المحاضرة // السادسة

القوة الداخلية وأنواع عمل العضلات، قوانين قياس (السرعة الانتقالية والقوة والشغل والقدرة)

إعداد

ا.د إنتصار كاظم عبد الكريم

2023/ 2024 م

لكي يستطيع الفرد تحريك أي جزء من الجسم أو كبح حركة ما ، أو عندما يريد اللاعب أن يغير من سرعة حركة الذراع في ضربة معينة ، لابد من استخدام قوة يطلق عليها القوة الداخلية التي تنشا من داخل الجسم تعمل على تغير وضع وشكل الجسم .

ان تلك القوة تسهم في إنتاجها كل من الجهاز الحركي المتكون من العظام والعضلات الهيكلية المرتبطة بالعظام والذي تمثل جزءاً من الجهاز العضلي المسؤول عن العمل مع نظام الهيكل العظمي ، كما يعد شكل المفصل وتركيبته عامل مساهم مع العضلات في تحديد أمكانية الحركة ولكن في حالة تعرضه إلى جهد أو قوة عضلية داخلية أو خارجية فأنه سوف يؤدي إلى تلف في الرباط أو المفصل .

إن صفة الانقباض العضلي التي تتميز بها العضلات الهيكلية لجسم الأنسان وكذلك التمدد دون حدوث أي تمزق فيها ومرونة العودة إلى وضعها الطبيعي بعد زوال التأثير تعد العامل المؤثر الأساسي في تنفيذ الواجب الحركي بالشكل المطلوب ، وأن الانقباضات التي تحصل في الألياف العضلية تمثل المرحلة النهائية لإنتاج القوة الداخلية وتنفيذ العمل ؛ وتوجد عدة أنواع لعمل العضلات وهي :

- العضلة العاملة
- العضلة المضادة
- العضلة المساعدة
- العضلة المثبتة
- العضلة الموجهة

وقد يشترك أكثر من نوع للعضلة في عمل واحد وتختلف الأهمية النسبية في مسؤولية القيام بالعمل ، وعلى سبيل المثال في تمرين ثني الذراعين باتجاه الصدر ومدها للخارج.

نلاحظ في حالة ثني المرفق أي سحب الساعد باتجاه العضد ، تنقبض العضلة العضدية ذات الرأسين مركزياً واقتراب نهايتهما من بعضها وتمثل العضلة العاملة ، وفي الوقت ذاته يحدث مد في العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاث أذ تبتعد نهايتها عن المركز وتعمل كعضلة مضادة لعمل العضلة العضدية ذات الرأسين ، أما في حالة مد الذراعين يكون عمل العضلات بالعكس أي تكون العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاث هي العاملة والعضلة العضدية ذات الرأسين هي المضادة .

ويحدث أن تشترك عضلة مع عضلة أخرى بنفس العمل ولكن بنسبة أقل وتدعى أحدهما بالعضلة المحركة والأخرى بالمساعدة كما في حركة بطح الساعد ، أذ تكون العضلات الباطحة مسؤولة عن العمل والعضلة ذات الرأسين العضدية عضلة مساعدة .

أما بالنسبة للعضلات المثبتة كما في عضلات الثانية للورك ، فهي تعمل بوظيفة التثبيت عندما يقوم الفرد من وضع الاستلقاء بتنفيذ تمرين البطن ، والذي تكون العضلات البطنية المستقيمة والمشاركة لها مسؤولة عن ثني الجزء البطني من العمود الفقري ، كما وتوجد عضلات أخرى تدعى العضلات المعادلة أو الموجهة الذي يكون عملها منع حدوث حركات زائدة غير مرغوب فيها .

ونرى في كثير من الحركات الرياضية وبخاصة في الحركات التمهيدية التي تسبق تنفيذ الواجب الرئيسي للحركة غالباً ما يشترك أكثر من جزء من الجسم في تنفيذ عمل ما ويمكن أن تكون حركته معاكسة للحركة الرئيسية ، كما في مرجحة الذراع لحظة الوثب في فعالية الوثب الطويل، وفي ضربات التنس

الأرضي ؛ وعلى سبيل المثال عندما يقوم لاعب التنس بتسريع حركة الذراع في الضربة الأمامية أو الخلفية فان عمل الذراع والجسم سوف يؤثران باتجاهات مختلفة على ناتج الضربة .

وفي الصور أدناه يمثل السهم الأسود فيها قوة الذراع ، والسهم الأحمر قوة الجسم توضح كيف يتغير اتجاه تأثير عمل العضلات تبعاً لنوع الحركة ، إذ نرى أن قوة تأثير الجسم تكون معاكسة لحركة الذراع الضاربة للأمام في الضربة الخلفية لاحظ الصورة رقم(1) ، وعندما تتحرك الذراع الضاربة بسرعة للأمام في الضربة الأمامية فان الجسم يؤثر باتجاه معاكس لحركة الذراع لاحظ الصورة رقم (2).

وفي الصورة رقم (3) ، نرى عندما يمرجح اللاعب الذراع والمضرب للامام كما في الضربه الأمامية، نلاحظ أن جانب الجسم للذراع الحرة تكون حركته باتجاه الخلف ، أي باتجاه معاكس لاتجاه حركة الذراع الحاملة للمضرب ، إن كمية القوة الناتجة من عضلات الجسم والتي تعمل في الاتجاه المعاكس لاتجاه الحركة تعمل للمحافظة على شكل وتوازن الجسم وتكون متساوية نسبياً.

ومما تقدم يمكن القول بأن إداء أي حركة سواء كانت حركة رياضية أو غير رياضية ، لابد أن تحدث نتيجة قوة خارجية أو قوة ذاتية (داخلية) من الجسم ، أي تحدث نتيجة عمل عضلي ينتج عنها حركات مختلفة الأشكال.

بعض قوانين قياس (السرعة الانتقالية والقوة والشغل والقدرة)

السرعة الانتقالية : يعتمد مسار حركة الجسم ومقداره في كلا النوعين من الحركات الانتقالية أو الزاوية على مقدار القوة التي يتعرض لها الجسم أو ينتجها.

وفي رياضة ألعاب المضرب نرى أن سرعة حركة ذراع اللاعب والمضرب ومقدار القوة التي تسلط على الكرة هي التي ترسم شكل المسار الحركي للكرة ، لذلك ومن أجل تحقيق ضربات لمسافات

طويلة نسبياً ، لابد أن يحصل المضرب على زخم وطاقة حركية كبيرة تتحول إلى الكرة لحظة التماس ؛ وحتى يتحقق ذلك يتطلب من اللاعب زيادة طول الذراع الضاربة ،إذ أن حركة الكرة ومكان سقوطها يختلف بسبب طول الذراع الضاربة وكذلك اختلاف نقاط تأثير المضرب على الكرة لحظة التماس .

فإذا أردنا المقارنة بين ضربتين متشابهتين الأولى أمامية Forehand تنفذ بنصف قطر (80 سم) والثانية خلفية Backhand تنفذ بنصف قطر (20 سم) ، سوف نجد أن الضربة الأمامية تتميز بقوة وسرعة انتقالية أكبر من الضربة الخلفية ، والسبب في ذلك يعود إلى التباين في طول الذراع الضاربة المتمثلة بالذراع والمضرب (نصف القطر) كما موضح في المعادلة أدناه .

السرعة الخطية الانتقالية = السرعة الزاوية × نصف القطر

كما أن تغيير كمية الحركة يمكن أن يتحقق من خلال التغيير في القوة المؤثرة ، أي كلما كانت هناك قوة أكبر كان هناك تسارع أكثر ، قانون نيوتن2 (قانون التعجيل) .ومن أجل الحفاظ على تلك القوة ، وبخاصة عندما ينفذ اللاعب

الضربات الطويلة في ألعاب التنس الارضي ، لابد أن تتم لحظة التماس بين الكرة والمضرب التي تسمى بالدفع بأقل مدة زمنية ممكنة من أجل الحفاظ على مقدار الطاقة الحركية المكتسبة من مرجحة الذراع والمضرب وإكساب الكرة سرعة انطلاق عالية

أن الدفع يتناسب طردياً مع التغير في كمية الحركة في حالة ثبوت الكتلة ، ولغرض تحقيق أثر فعال للقوة لابد من تنفيذها في أقل مدة زمنية ممكنة. ومن أجل الحكم على القوة كما ذكرنا سابقاً حكما واضحا، لابد من الأخذ بنظر الاعتبار بمقدار القوة واتجاهها وتأثيرها .

ثانياً / القوة والشغل

يستخدم مصطلح القوة والشغل في كثير من التطبيقات وهي من المفاهيم العلمية التي تؤثر على الأجسام ، وتربطهما علاقة رياضية وفيزيائية تساهم في فهم مبدأ حدوث الحركة وتسهلها.

فلا يمكن الحصول على حركة بدون تأثير القوة لأنها المحرك الرئيسي للجسم ، كما أن أتجاه حركة الجسم يمكن أن يكون باتجاه تأثير القوة أو عكس اتجاهها ، أي بواسطة القوة يتم إنجاز الشغل .

ويصنف الشغل بأنه من الكميات العددية المرتبطة بالقوة ومن وجهة النظر الميكانيكية يشترط في الشغل حدوث إزاحة أو انتقال في الجسم ، فعندما يدفع الحائط أو يسحب جسم ذو كتلة كبيرة ولا تنتج عنه إزاحة يقال حين إذ عنه أنه بذل قوة ولم يحقق شغل ، لأن الجسم لم يتحرك من مكانه أي لم يحدث تغير في مكان الجسم ولم يحقق ازاحة ما ، لذا لا يوجد شغل مبذول من وجهة النظر الميكانيكية .

ويمكن تعريف الشغل على أنه القوة التي تؤثر على جسم وتسبب انتقاله مسافة معلومة ، وهو يتناسب طردياً مع المسافة والقوة .

ويمكن أن يطلق على الشغل بالموجب عندما نرى إن أتجاه مصدر القوة التي تنجز الشغل يكون بنفس أتجاه حركة الجسم ، ولكن في حالة حدوث الحركة باتجاه معاكس لاتجاه تأثير القوة في هذه الحالة يطلق على الشغل بالسالب .

وعلى سبيل المثال عندما يرفع صندوق بواسطة حبل من الأرض إلى الأعلى هذا يعني سوف يؤثر على الصندوق بقوة يكون اتجاهها للأعلى ، إن هذه القوة سوف تعمل على رفع الصندوق للأعلى بمقدار من الازاحة وتحقق شغل يعتمد مقداره على مقدار القوة المسلطة والازاحة الناتجة .

إن في عملية رفع الصندوق للأعلى تكون قوة الشد بنفس أتجاه الحركة ، وهذا يفسر إيجابية الشغل ، ومن الممكن ان نعبر على ما تقوم به قوة الجذب الارضي على الاجسام المتحركة باتجاه معاكس لها بالشغل سلبياً ليعبر عن مِقدار الطاقة المأخوذة من الجسم ، أذ تعمل على أخذ الطاقة من الصندوق بسحبه للأسفل .

ويمكن التعبير عن المسافة التي يتحرك فيها الجسم نتيجة تأثير قوة بدالة (القوة – المسافة) وتفسر هذه الدالة بان مقدار الشغل المنجز يساوي المساحة الواقعة تحت

منحنى تلك الدالة ؛ وأن وحدة قياس الشغل هو (الجول) ، وهو مقدار الشغل عندما تبذل قوة مقدارها نيوتن واحد بإزاحة جسم ما مسافة متر واحد في اتجاه تأثير القوة ، أي إن وحدات الجول هي (نيوتن ، متر) التي تمثل وحدات القوة والإزاحة .

مثال1 أحسب مقدار الشغل المنجز، إذا اثرت قوة مقدارها (100 نيوتن) على جسم ، وأدت إلى تغير مكان الجسم مسافة (20 م) عن موضعه الأصلي ، وما هو مقدار الشغل المنجز اذا كانت المسافة التي تحركها الجسم (30 م) ؟

الشغل = القوة × الإزاحة

الشغل = 100×20

= 2000 جول مقدار الشغل المنجز نتيجة حركة الجسم 20 متر

أما في الحالة الثانية :

الشغل = 100×30

= 3000 جول

من النتائج أعلاه يتبن أن الشغل المنجز في الحالة الثانية أكبر من الحالة الأولى والسبب في ذلك هو ان مقدار الإزاحة في الحالة الثانية كان أكبر من الحالة الأولى .

ثالثاً / القدرة :

تمثل القدرة مقدار الشغل المنجز نتيجة قوة خلال فترة زمنية معينة ، وتقاس بالواط (الجول / الثانية) إن وحدات القدرة هي وحدات الشغل مقسومة على وحدات الزمن.

وفي النظام المتري فان الجول على الثانية يسمى الواط ، وتزداد القدرة أو يكون مقدارها عالياً عندما ينجز الشغل بأقصر فترة زمنية ممكنة ، بينما ينخفض مقدارها عندما يتم إنجاز الشغل بفترة زمنية طويلة . وعند إجراء مقارنة بين رياضي يقطع مسافة (3000 م) عدو ، ورياضي أخر يقطع نفس المسافة سيراً على

الأقدام ، فأن قدرة الرياضي الأول في قطع المسافة تكون أعلى مقارنة بالرياضي الذي يقطع المسافة سيرا على الأقدام ، وذلك لأن العداء الأول قطع المسافة أو إنجاز الشغل بفترة زمنية أقل مقارنة بالرياضي الأخر

مثال : أحسب مقدار القدرة لمتسابقين قاموا بسحب ثقل وزنه (300 نيوتن) لمسافة (20 م) ، أذ أنهى المتسابق الأول المسافة بزمن قدرة (10 ثا) والمتسابق الثاني بزمن قدرة (12 ثا) !

القدرة=**الشغل/ الزمن**

القدرة = **القوة المؤثرة** × **الإزاحة** / الزمن

قدرة المتسابق الأول = **300** × **20** / 10

قدرة المتسابق الأول = **600 واط**

قدرة المتسابق الثاني = **300** × **20** / 12

قدرة المتسابق الاول = **500 واط**

نلاحظ إن كلا المتسابقين أنجز الشغل نفسه ، ولكن الاختلاف بينهما في زمن السحب ، إن المتسابق الأول أنجز الشغل في (10 ثا) ، في حين المتسابق الثاني أنجزه في (12 ثا) وهذا يشير إلى أن المتسابق الأول أنهى عملية السحب بمدة زمنية أقصر من المتسابق الثاني ، ومن ثم نستطيع القول أن المتسابق الأول لديه قدرة أكبر من المتسابق الثاني .

وبما ان **الإزاحة** / الزمن دالة تعبر عن السرعة ، فإن قانون القدرة يمكن أن يكتب بالصيغة الاتية:

القدرة = القوة × السرعة

وهذا يؤكد حقيقة مهمة على إن تأثير القوة يكون أكبر عندما ينفذ العمل أو الحركة بفترة زمنية قصيرة ، أي العلاقة تتناسب طردياً بين قدرة الفرد وسرعته ، وبمعنى اخر يكون فعل تأثير القوة اكبر عندما تؤدي الحركات بسرعة (فترة زمنية قليلة) أي هناك تناسب طردي بين قدرة الشخص وسرعة الحركة التي يؤديها ، ويمكن ملاحظة تطبيق هذا المبدأ في كثير من الفعاليات الرياضية وخاصة في فعاليات الرمي ، ومرحلة النهوض في الوثب العريض والقفز عاليا ، أذ يجب ان تكون هذه الفترة قصيرة جدا لكي يتحقق مبدأ القوة المميزة بالسرعة وهي مهمة في فعاليات السرعة والقوة .

مثال2: قام متسابقان برمي قرص أستخدم المتسابق (أ) قوة مقدارها (160) وبسرعة (7م/ثا) ، والمتسابق (ب) أستخدم قوة (150) وبسرعة (8 م /ثا) ، أحسب مقدار القدرة لكلا المتسابقين !

قدرة (أ) = 160× 7 = 1120 واط

قدرة (ب) = 150× 8 = 1200 واط هذا يؤكد إلى إن قدرة المتسابق (ب) أكبر من المتسابق (أ)