ان القـــوة المستخدمة في الرافعة العظمية تكون مرتكزه عند اندغام العضلة في العظم ولـــيس في العضلة نفسها.
3. إذا ما أشرنا الى اثقل عند استعمال الروافع فأننا نقصد به المقاومة.
4. الرافعة الوحيدة ذات النوع الثاني بالجسم توجد في القدم علما بأن هذا يتوقف ايضاً عما اذا كان وزن الجسم يرتكز عليها ام لا.
5. عندما تشترك العضلة ذات الرأسين العضدية في ثني الذراع عند المرفق فأنها تمثل القوة التي تعمل على رافعة من النوع الثالث.
6. كل عضله من عضلات الجسم تحرك عظمة من عظامه أي تحرك رافعة مـــن روافـــع الجسم وتحركها لمدى معين يتوقف على نوع المفصل وتكوين العظام.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

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.

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 بضربها بيده ، ولاعب السكواش الذي يرد الكرة بضربها 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.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org