كينايتكا الروافع في الجسم البشري

لو نلاحظ نظام الحركة في الجسم البشري فإننا نجدها ترتكز بالأساس وتسير في كل أجزاء الجسم المتحركة وفق أحد أنواع الروافع Levers الثلاث. وقد ذكرنا سابقا أن الجهاز الحركي للإنسان يشبه جهاز آلي له خاصية الروافع، فالعظام والمفاصل التي تربط فيما بينها، وكذا العضلات التي تكسوها، هي بمثابة نظام ميكانيكي منتج للحركة يسير وفق مبدأ الروافع، والرافعة نظام ميكانيكي يشترط فيه وجود نقاط للتأثير (العمل أو الجهد Effort والحمل Load) واللتان تبعدان بمسافة عمودية عن محور الدوران Fulcrum تسمى بالذراع Arm، وهو قابل للدوران حول هذا المحور. وعليه فمبدأ تحقيق توازن الرافعة يحقق بالمعادلة التالية:

القوة x الذراع= المقاومة x الذراع. (عصام الدين، 2011، 144، 150)

مكونات الروافع في الجسم البشري:

مما سبق يمكن توضيح مكونات الرافعة في جسم الانسان، وهذا حتى يتسنى لنا معرفة أي نوع من أنظمة الروافع المسئول عن سير حركة أي جزء من أجزاء الجسم، وكيفية تأثير القوى والمقاومات على هذه الحركة وفاعليتها. وتتمثل العناصر المكوّنة للرافعة فيما يلي:

-**ذراع الرافعة Lever Arm:** من خصائص الذراع أن تكون ذات بنية صلبة، وقابلة للدوران أو التحرك حول محور ثابت، وعليه تتمثل الذراع في الجسم البشري بعظام الجسم المختلفة.

-**محور الدوران Fulcrum:** هو ذلك الجزء أو النقطة الثابتة التي تتحرك حولها الذراع، وعليه يتمثل المحور في الجسم البشري بمفاصل الجسم المختلفة.

-**الجهد Effort:** هو القوة أو العمل المبذول للقيام بالحركة بالجسم أو بأحد أجزائه، وعليه يتمثل الجهد في الجسم البشري بقوة عضلات الجسم المختلفة.

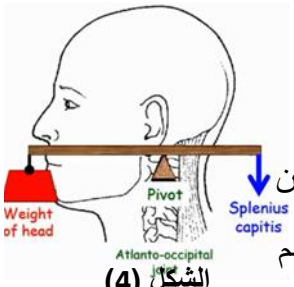
-**ذراع القوة Effort Arm:** هي المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة، وعليه تتمثل ذراع القوة في الجسم في المسافة بين مفصل العضو المتحرك ونقطة تأثير القوة على العضلة المحركة للعضو.

-**الحمل Load:** هو المقاومة أو القوة المعاكسة للجهد المبذول للقيام بالحركة، وعليه يتمثل في الجسم بوزن الجسم (الوثب العالي ..)، أو بالمقاومات المختلفة للجسم (رمي الرمح أو رفع الأثقال).

-**ذراع الحمل Load Arm:** هي المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير الحمل، وعليه تتمثل ذراع الحمل في الجسم البشري في المسافة بين مفصل العضو المتحرك ونقطة تأثير الحمل على العضو المتحرك.

أنواع الروافع:

يوجد ثلاث أنواع من الروافع تم تصنيفها حسب تموضع الجهد (القوة) والحمل (المقاومة) من محور الدوران. (سوزان، 2014، 475، 485)

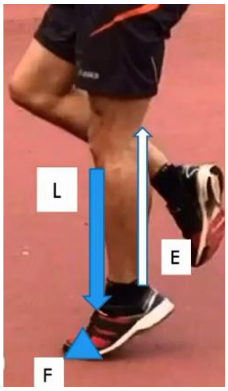


الشكل (4)

النوع الأول: تموضع محور الدوران بين الجهد والحمل. ويكون اتجاه تأثير كل من القوة والمقاومة على حد سواء نحو الأسفل. ويعمل هذا النظام من الروافع في جسم الأنسان على إبقاء الرأس منتصبا على الرقبة؛ حيث يعمل مفصل الرقبة كمحور للدوران أو التحرك، وتعمل العضلات خلف الرأس على شد الرأس إلى أسفل للتغلب على المقاومة بالجهة المعاكسة أو الأمامية للرأس ممثلة في ثقله، والذي يشد كذلك نحو الأسفل بالجهة المقابلة. كما في الشكل (4) والشكل (5).

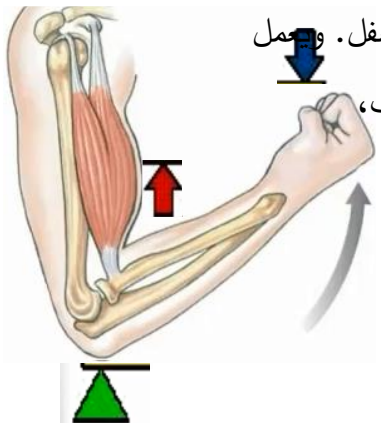
الشكل (5)

النوع الثاني: تموضع الحمل بين الجهد ومحور الدوران ويكون اتجاه تأثير القوة نحو الأعلى بينما يكون تأثير المقاومة نحو الأسفل. ويعمل هذا النظام من الروافع في جسم الأنسان على القيام بحركات المشي والجري والوثب أو الارتقاء؛ حيث تعمل العضلات خلف الساق على شد الساق (جسم الشخص) إلى أعلى، ويعمل مفصل مشط القدم كمحور للدوران أو التحرك، وتعمل للتغلب على المقاومة ممثلة في ثقل الجسم والمتجهة نحو الأسفل. كما في الشكل (6).



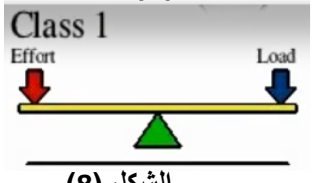
الشكل (6)

النوع الثالث: أغلبية الحركات التي ينتجها الجسم تكون ضمن هذا النوع من الأنظمة الميكانيكية، والذي يتموضع فيه الجهدبين الحمل ومحور الدوران. ويكون اتجاه تأثير القوة نحو الأعلى، بينما يكون تأثير المقاومة نحو الأسفل. ويعمل هذا النظام من الروافع في جسم الأنسان على القيام بحركات الرفع، القذف، اللكم، المسك، الدفع، الجذب؛ حيث يعمل مفصل المرفق في الرفع مثلا كمحور للدوران أو التحرك، وتعمل عضلات العضد (ثنائية الرأس) على شد الساعد إلى أعلىللتغلب على المقاومة ممثلة في الثقل المحمول باليد. كما في الشكل (7).


الشكل (7)

إيجابيات وسلبيات كل نوع من الروافع

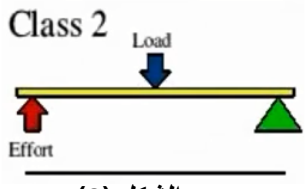
إيجابيات وسلبيات النوع الأول الشكل (8).



الشكل (8)

- **الإيجابيات:** كلما زاد ذراع الجهد مقارنة بذراع الحمل تمكن الفرد من التغلب

على ذات المقاومة بقوة أقل. كما في.



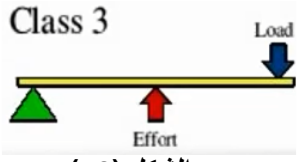
الشكل (9)

- **السلبيات:** كلما زاد ذراع الحمل مقارنة بذراع الجهد تطلب من الفرد للتغلب على ذات المقاومة بذل قوة أكبر.

إيجابيات وسلبيات النوع الثاني الشكل (9).

-**الإيجابيات:** ذراع الجهد أطول من ذراع المقاومة مما يمكن الفرد من التغلب على الحمل بقوة أقل.

-**السلبيات:** كلما صغر ذراع الجهد تطلب ذلك من الفرد للتغلب على ذات المقاومة بذل قوة أكبر.



الشكل (10)

إيجابيات وسلبيات النوع الثالث الشكل (10).

-**الإيجابيات:** كلما زاد ذراع الحمل تمكن الفرد من زيادة سرعة الحركة ومداها كما في حالة المقذوفات.

-**السلبيات:** صغر ذراع الجهد يتطلب دائما من الفرد بذل قوة أكبر للتغلب على مقاومة الحمل.

ملاحظة: عند ثني المرفق إلى أسفل لأنزال الحمل تتحول الرافعة من النوع الثالث إلى النوع الثاني، وهذا يعني أم تحليل نظام الروافع في الجسم البشري ينبغي أن يأخذ في الاعتبار اتجاه حركة العضو كرافعة لتحديد مواضع القوة أو الجهد والمقاومة أو الحمل بالنسبة لمحور الدوران.

التأثير الميكانيكي للرافعة:

يعمل النظام الميكانيكي للرافعة في الجسم البشري على تحقيق إما زيادة القوة للتغلب على المقاومات وإما زيادة السرعة في أداء الحركات، وهذا التأثير الميكانيكي يعبر عليه بكمية الفائدة الميكانيكية كما في المعادلة التالية: **الفائدة الميكانيكية** = $\frac{\text{ذراع القوة}}{\text{ذراع المقاومة}}$

فعندما يكون ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة فإن الفائدة الميكانيكية للرافعة تكون أكبر من الواحد، ومعنى ذلك أن الجسم أو العضو يبذل كمية قوة أقل لتحريك تلك الحمل، وعندما يكون ذراع القوة أقل من ذراع المقاومة فإن الفائدة تكون أقل من الواحد، ومعنى ذلك أن الجسم أو العضو يبذل قوة أكبر الحمل. وذكرنا أن حركات الحسم البشري تخضع في أغلبها للنوع الثالث من الروافع، بمعنى أم مقدار الفائدة الميكانيكية هو أقل من الواحد. أي أن الجسم البشري عند التعرض للقوة المقاومة ينبغي عليه توفير قدر أكبر من قوة الجهد للتغلب على تلك المقاومة. وإن كانت خاصية ذراع القوة القصير مقارنة بذراع المقاومة، فإن هذا الذراع القصير يفيد في التغلب على القصور الذاتي للجسم، مما يزيد من كمية الحركة وسرعتها. فنظام الحركة للجسم البشري مهيأ للسرعة أكثر منه للقوة.