



كلية التربية الرياضية
قسم نظريات وتطبيقات رياضات المنازلات

الفرقة الرابعة

تطبيقات الميكانيكا الحيوية في رياضات التخصص

كاراتيه-ملاكمة-كنغ فو-قوس وسهم-رفع أثقال- مصارعة

المحاضرة العاشرة

الفصل الدراسي الثاني ٢٠١٩-٢٠٢٠م

إعداد

أ.م.د / أحمد يوسف عبدالرحمن

تخضع الحركات التى يقوم بها الإنسان اثناء التدريبات الرياضية مثلها فى ذلك مثل باقى الأجسام الصلبة للقانون العام الذى يشير إلى أن كتلة الجسم لا تتحرك من سكونها أو تغير حركتها إلا إذا وقعت تحت تأثير قوة ما وتنشأ تلك القوة المؤثرة عند التبادل الذى يتم بين القوة العضلية للاعب ، وبين القوى الخارجية للبيئة المحيطة به ، ويكون ذلك متمثل فى معظم الحالات فى الصراع ضد قوة الجاذبية الأرضية ، وقد تكون القوة للاعب أكبر أو أقل من القوى الخارجية التى تواجهها فى حالة تغلب القوة العضلية للاعب على القوى الخارجية أى عندما يتمكن جسم اللاعب من أداء حركة ما ، فإننا يمكن القول أن هذه الحركة ذاتية ، مثل الوثب لأعلى - إلا أن الارتباط بين تأثير القوة والحركة من الأمور التى لا تضعها الكينماتيكا فى الاعتبار .

فإن علم الكينماتيكا لا يهتم إلا بتوضيح ووصف أنواع الحركات المختلفة ، وذلك باستخدام المتغيرات الخاصة بالسرعة والعجلة التى وصفت على أساس من قياسات المسافة والزمن ، وعلى العكس من ذلك فإننا نرى أن علم الديناميكا يبحث عن الارتباط الفرضي بين تأثير القوة والأنواع المختلفة من الحركات كما يحدث فى الشروط التى يمكن أن تنشأ تأثيرات القوة فى ظروفها وتعد المعرفة بالكينماتيكا شرطاً أساسياً يجب توفره لفهم الديناميكا .

وعند تحليل أى أداء رياضى يمكن اتباع أسلوب تحليل الوظيفة أو تحليل العمل للتعرف على العديد من التفاصيل التى قد لا تساعد الملاحظة العادية فى الحصول عليها ولإتباع هذا الأسلوب يجب تحديد الهدف الميكانيكى الأولي للمهارة موضوع التحليل ثم تحديد المبادئ البيوميكانيكية المؤثرة فى فاعلية الأداء والتعرف على المحددات التى تحكم الأداء لكل مهارة ومنها البيئة الميكانيكية التى تؤدي فيها المهارة ويقصد بها الظروف الميكانيكية المفترض حدوث المهارة فيها ، الخصائص المميزة للاعب ، الحركة السابقة واللاحقة للمهارة بمعنى تحديد المبادئ البيوميكانيكية ذات الأولوية فى التأثير على فاعلية الأداء . وهذه المبادئ تعتمد فى تحديدها على كل من الأسس البيولوجية المرتبطة بالجهازين العصبى والعضلى ونظام العمل العضلى الهيكلى وهذا بالإضافة إلى مبادئ وقوانين الميكانيكا الحيوية التقليدية ، حيث أن الاعتماد على كل هذه المبادئ والقوانين ينطلق من المعلومات التى يمكن الحصول عليها حول كيفية اتساق وظائف الجسم البشرى

مع المفاهيم الميكانيكية للوصول إلي أسس بيوميكانيكية تؤثر بشكل مباشر في فاعلية الأداء الرياضي وكلما ارتفع مستوى المعلومات المستخدمة من هذه المجالات السابقة ارتفع معها مستوى تحليل الأداء .

ويعرف ياروفسكي (Yarofcky) (١٩٨٦م) الحركة الميكانيكية بأنها التي تتمثل في تغيير أوضاع الجسم أو أجزائه في الفراغ بعضها بالنسبة للبعض الآخر مع مرور الزمن.

ويضيف عادل عبد البصير (١٩٩٨م) عن الحركة بأنها التغيير في المكان أو الوضع وتتضمن الإتجاه والسرعة وأن حركة الجسم أو الأداة تنتج من تأثير قوة يفوق مقدارها القصور الذاتي للجسم الذي تؤثر عليه ويضيف عن "جنس وشولتز" (Genes Sholtz) بأن الحركة هي انتقال أو دوران الجسم أو أحد أجزائه وتعتبر الحركة أساس المهارات الرياضية... ولها هدفها وتؤدي بسرعة معينة وفي زمن معين وهي تحدث غالباً من انقباض العضلات التي تتوقف عليها قوة هذه الحركات الناتجة التي يؤديها الجسم أو أحد أجزائه ، ومن المستحيل أن تحدث الحركة بدون إنتاج قوة ومن خلال تعريف مصطلح الحركة في الميكانيكا ومفهومه في النشاط الرياضي نجد أن البيوميكانيك يهدف إلي دراسة الحركة في النشاط الرياضي.

وتلعب القوانين الطبيعية دوراً كبيراً في تأدية المهارات الحركية كلما زادت الدراسة بهذه القوانين كلما زاد التقدم في هذه المهارات ،وتهتم الأبحاث البيوميكانيكية بالقوي المؤثرة في الحركات والأوضاع المختلفة وفي الواقع أن الأحداث المركبة للمسار الحركي هي عبارة عن نتاج التأثير المتبادل الوظيفي والزمني بين هذه القوي.

وتتقسم القوي المؤثرة على الجسم الإنساني إلى :

قوي داخلية : وتتمثل في

قوي ردود الأفعال الداخلية – قوي القصور الذاتي لأجزاء الجسم المختلفة– قوي العضلات

قوي خارجية : وتتمثل في

قوي الجاذبية بالنسبة لجسم – قوي رد فعل الإرتكاز – قوي الوسط المحيط –
الحمل الخارجي وقوي الأجسام المادية الأخرى مثل الأجهزة والزميل .

وتهتم بيوميكانيكا الحركات الرياضية بدراسة وتطبيقه القوانين الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة لذلك فإنها تهتم بدراسة الجهاز الحركي للإنسان ومن ثم أفعاله وأنشطته الحركية خلال ممارسته لمختلف أوجه التربية البدنية والمسابقات الرياضية بغرض ضمان ترشيد طرق التدريب والتدريس في المجال الرياضي ومن ثم إرساء الأساس العلمي لنظام إعداد الرياضيين ذوي المستوي العالي ويتميز أي نوع من الأنشطة الرياضية بتضمنه لمجموعة مركبة من العناصر الحركية والتمرينات البدنية التي تنحو في تأثيراتها منحنى معيناً خاصاً وتشكل في مجموعها التكنيك الرياضي الخاص بهذا النوع و تنظر البيوميكانيكا الى التكنيك الرياضي بإعتباره نظاماً ديناميكياً معقداً للأفعال الحركية القائمة على الإستخدام الأمثل المرشد للإمكانات والقدرات الحركية للاعب والموجه لحل واجباً محدداً بالنسبة لهذا أو ذاك النوع من النشاط الرياضي والمؤدية بصفة خاصة إلي بلوغ مستويات عالمية للنتائج الرياضية .

وعند دراسة حركات الإنسان يمكن اعتبار جسمه تجاوزاً نقطة مادية تتحرك في الفراغ حيث يسمح بهذا التجاوز فقط عندما تكون أبعاد هذا الجسم بالمقارنة بالمسافة التي يتحركها – صغيرة جداً بالقدر الذي يمكن إهمال أبعاده ، أما عندما يتعلق الأمر بدراسة حركة بعض الوصلات البيوميكانيكية لجسم اللاعب بالنسبة لبعضها الأخر .

وعند بحث التكنيك الرياضي – فإنه لا يجوز اهمال أبعاد هذا الجسم (أي إعتباره كنقطة مادية تتحرك في الفراغ) وهذه الحالة فإنه يمكن اعتبار هذه الوصلات المختلفة كنقاط مادية منفصلة و بذلك تكون حركة الجسم عبارة عن إزاحة المجموعة (النظام) الكلية للنقط المادية فإذا كانت المسافة بين مختلف نقط المجموعة (النظام) ثابتة فإنه يطلق عليها المجموعة المادية الثابتة (غير المتغيرة) أو الجسم مطلق العلامة ، ويجري جميع

حركات الإنسان فى الفراغ مع مرور الزمن ، ويعتبر الزمن الخاص بأى نقطة مادية محددة فى الفراغ واحداً بغض النظر عن نوع نظام الاحداثيات المستخدمة وحيث أن الزمن عبارة عن كمية قياسية دائمة التغير فإنه يؤخذ فى علم الكينماتيكا كمتغير مستقل بينما تعتبر الكميات المتغيرة الأخرى (السرعة، المسافة ، العجلة... الخ) كميات متغيرة بمرور الزمن أى دوال فى الزمن .

و يمكن توضيح التكنيك الرياضى بشكل تحديدى عن طريق ما يسمى بالمنحنيات البيوميكانيكية و بشكل عام يعبر التناسب الجسمى و المستويات الفردية من القدرات الحركية للاعبين العالميين عن خصائصهم البيوميكانيكية ، و على ذلك يمكن تحويل القيم الخاصة للحركة على دلالات و منحنيات قد تقودنا الى الحل المنطقى لمشاكل الاداء الرياضى.

التحليل البيوميكانيكي للحركة الرياضية :

يبحث علم الميكانيكا الحيوية فى الأداء الحركى للإنسان والحيوان أو يدرس فيه الحركة التى يقوم بها ، ويسعى هذا العلم فى الميدان الرياضى إلى دراسة منحنى الخصائص للمسار الحركى للمهارة الرياضية سعياً وراء تحسين التكنيك الرياضى بهدف تصحيحه وتطويره وفقاً لأحدث النظريات فى التدريب الرياضى . (١٥ : ١٣٣)

وتستدعى دراسة أساليب وطرق الأنشطة الحركية – وبصفة خاصة الحركات الرياضية – استخدام طرق البحث البيوميكانيكية المعدة طبقاً للأسس المتعلقة بطبيعة حركات الأنظمة الحية (الجهاز البشرى) والتي تعكس الخصائص الجوهرية لعلم البيوميكانيكا فضلاً عن مبادئها وقوانينها الأساسية ، ويجري استخدام مفهوم (التحليل البيوميكانيكى) فى المجال العملي لدراسة الحركة الإنسانية على اعتبار كونه طريقة إضافية من طرق البحث البيوميكانيكى عند استخدام لفظ (تحليل) فى المجالات المختلفة للمعرفة الإنسانية فإنه يقصد به – الوسيلة المنطقية التى يجرى بمقتضاها تناول الظاهرة موضوع الدراسة كما لو كانت مقسمة إلى أجزاء أو عناصر أساسية المؤلفة لها ، حيث يبحث هذه الأجزاء كل على حدة تحقيقاً لفهم أعمق للظاهرة ككل .

ويجب أن تقدر قبل بداية التحليل البيوميكانيكى – ما هو الهدف منه ؟ وما هو

الإتجاه العام والغرض الأساسى له ؟

فإذا ما اقتصر الواجب الرئيسي للبحث - على سبيل المثال - على توصيف شكل الحركة في مسابقة ما ، وعلى التركيب الكينماتيكي (الخارجي) لها ، وجب أن يشمل التحليل البيوميكانيكي على الطرق التي تتيح امكانية تقنين الخصائص البيوميكانيكية لهذه الحركة ثم يجري بعد ذلك تحليل العلاقات الإرتباطية بينها (بين هذه الخصائص) والذي يتحقق من خلاله الوحدة الكلية المتكاملة (النظرة الشمولية) لهذه الحركة الرياضية.

وتهدف الميكانيكا في دراسة ظاهرة حركة الجسم إلي التعرف على مظاهره الكينماتيكية والكيناتيكية إذا أردنا المعرفة الكاملة للحركة ويتم ذلك وفقاً لقوانين نيوتن في الديناميكا ، وبوجه عام فإن حركة الجسم لا تعتمد على كتلته الكلية والقوة المؤثرة فقط وإنما يمكن أن تعتمد طبيعة الحركة على الأبعاد الهندسية للجسم وعلى مواضع الأجزاء المكونة له (أي على توزيع الكتل) ولدراسة الجسم تثبت مجموعة من محاور الإحداثيات تثبتاً صلباً بالجسم الذي ندرس الحركة بالنسبة له (وتسمى مجموعة الإحداثيات هذه بمجموعة القياس) ويطلق عليها مجموعة قياس لإرتباطها بالزمن والذي يعتبر كمية قياسية متغيرة بإستمرار ، ويؤخذ الزمن كمتغير مستقل وتعتبر الكميات المتغيرة (السرعة ، المسافة ، العجلة ، القوي) كميات متغيرة بمرور الزمن، أي دوال من الزمن (T) ووفقاً لطريقة عطاء حركة الجسم يمكن تحديد الطريقة التي تستخرج بها المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية ، حيث يمكن تعيين القوة المؤثرة على الجسم بمعرفة قانون الحركة (تفاضلياً)، تعيين قانون حركة الجسم لمعرفة القوي المؤثرة عليه (تكاملياً) .وحيث يؤثر على الجسم المتحرك بجانب القوة الثابتة (قوة الجاذبية الأرضية) قوي متغيرة، تتغير مقاديرها واتجاهاتها خلال حركة الجسم ولإعتماد القوة المتغيرة على الزمن أو موضع الجسم أو سرعته تظهر النظريات العاملة للديناميكا لدراسة الحركة والمتمثلة في نظرية كمية أو طاقة الحركة ، دفع القوة، شغل القوة وهذه النظريات تعتبر نتاجاً للقانون الأساسي في الديناميكا (القوة = الكتلة × العجلة) أي (ق = ل × ج).

وفى دراسة البيوميكانيك نجد أنه يمكن التعرف على العوامل الكينماتيكية للحركة من خلال التصوير السينمائي والتحليل الكينماتوجرافي بواسطة المبادلات التفاضلية ومبادئ الميكانيكا ويمكن الوصول منه إلي العوامل الكينماتيكية كما يمكن بواسطة قياس القوي بأجهزة خاصة كجهاز الفورس بلاتفورم Force Platform ووفقاً للمهارة المختارة التعرف على العوامل الكينماتيكية تكاملياً ، وهناك شروط خاصة ترتبط بالعمليات الرياضية (الحسابية) حيث أن النشاط الرياضي ليس دالة رياضية نظراً لأن منحنى (القوة - الزمن)

غير ثابت ولا تحكمه معادلات معروفة لذا يستخدم مدلول المركبات مع حساب قيم المنحنيات بواسطة طرق تخطيطية بسيطة

مستويات وطريقة التحليل البيوميكانيكي :

تلعب أهمية المهارة المدروسة والمستوي المهاري لمؤديها الدور الأساسي في

اختيار أي من مستويات التحليل التالية :

التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة .

التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء .

التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية .

التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج والاحتمالات الحركية.

التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة :

ويعتبر هذا النوع من أسهل أنواع التحليل ، حيث تتم دراسة المسارات الحركية

للمهارة من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التي تميزها ، كأن تتم دراسة المسارات

الحركية بقوانين الحركة الخطية أو الدورانية لحساب قيم المتغيرات المميزة للمسار وتحديد

أهم هذه الخصائص .

التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء :

وهذا النوع من التحليل يتميز بمعرفة مسبقة بأهم الخصائص التكنيكية المميزة

للمهارة المدروسة وقيم متغيرات هذه الخصائص علي أساس أن التحليل يتم بمقارنة قيم

المتغيرات في كلتا الحالتين للتعرف على أوجه القصور .

التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية :

وتتمثل مقارنة صعوبة هذا النوع من التحليل في استنتاج المنحنيات النظرية

للخصائص المراد مقارنة أداء اللاعبين بها ومدى ما يمكن اقتراحه من تطوير في أسلوب

الأداء بهدف محاولة الوصول بقيم المتغيرات المدروسة إلي الحدود القصوى التي تشير

إليها المنحنيات النظرية .

التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج :

وهو أصعب أنواع التحليل وأكثرها تقدماً ، حيث تتم دراسة بعض المهارات

الرياضية على نماذج مصنعة ، بهدف دراسة إمكانية ظهور احتمالات حركية جديدة على

هذه النماذج من ناحية، وإمكانية تطبيقها على الجسم البشري من ناحية أخرى ، وهنا

تظهر أهمية البحوث في تعديل وتطوير طرق الأداء للعديد من المهارات الرياضية ، كما أن لهذا النوع من التحليل أهميته الكبيرة فيما ظهر حديثاً من مهارات مبتكرة لم يسبق التعرف عليها من قبل كما هو الحال في رياضة الجمباز .