الدراسات العليا / الدكتوراة

مادة البايوميكانيك

المحاضرة السابعة /

ميكانيكية العتلات وتطبيقاتها في المجال الرياضي

العزوم والعتلات

إعداد

ا.د إنتصار كاظم عبد الكريم

1444هـ / 2023 م

◎ كيف تعمل الرافعات ؟ وما هي المبادئ التي توجه تحركاتهم ؟

ينسب إلى عالم الرياضيات اليوناني القديم أرخميدس انه أول من كتب عن المبادئ الفيزيائية التي تحكم حركة العتلات (الرافعات) والتي عبر عنها بمصطلحات رياضية ، حوالي عام (260) قبل الميلاد حيث أشار الى ان الرافعة تعبير عن آلة بسيطة تجعل من الممكن أداء المهام التي قد تكون صعبة ،وتستخدم العتلات في العديد من أدواتنا في الحياة اليومية وكذلك داخل اجسامنا لأن المبادئ الأساسية للرافعات هي التي تسمح لأوتارنا وعضلاتنا بتحريك أطرافنا وتتمثل ميزة استخدام الروافع في أنها تتيح لنا أداء الشغل بقوة أقل مما قد نحتاج إليه وذلك من خلال تغيير موضع نقطة الارتكاز .

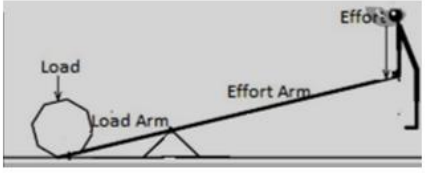
◎ أنواع الروافع

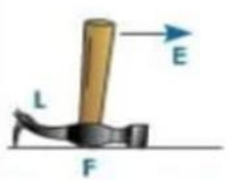
تتشكل كل رافعة عمل من ثلاثة مكونات رئيسية ، المكون الأول ويتمثل بالوزن الذي يتم رفعه ويسمى المقاومة ، والمكون الثاني يشير إلى القوة المطبقة على الرافعة ، اما المكون الثالث والتي تتحرك حوله الرافعة وتسمى نقطة ارتكاز .ويتم تصنيف نوع الرافعة بناءً على الوضع النسبي لنقطة الارتكاز والقوة والمقاومة ، وتوجد ثلاثة أنواع من ال وهي :

- **العتلة من النوع الأول :**

تكون نقطة الارتكاز في وسط العتلة وتقع المقاومة والقوة على الجانبين ، وفي هذا النوع من الرافعة :

- ✓ يتحرك عزم القوة وعزم المقاومة في اتجاهين متعاكسين
- ✓ التغلب على مقاومة كبيرة من خلال التحكم في ذراع القوة.
- ✓ كما في المقصات (المقاومة هو المادة التي يتم قطعها ، والجهد هو القوة المطبقة على المقابض) ، المطرقة

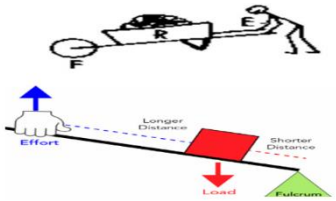




- **العتلة من النوع الثاني :**

يكون الحمل (المقاومة) في الوسط ، وتكون القوة ونقطة الارتكاز على الجانبين ، ومن الأمثلة على هذا النوع هي :

✶ رفع عربة اليد ، كسارة البندق



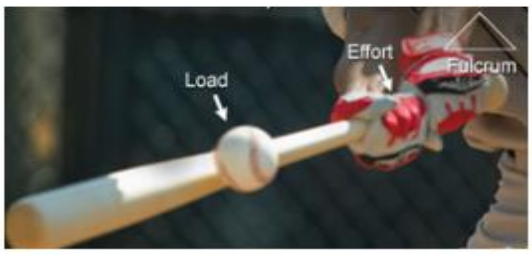
✶ **العتلة من النوع الثالث :**

في هذا النوع من الروافع تكون القوة بين نقطة الارتكاز والمقاومة

ومن الأمثلة على هذا النوع

✓ البيسبول، تكون نقطة الارتكاز عند نهاية المضرب(تكون اليد القريبة من نهاية المضرب هي نقطة الارتكاز) ، وتطبق القوة بواسطة يدي اللاعب القريبة من الارتكاز ، والمقاومة هو النقطة التي تضرب فيها الكرة

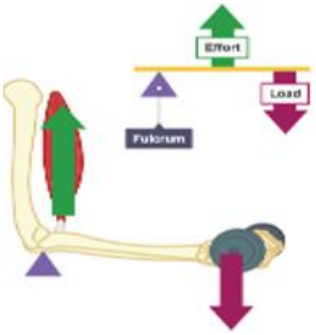
✓ الهوك، تكون نقطة ارتكازها عند الرسغ، ويتم تطبيق القوة بواسطة يدي اللاعب ،والمقاومة هو وزن العصا/الكرة

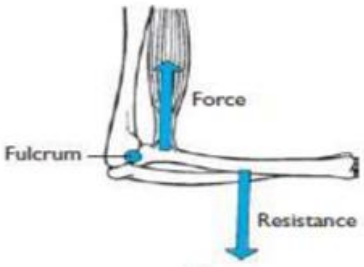


◎ الروافع داخل جسم الانسان

تتكون الروافع من العمل المشترك للعظام والمفاصل والعضلات حيث تعمل العظام كذراع للرافعة تدور حول محور تتمثل بالمفصل والانقباضات العضلية هي من تنتج او تطبق القوة ، ويحدد كل نوع من خلال المواضع النسبية لنقطة الارتكاز والقوة والمقاومة ، ويمكن ان يكون عمل العضلات كعتلة داخل الجسم أو مع مقاومة خارج الجسم كما في حمل الاوزان . وتستخدم الروافع لمضاعفة القوة في جسم الإنسان ، ويعتمد نوع العتلة داخل جسم الانسان على الحركة الذي تحدث داخل الجسم.

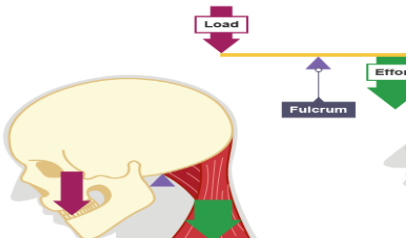
ومن أشهر الروافع في جسم الإنسان هو الذراع ، حيث يمثل عتلة من النوع الثالث عن طريق انتاج القوة التي تولدها عضلات العضلة ذات الرأسين ، وترتبط عضلات العضلة ذات الرأسين بعظم الساعد عن طريق الأوتار ، وعندما تنقبض العضلات فإنها تسحب الأوتار وتثني مفصل المرفق الذي يمثل نقطة المحور (المركز) ، ويمثل الساعد مع مايحمله من وزن خفيف المقاومة .



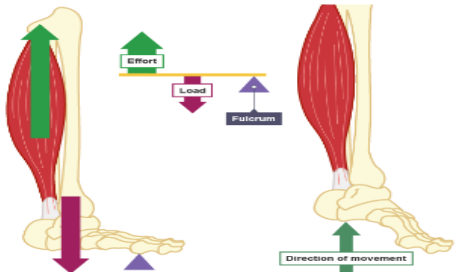


وكعتلة من النوع الأول،(حركة الرقبة للخلف او للاسفل) يمثل المفصل بين الجمجمة والعمود الفقري نقطة ارتكاز ، ووزن الرأس هو الحمل ، وعضلات الرقبة تقوم بتوفير القوة.

ومثال على ذلك ضرب كرة القدم بالرأس ، حيث تمثل عضلات الرقبة القوة ، والرقبة هي نقطة الارتكاز، ووزن الرأس هو الحمل .



ومن الأمثلة عن العتلة من النوع الثاني هو الوقوف على رؤوس أصابع القدم ، فتعد رؤوس أصابع القدم نقطة ارتكاز ، وزن الجسم هو الحمل ، وعضلات الساق توفر الجهد (القوة) .



◎ الكفاءة الميكانيكية للرافعات

تعد الكفاءة الميكانيكية للرافعة هي مقياس لمدى فعالية الرافعة في تحويل القوة المطبقة إلى قوة مفيدة ، وتتمتع الروافع بمزايا ميكانيكية مختلفة اعتمادًا على طول ذراع القوة وذراع المقاومة ، وعندما يكون ذراع قوة الرافعة أطول من ذراع المقاومة يقال أن لها ميزة ميكانيكية عالية ، ويمكن للروافع ذات الميزة الميكانيكية العالية أن تحرك أحمالا كبيرة بقوة قليلة نسبيا ، وتتمتع روافع الدرجة الثانية دائمًا بميزة ميكانيكية عالية والسبب هو ذراع القوة دائما أطول من ذراع المقاومة ؛ وبالنسبة للروافع من الدرجة الأولى يمكن أن تتمتع بميزة او بفائدة ميكانيكية عالية إذا كانت النقطة المحورية قريبة من التحميل اي إذا كان ذراع القوة(الجهد) أطول من ذراع المقاومة (الحمل) ، اما الرافعة من النوع الثالث فان الميزة الميكانيكية تكون ذراع القوة دائما أقصر من ذراع المقاومة ، ولكن في هذا النوع مثال مضرب الهوكي حيث يمكننا تطبيق قوة كبيرة نسبيا بذراع قريب من نقطة الارتكاز لتحريك حمولة صغيرة لقطعها مسافة كبيرة . ويمكن ان تحدد قيمة الكفاءة الميكانيكية للرافعة الفائدة الميكانيكية فيما اذا كانت قوة او سرعة، اذ كلما كانت النتيجة اقل من (1) يكون هناك ربح بالسرعة وعندما تكون النتيجة اكبر من (1) فيكون هناك ربح بالقوة اما اذا كان الناتج هو (1) فهذا يشير الى وجود توازن او تعادل بالقوى.

ويمكن حساب الكفاءة الميكانيكية للرافعة :

اما ..... الكفاءة الميكانيكية = ذراع القوة / ذراع المقاومة

او.... الكفاءة الميكانيكية = المقاومة / القوة

◎ فوائد العتلات

تعتمد فعالية كل نوع من الرافعات على حالة الاستخدام المقصودة وعلى سبيل المثال :

- تعتبر الروافع من الدرجة الأولى مفيدة للعمل الدقيق مثل القطع لأنها تسمح بالتحكم الدقيق في الحركات الصغيرة

- يمكن ان تحقق العتلة من النوع الأول المدى وسرعة الحركة عندما يكون ذراع القوة اصغر من ذراع المقاومة .كذلك تستطيع العتلة من النوع الأول ان تحقق رفع جسم ثقيل بجهد قليل نسبيا عندما يصبح ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة، ولغرض استخدام العتلة في تغير الاتجاه لابد من ان تكون ذراع القوة مساوي الى ذراع المقاومة.
- وتستخدم الروافع من الدرجة الثانية في زيادة توليد القوة ، وعلى سبيل المثال، الدفع ضد البلوك في بداية سباقات العدو للمسافات القصيرة .

◎ العزوم والروافع

إن عزم الدوران هو كمية فيزيائية تصف مقدار القوة التي يمكن أن تدور جسما حول محور ما، ويعد مقياس لحركة الدوران الناتجة عن تاثير قوة تتسبب دوران الجسم حول المحور ؛ ويعتمد عزم الدوران على كل من مقدار القوة والمسافة التي تفصلها عن محور الدوران ؛

عزم الدوران = القوة × المسافة بين القوة ومحور الدوران (نقطة الارتكاز)) .

اما الروافع فهي عبارة عن آلة تتكون من ساق (قضيب) صلد يمكن أن يدور حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الارتكاز ؛ ولها ذراعان هما ذراع القوة وذراع المقاومة.

ويسمى عزم الدوران الناتج عن القوة المؤثرة في ذراعها بعزم دوران القوة ، كما يسمى عزم الدوران الناتج عن المقاومة في ذراعها بعزم دوران المقاومة .

ويعتمد مقدار عزم الدوران الذي تنتجه الرافعة على قيمة كل من القوة المطبقة والمقاومة وطول ذراع كل منهما ، وتحدث الحركة باتجاه العزم الأكبر لاحد الطرفين وهنا يتمثل العزم بالقوة او المقاومة مع البعد العمودي لهما عن محور الدوران .

ولكي تكون الرافعة في حالة توازن يجب أن يكون عزم القوة وعزم المقاومة متساويين في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه وهذا يعني أن **(القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها)** .

ومن الأمثلة حول حساب عمل روافع الحركة التي تتم داخل جسم الإنسان :

مثال1 //

يرفع شخص وزنًا مقداره 50 نيوتن باستخدام ثني العضلة ذات الرأسين ، المسافة بين مفصل المرفق والوزن 0.5 متر ، والمسافة بين مفصل المرفق والعضلة ذات الرأسين 0.05 متر ، احسبي مقدار قوة الرافعة والذي تنتجه العضلة وما هي الكفاءة الميكانيكية للرافعة ؟ وما هو مقدار عزم الدوران الذي تنتجه الرافعة ؟

القوة × ذراعها = المقاومة في ذراعها

القوة × 0.05 = 50 × 0.5

القوة = 500 نيوتن القوة الذي تنتجها العضلة لرفع ثقل وزنه 50 نيوتن

ويمكن حساب الفائدة الميكانيكية لحركة ثني المرفق اما

الفائدة الميكانيكية = ذراع القوة / ذراع المقاومة

لفائدة الميكانيكية = 0.05 / 0. 5= 0.1

او الفائدة الميكانيكية = المقاومة/ القوة

الكفاءة الميكانيكية = 50 / 500 = 0.1

عزم دوران القوة = القوة × الذراع

= 500 × 0.05 = 25

عزم دوران المقاومة = المقاومة × الذراع

= 50 × 0.5 = 25

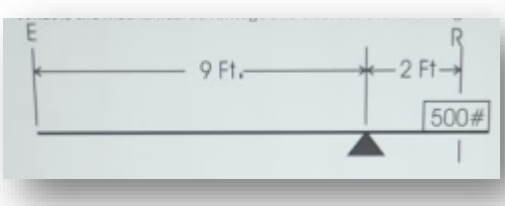
ويمكن حساب عزم دوران العتلة :

القوة ×ذراعها = المقاومة × ذراعها

25 = 25

مثال2 //

يرفع شخص حموله قدرها 500 نيوتن وذراعها 2 احسبي مقدار القوة المطلوبة لرفع الحمولة اذا كانت ذراعها 9 المسافة وما هي الكفاءة الميكانيكية للرافعة



القوة × ذراعها = المقاومة في ذراعها

القوة × 9 = 500 × 2

القوة = 111.1 نيوتن القوة الذي تنتجها العضلة لرفع ثقل وزنه 500 نيوتن

ويمكن حساب الكفاءة الميكانيكية لحركة ثني المرفق اما

الكفاءة الميكانيكية = ذراع القوة / ذراع المقاومة

الكفاءة الميكانيكية = 9/ 2= 4.5

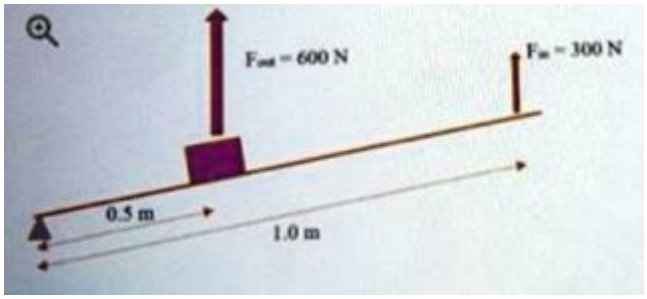
مثال3

من خلال الرسم ادناه المطلوب:

1- تحديد نوع العضلة

2- حساب الفائدة الميكانيكية للعتلة

3- ماهي الفائدة من العتلة



الجواب:

1 ـ العتلة من النوع الثاني

2ـ الكفاءة الميكانيكية = ذراع القوة / ذراع المقاومة

الكفاءة الميكانيكية = 1 / 0.5 = 2

3 ـــ بما ان قيمة الكفاءة الميكانيكية اكبر من 1 فان فائدة العتلة هو ربح بالقوة