العتلات في الميكانيك وعلاقتها بالبايوميكانيك
Levers in Mechanics and there relationship in Biomechanics
Part (2)

تقديم:

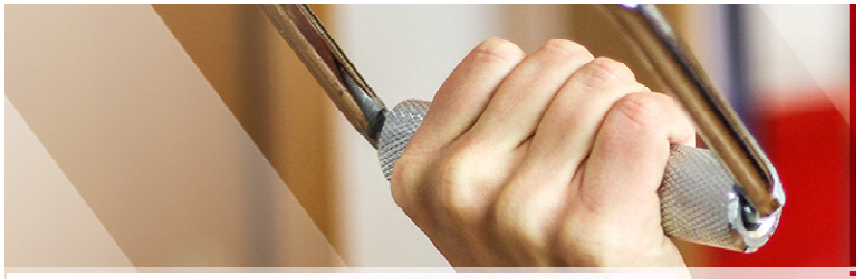
أ.د. أحمد وليد عبدالرحمن

High Studies (M.A) 2019 – 2020

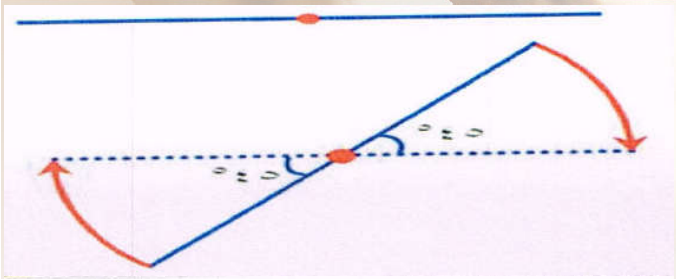
القوى في الجسم البشري:

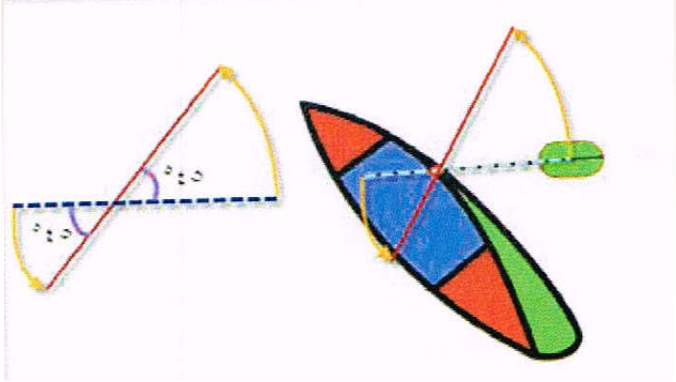
- من المهم تسليط الضوء بشكل موجز على مفهوم القوى التي تعمل في الجسم البشري ليكون مقدمة مهمة لفهم أكثر لآلية عمل العتلات
- يستطيع الجسم البشري أن ينتج قوى رائعة تساعده في الأداء الرياضي كذلك في حياته اليومية وتكون هذه القوى ممكنة فقط من خلال الترتيب البديع للعضلات والعظام والمفاصل التي تُكون جهاز العتلات حيث تعمل العظام كعتلات وتعمل المفاصل كمحاور للدوران وتعمل العضلات كقوى متنوعة.
- فالعضلات الهيكلية تستحدث الحركة عن طريق سحب الأوتار (حبال نسيجية رابطة) المرتبطة بها فيقوم هذه الأوتار بسحب العظام لخلق الحركة فيها فَتُحرك 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 تَقصر ثم ترتاح ولهذا يقال في البايوميكانيك أن (العضلات تسحب ولا تدفع).
- هناك 700 عضلة هيكلية في الجسم البشري يُسيطر عليها بأسس وقواعد بسيطة تتضمن الحركات العضلية أو الفعاليات العضلية.
- تَنتج 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.
- تَخدم العظام كذراع للعتلة 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 80-90 ملم ولكن اليد تتحرك 60 **cm**.



فوائد العتلات:





• تغيير الاتجاه: ذراع القوة مساوياً لذراع المقاومة.
عندما يتحرك طرف من العتلة (النوع الاول) يرافقه حركة مماثلة في الطرف الاخر.

• سرعة ومدى الحركة (كسب السرعة): ذراع القوة أقل من ذراع المقاومة (حركة مجذاف القارب).
عندما يتحرك طرف من العتلة (النوع الاول) يرافقه حركة مماثلة في الطرف الاخر وفي الزمن نفسه وبشرط تساوي إبتعاد الطرفين عن المركز فأن لنهايات العتلة السرعة نفسها، أما اذا اختلف ابتعاد طرف عن المركز عن إبتعاد الطرف الاخر، فإن مدى او قوى الطرف البعيد من المحور أو المركز سيكون اكبر وبذلك سنحصل على على مدى أوسع للحركة، واذا حصل ذلك في زمن معين فإن المدى الاكبر سيمتلك سرعة أكبر.

مثال:

تحرك جسم على الطرف (أ) بمقدار m1 وبزمن s1 وولد حركة على الطرف الاخر بمقدار m2.. إحسب السرعة على الطرف الاخر.

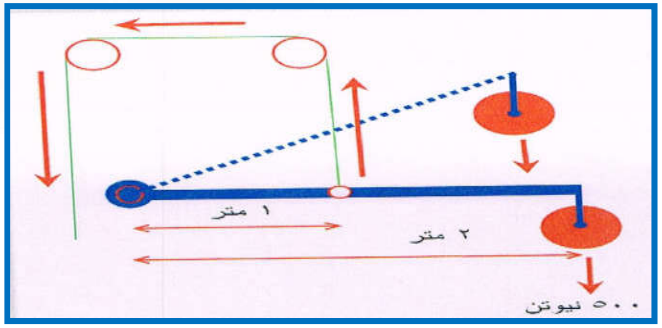
الاقتصاد بالقوة (كسب القوة): عندما يكون ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة.

الفائدة الاخرى من العتلات هو كسب القوة أي التغلب على مقاومة معينة بقوة أقل من مقدار المقاومة.. إن الاتزان يتم بتساوي ابتعاد نهايات الاطراف عن المركز مع تساوي كتلتها (ذراع القوة يساوي ذراع المقاومة ومقدار القوة يساوي مقدار المقاومة)، أما اذا اختلف ذلك فإن العتلة لاتتزن أي ان الجهد الموجود على طرف معين يختلف عن الجهد الموجود على الطرف الاخر، فإذا كان ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة فإن الجهد الموجود على طرف القوة أقل من الجهد الموجود على طرف المقاومة وفقاً لقانون الروافع (القوة × ذراعها=المقاومة× ذراعها) وهذا هو المكسب، وبما أن ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة وان المطلوب هو تحريك المقاومة فأن المدى الكبير الموجود على طرف القوة أكبر من المدى الموجود على طرف المقاومة..... أي أن كسب القوة يولد خسارة في السرعة والعكس صحيح.

التدريب بذراع المقاومة:

في التدريب تعد المقاومة بمثابة الشدة ضمن مكونات الحمل، فلو إفترضنا أن التدريب يتم بشدة مقدارها 500 N.. فهل من الممكن الاحتفاظ بالمقدار الرقمي للشدة مع تغيير الشدة نفسها؟؟؟

الجواب نعم.. (وكما في الشكل)



يتبع

إذ يتم تغيير موقع أو نقطة القوة أو تقصير ذراع القوة مما يؤدي الى تغيير الشدة ووفقا لقانون: (القوة × ذراعها= المقاومة × ذراعها) وان العتلة المطلوبة هي من النوع الثالث، أي أن ذراع القوة أصغر من ذراع المقاومة مما يعني إن التغلب على وزن 500 N يتطلب قوة أكبر.

القوة × 1 = 500 × 2

القوة= 1000 N الشدة الحقيقية وفقاً لذراع المقاومة

وبذلك يمكن إطالة ذراع المقاومة أو تقصيره مما يغير من شدة التدريب.

مثال:

إحسب مقدار القوة المطلوبة لثبات عضلة ذات الرأسين العضدية عند مقاومتها لمقاومة مقدارها 70نيوتن (إهمل كتلة الذراع) تبتعد بمقدار 0,35m عن مفصل المرفق.. إذا علمت أن مدغم العضلة يبتعد بمقدار 0.03m عن مفصل المرفق وبزاوية قائمة مع عظم الساعد.

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

القوة= المقاومة × ذراعها / ذراع القوة

القوة= 70 × 0,35/ 0,03

القوة= 816,666 N

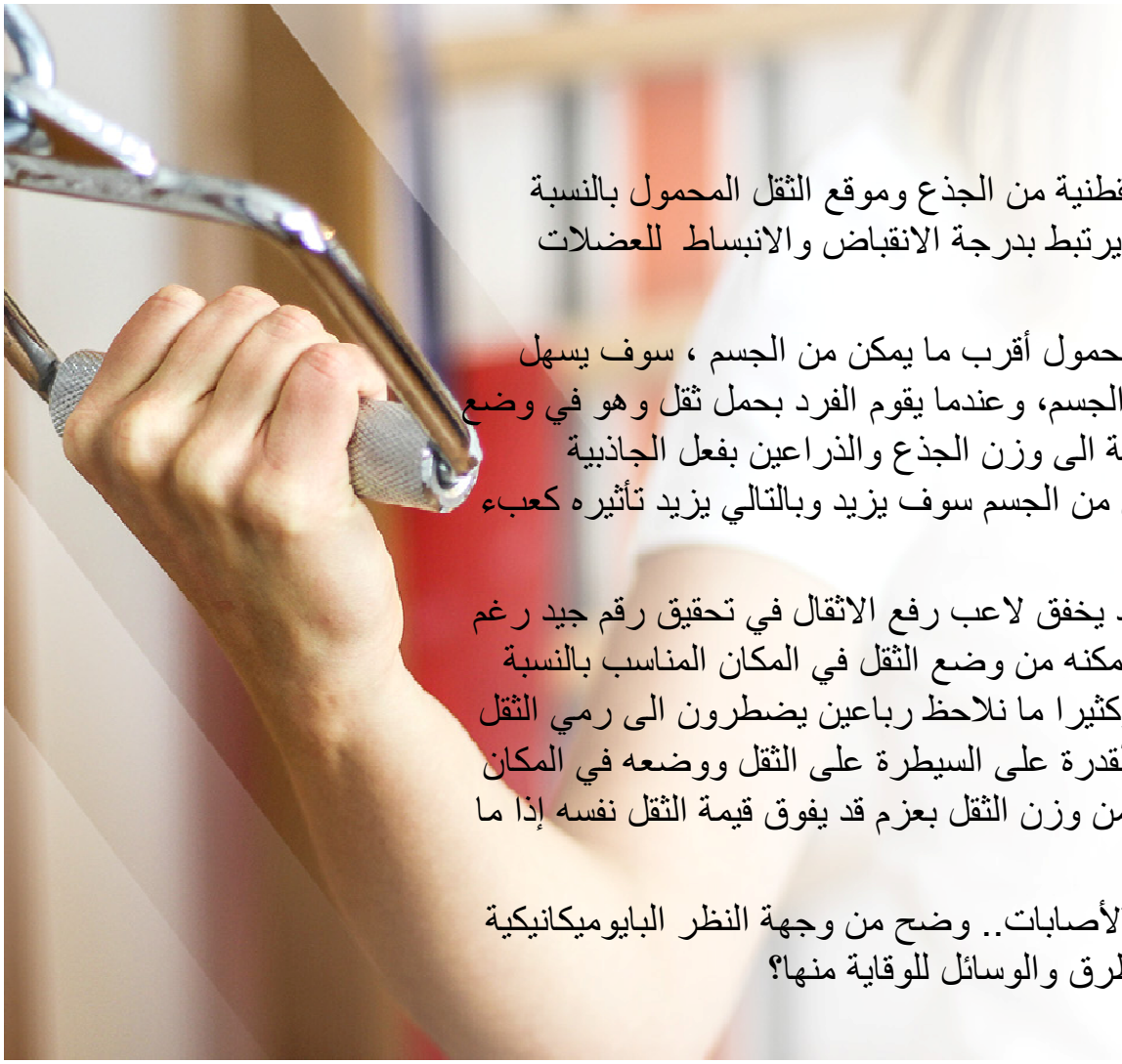
القوام وعلاقته بالعتلات:

القوام المعتدل هو الذي يشكل فيه المحور الطولي خطاً عمودياً غير متعرج، وأي خروج عن هذا الخط العمودي يعتبر إنحرافاً، أي يجب أن يقع مركز ثقل أجزاء الجسم على خط واحد (يمر هذا الخط من حلمة الاذن الى مفصل الكتف ومنه الى مفصل الورك والى مفصل الركبة واخيرا الى نقطة امام الكعب بحوالي 2,5cm)، وهذا يعني ميكانيكياً أن عزوم قوى الجاذبية حول هذا المحور تساوي صفر، وبالتالي تتلاشى العزوم الخارجية لهذه القوى ومن ثم لايقع على العضلات المساعدة للقوام أي جهد لمقاومة هذه العزوم المقاومة.. ويمكن ان نطلق مصطلح (ميكانيكية الجسم) على القوام أثناء الحركة، فإذا كانت ميكانيكية الجسم جيدة بذل الانسان مجهوداً اقتصادياً في أداء الحركة واتخذ الاوضاع المناسبة.

ليكون الجسم في حالة اتزان انتقالي يجب ان تكون محصلة القوة المؤثرة في الجسم تساوي صفر.

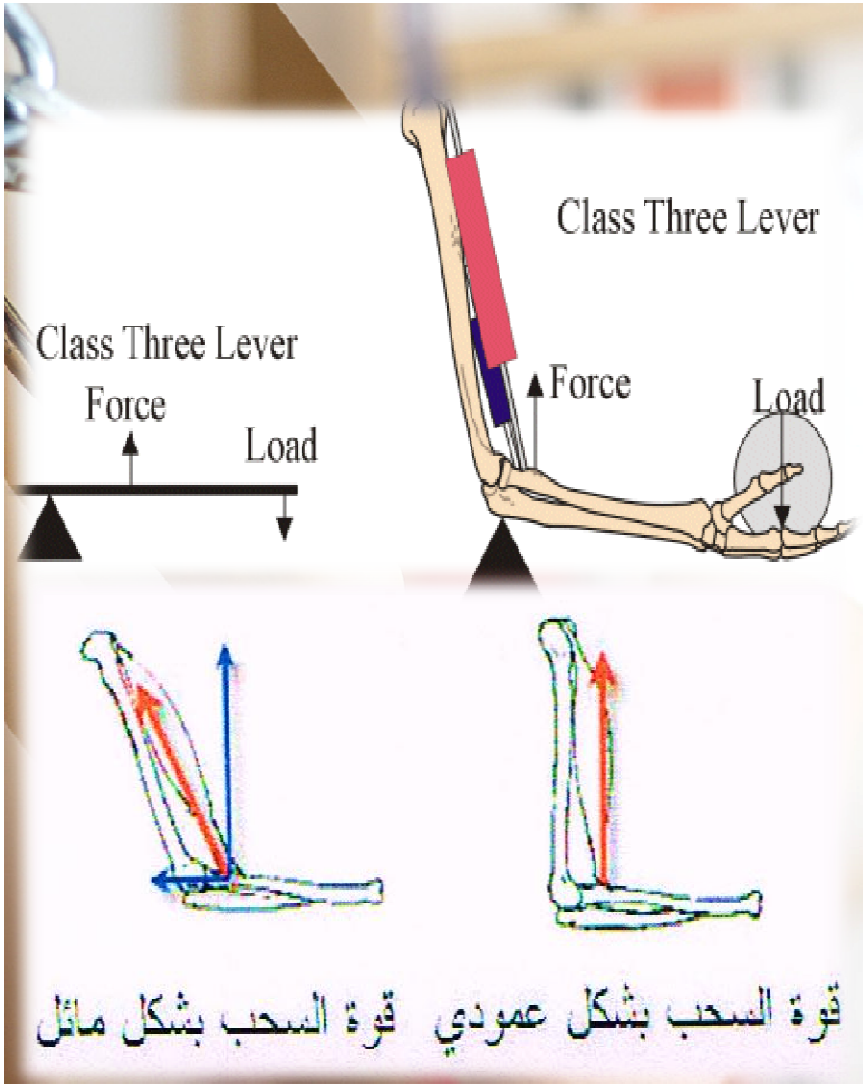
ليكون الجسم في حالة اتزان دوراني يجب ان تكون محصلة العزوم المؤثرة فيه تساوي صفر.

وكمثال رياضي على ذلك: حالات الثبات على بعض اجهزة الجمناستك أثناء الاداء عندما يكون المطلوب الثبات في وضع ما من اجل تطبيق متطلبات الحركة، وهذا له علاقة بمتطلبات القوام الجيد والذي يعني تناسقاً واتزانا في قوة العضلات العاملة والرئيسية والتي يجب ان تكون أحد المؤشرات الجيدة لمختلف اللاعبين وخصوصاً لاعب الجمناستك.



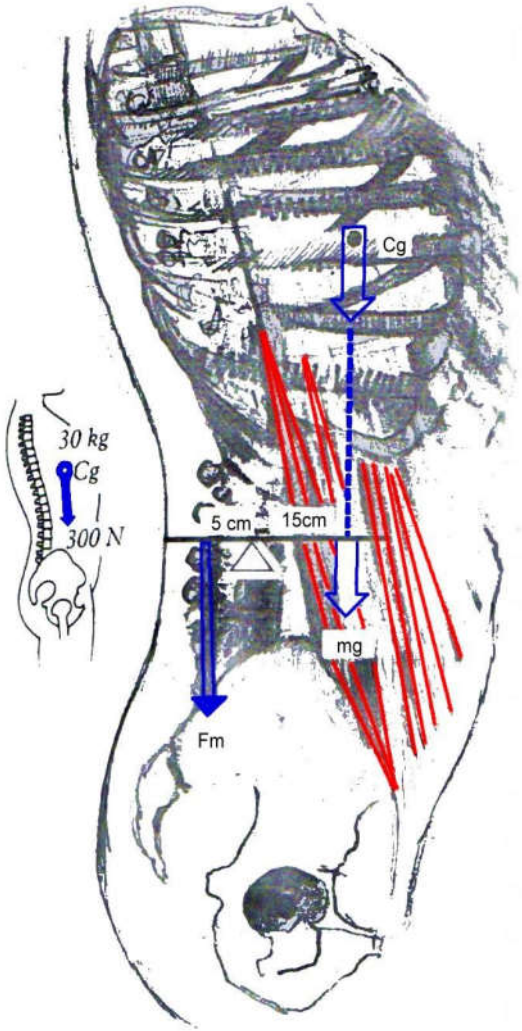
العتلات والاصابات:

- يرتبط هذا الموضوع بتأثير الاحمال على المنطقة القطنية من الجذع وموقع الثقل المحمول بالنسبة للمكان المفترض وجود مركز ثقل الجسم فيه، وهذا يرتبط بدرجة الانقباض والانبساط للعضلات العاملة عليه ووزن الثقل المرفوع.
- هناك حقيقة مهمة تقول أن اقتراب الثقل المحمول أقرب ما يمكن من الجسم ، سوف يسهل حمله وبالتالي يقلل من تأثيره السلبي على عضلات الجسم، وعندما يقوم الفرد بحمل ثقل وهو في وضع انحناء للامام، فان وزن الثقل يؤثر كمقاومة بالاضافة الى وزن الجذع والذراعين بفعل الجاذبية الارضية، ومع زيادة الثني فأن عزم الطرف العلوي من الجسم سوف يزيد وبالتالي يزيد تأثيره كعبء إضافي على العمود الفقري.
- وكمثال رياضي على ذلك: في مجال رفع الاثقال، قد يخفق لاعب رفع الاثقال في تحقيق رقم جيد رغم ان قدراته العضلية تسمح بذلك، والسبب يعود لعدم تمكنه من وضع الثقل في المكان المناسب بالنسبة لمركز ثقل جذعه وبالتالي بالنسبة لقاعدة ارتكازه، وكثيرا ما نلاحظ رباعين يضطرون الى رمي الثقل خلف ظهورهم في اللحظة التي يشعرون فيها بعدم القدرة على السيطرة على الثقل ووضعه في المكان المناسب، حيث يضيف الوضع الخاطيء عبئاً يزيد من وزن الثقل بعزم قد يفوق قيمة الثقل نفسه إذا ما وضع في المكان الصحيح.
- س/ في ضوء ما ذكرأعلاه، وعلاقة نظام العتلات بالأصابات.. وضح من وجهة النظر البايوميكانيكية مفهومك لمتلازمة (Text Neck)، وماهي أفضل الطرق والوسائل للوقاية منها؟



العزم (Torque)

- اصطلح على ان القوة العضلية هي عبارة عن القوة القصوية التي يمكن ان تنتجها العضلة، وفي الاداء البشري يصعب تحديد ذلك بدقة فلا يمكن قياس قوة العضلة منفردة ولكن اصبح من السهل قياس العزم الناتج عن الانقباض العضلي حول المفصل المتحرك، وبذلك تصبح القوة العضلية عبارة عن محصلة عمل مجموعة من العضلات.
- عليه فإنه يمكن تعريف القوة العضلية بايوميكانيكياً بانها قدرة مجموعة من العضلات على احداث عزم حول محور معين لمفصل معين.
- إن الفهم الجيد لتركيبة الهيكل العظمي وطريقة تأثير العضلات على جزء معين من الجسم يؤدي إلى معرفة خصائص القوى العاملة والتي تعتمد على نظرية "عزم القوة".
- فالعزم هو ناتج قوة مضروبة في البعد العمودي بين خط عملها ومحور المفصل الذي تدور حوله، وبما ان القوة العضلية كمية متجهة فانه يمكن تحليلها الى مركبتين متعامدتين، وبناء على ذلك فالعزم الناتج عن عضلة معينة هو ناتج القوة العضلية العمودية على العظام والمسافة بين اندغام العضلة (المدغم) الى محور الدوران او محور المفصل، وهذه المركبة فقط من القوة العضلية هي المسؤولة عن حدوث دوران العظم حول المفصل.



العضلة تكون في أقصى شد عندما تكون الزاوية 90درجة بين نقطة اندغامها والعظم وذلك لثلاثة أسباب مهمة:

1.إن جيب الزاوية ° **90** هو 1 مما يعني إن أي قيمة تضرب في جيبها تبقى مثلما هي، بعكس الزوايا الاقل أو ألاكبر من ° **90**، إذ تقل قيمها.

2.ان المركبة في الزاوية ° **90** درجة تكون عمودية، في حين أن اية زاوية اقل من ° **90** او اكبر تتحلل الى مركبتين مما تضعف المركبة العمودية المطلوبة للاتزان.

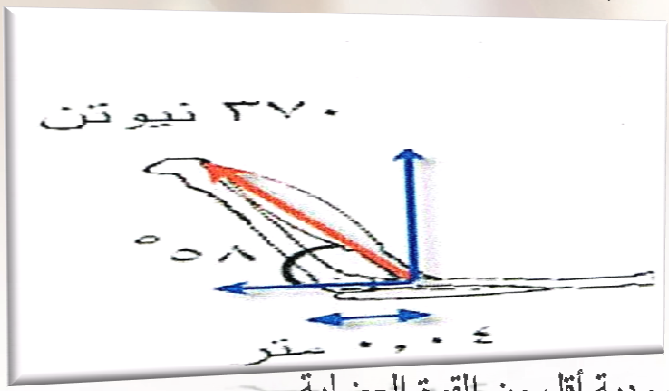
3.إن ذراع القوة تكون في أقصى امتداد لها إذا كانت الزاوية ° **90**، أما اذا رفعنا الذراع أو خفضناها تغيرت قيمة الامتداد العمودي للمسافة بين القوة والمركز.

مثال

تتم موازنة وزن الجذع البالغ 30 Kgعن طريق تقلص عضلات الظهر، اذا يقع مركز وزن الجذع امام الفقرات القطنية بمسافة تبعد ثلاثة أضعاف عن بعد نقطة تأثير عضلات الظهر عن الفقرات نفسها (كمحور دوران)، عندئذ يجب ان تكون قوة تقلص عضلات الظهر ثلاثة أضعاف وزن الجذع (الشكل) ، والا سوف يتحرك الجذع في الاتجاه الذي يكون فيه عزم مقاومة اكبر.

مثال:

إحسب العزم المتولد على مفصل المرفق، إذا علمت أن الشد الموجود على العضلة ذات الرأسين العضدية تقدر 370نيوتن وبزاوية مائلة مع عظم الساعد بمقدار 58درجة وأن نقطة القوة تبعد بمقدار m0,04 عن مفصل المرفق.



العزم= القوة العمودية × ذراعها

القوة العمودية= القوة العضلية × جيب الزاوية

عندما تكون الزاوية قائمة فأن القوة العضلية تساوي القوة العمودية

القوة العمودية= 370 × جيب ° **90**

= 370 × 1

= 370

أما عندما تكون الزاوية بين العظم (جسم الرافعة) والقوة العضلية أقل أو أكبر، فإن القوة العمودية أقل من القوة العضلية.

القوة العمودية= 370 × جيب ° 58

= 370 × 0,84

= 292,3

العزم= 292,3 × 0,04

العزم= 11,692 m.N.. العزم المتولد على مفصل المرفق.

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؛ مباديء 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 البايوميكانيك: (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 لطيب الاستماع