الدراسات العليا / الدكتوراة

مادة البايوميكانيك

المحاضرة الأولى /

مفاهيم ومبادئ البايوميكانيك

إعداد

ا.د إنتصار كاظم عبد الكريم

1444هـ / 2023 م

○ بعض مبادئ البايوميكانيك

– مفهوم البايوميكانيك (الميكانيكا الحيوية)

هو العلم الذي يدرس الحركة في الجسم الحي(حركة الانسان و الحيوان) في بيئة مختلفة تحت شروط تشريحية وأسس وقوانين علمية من أجل فهم العوامل الأساسية المشاركة في الحركة بما في ذلك كيفية عمل العضلات والعظام والأوتار والأربطة معًا لإنتاج الحركة .

ويعد البايوميكانيكمن العلوم الأساسية والتطبيقيةإذ يتضمن البحث والاستخدام العملي لنتائجه. ، ولا يشتمل هذا العلم على دراسة العظام والعضلات والحركة التي يمكن أن تنتجها فحسب، بل تشمل أيضاً آليات الدورة الدموية ووظائف الجسم الأخرى ؛ لذلك فان البايوميكانيك تمثل التفاعل الواسع بين الميكانيكا والأنظمة البيولوجية، أي تمثل دراسة الجانب الميكانيكي للحركة والجانب العضوي والذي يشير له بكلمة (بايو) .

كما انه يدرس المشاكل الميكانيكية في الأنظمة العضوية (البيولوجية) وتحليلها ، وان نقطة البداية لهذه التحليلات هي اعتماد القوانين الميكانيكية لدراسة تأثير القوى على الأنسجة الحية ؛ وعليه يمكن تعريف البايوميكانيك بأنه "تطبيق المبادئ الميكانيكية في دراسة الكائنات الحية".

ويصفه(بيتس، 1991) على إنها القدرة على دراسة جسم الإنسان أثناء الحركة والقوى المؤثرة على الجسم والتأثيرات التي تنتجها ؛ كما تعرف على إنها علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بايولوجيةمعينة .

ويعرفه البعض بأنها العلم الذي يدرس الحركة ويبحث في تأثير القوى الداخلية والخارجية على جسم الإنسان والحيوان في حالة الحركة والسكون وتتضمن القياسات الميكانيكية المستخدمة بالتزامن مع التفسيرات البيولوجية .

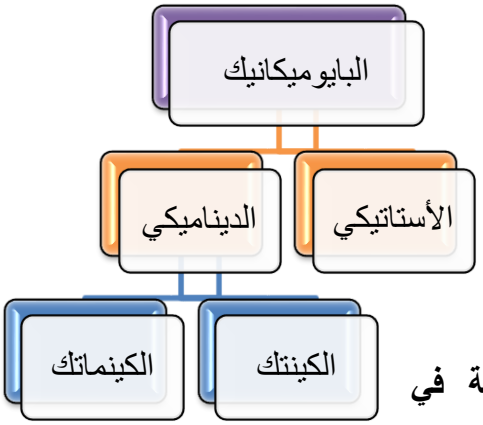
وتشمل المشكلات التي يتناولها البايوميكانيك ابتداء من الاختبارات التي يتم إجراؤها على رواد الفضاء في حالة انعدام الوزن، والأبحاث على المرضى الذين يعانون من إعاقات حركية مختلفة ودراسات أنماط حركة إلى تحليل الاختلافات التقنية الأكثر ملاءمة في الألعاب الرياضية المختلفة ؛ وباستخدام تقنيات وأدوات مختلفة ؛ ويعمل علماء البايوميكانيك في مجموعة متنوعة من المجالات. منها (الميكانيكا الحيوية، الميكانيكا الحيوية التأهيلية، والميكانيكا الحيوية للطب الشرعي، الميكانيكا الحيوية التنموية .

ونظراًلأن الميكانيكا الحيوية يتم تفسيرها بالقوانين الفيزيائية، فهي تعد أحد الموضوعات التي لا تحظى بقبول عالي في مجال علوم الرياضة ، ولكن لا يمكن تصور تجنب الميكانيكا الحيوية في العلوم الرياضية التطبيقية ، وينصب التركيز بطبيعة الحال على تحسين أداء تلك الألعاب الرياضية ، ويمكن توضيح ذلك باستخدام المثال الآتي ؛ بعد تصوير ضربة إرسال في كرة الطائرة ومن أجل وصف انطلاقة ومسار الكرة فإن من الضروري عرض المسافة العمودية والأفقية لطيران الكرة، وزاوية الانطلاق ، وارتفاع زاويةالانطلاق ، وسرعة الانطلاق العمودي وسرعة الانطلاق الأفقية الى أخره من المتغيرات ؛ إن فحص هذه المتغيرات المنفصلة والمترابطة مع بعضها يجعل من الممكن تحليل وتحسين تقنية إداء.

يهتم البايوميكانيك بدراسة :

1. الأستاتيكية: وهو فرع من الميكانيك ويهتم بدراسة تأثير القوى على الاجسام التي لاتتحرك او في حالة توازن كما في الوقوف على اليدين على الأرض او على جهاز المتوازي.
2. الديناميكية: وهو فرع من الميكانيكا الذي يهتم بدراسة تأثير القوى على الجسم وتسبب حركة او تغير الحركة ، ويعتمد التحليل الديناميكي على دراسة الحركات من جانب الكينتك والكينماتك:

- الكينتيك : ويهتم بدراسة أسباب الحركة أي القوى المسببة للحركة ؛ ويبحث في نتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الأداء .
- الكينماتيك : وفيه يتم دراسة الخصائص الوصفية للحركة، كذلك الأشكال الهندسية المختلفة أي أنماط الحركة بما في ذلك التغيرات الخطية والزاوية في السرعة والزمن وكذلك الإزاحة والسرعة والتسارع.



كيف تعمل الميكانيكا الحيوية في حياتنا اليومية؟

يمكن تفسير الميكانيكا الحيوية كمفهوم على أنها التفاعل بين علم التشريح وتأثير القوانين الفيزيائية المختلفة على حركاتنا ،وعند الحديث عن البايوميكانيك في حياتنا اليوميةيمكن الإشارة الأربع قوى أساسية تلعب دورًا في كيفية عمل جسم الإنسان وحركاته :

أولاً: الجاذبية الأرضية

إن الجاذبية، هي القوة المهيمنة. التي تؤثر على الأجسام المتحركة والمقذوفة بقيمة ثابتة مقدارها (9.82 م/ثا^2) ، أي تؤثر على كتلة ا كغم بتسارع (9.8 م/ثا^2)، وتزداد قوة الجاذبية بشكل متناسب مع الكتلة.ويتغير تأثير الجاذبية الأرضية وفقاً لاتجاه الجسم المقذوف

ثانياً: قوة الأحتكاك

يمكن وصف قوة الاحتكاك بأنها القوة بين سطحين متلامسين مع بعضهما البعض، وتعرف بأنها مقاومة الحركة التي تحدث نتيجة احتكاك جسم بأخر ؛ وتعمل هذه القوة دائماً باتجاه معاكس لاتجاه تأثير القوة ،إن مقدار قوة الاحتكاك تعتمد على نوع السطح وكذلك على الكتلة وكمية القوة المستخدمة ونوع

الأتصال لحظة الالتقاء بين الجسمين ، وفي المجال الرياضي غالباً ما يعتمد زيادة أو تقليل الاحتكاك على الهدف من الحركة وما يتلائم مع ميكانيكية التنفيذ .

ثالثاً : قوة وزن الجسم

وهي قوة أتصال والتي طالما كان هناك توازن ثابت تكون قوية مثل الجاذبية ، ويمكن القول ببساطة إن هذه القوة تمثل القطب المعاكس للجاذبيةوأن تلك القوة ناتجة من وزن ذلك الجسم ؛ويمكن تفسير ذلك كما لو أن شخص كتلته (75 كغم)يقف ساكنا على أرض مستوية فأنه يسلط قوة باتجاه الارض مقدارها(736.5 نيوتن) ، أن كل (1 كغم يقابلها 9.8 نيوتن) فإن الأرض تدفع للخلف بقوة 736.5 نيوتن.

قوة = الكتلة × التعجيل

$75 \times 9.82 = 736.5$ نيوتن

ولكن مقدار القوة التي يسلطها اللاعب على الأرض تختلف عندما يقوم اللاعب بتنفيذ حركة ما على سبيل المثال العدائين في ركض (100م) في لحظة الانطلاقإن مقدار القوة التي تسلط على جسم اللاعب من الأرض تعتمد على مقدار الضغط الذي يسلطه الجسم على الأرض والناتج من وزن اللاعب أضافة إلى الحركة التي تقوم بها كل من عضلات القدم والركبة والورك.

رابعاً: قوة العضلات

تعتمد مقدار القوة التي تنتجها العضلة في موقف معين على مجموعة كاملة من العوامل المختلفة منها (مساحة المقطع العرضي ، نوع الألياف، نوع الانقباض الثابت أو المتحرك، قوة وسرعة الانقباض، طول العضلة) ،وتؤدي قوة معينة إلى تسارع جسم ذي كتلة صغيرة أكبر من تسارع جسم ذي كتلة كبيرة.

- **بعض مبادئ البايوميكانيك**

توفر المبادئ الميكانيكا الحيوية أساساً متيناًوأرضية صلبة للقيام بالتحليل والتوجيه أو التدريب أو إعادة التأهيل أو المشاركة في الأحداث الرياضية على التلفزيون لمشاهدة الأداء، ويمكن التفكير في هذه المبادئ كقائمة مرجعية سريعة، ولكن كيفية تطبيقها تحتاج الى الكثير من الدراسة.

- مبدأ القوة

هو مبدأ أساسي للميكانيكا الحيوية ،والقوة هي الدفع أو السحب الذي يؤدي إلى تغيير في حركة جسم ، أذ إنالقوة هي من تسبب الحركة التي تراها تحدث

- مبدأ الأجزاء المرتبطة

تؤثر حركة جزء من الجسم على حركة الأجزاء المجاورة ، إن أبسط نموذج هو جسم الإنسان فهو عبارة عن سلسلة من العظام المرتبطة (أجزاء فردية)، متصلة بمفصل، يؤثر العمل المشترك لقوة العضلات في كل مفصل والسرعة الناتجة منه على السرعة الطرف البعيد للأجزاء المرتبطة، مثل القدم في نهاية الساق أو اليد في نهاية الذراع .

- مبدأ الزخم والدفع

الدفع هو نتاج القوة والزمن، والزخم هو نتاج الكتلة والسرعة ؛إن الدفع يسبب تغيرا في الزخميتسارع الجسم أو يتباطأ فقط عند تأثير قوة خارجية عليه، ويتسارع أو يتباطأ فقط في الاتجاه الذي تؤثر فيه القوة ،ويؤدي الدفع إلى تغير في كمية حركة الجسم ، وعلى سبيل المثال ، ان أي انخفاض في الزخم يأتي من خطأ في الدفع أو طول الفترة الزمنية التي يتم فيها تطبيق القوة .

- مبدأ الأنقباض العضلي

الانقباض العضلي الثابت: وفي هذا النوع لاتحدث حركة ولا تغير في طول العضلة.

الانقباض العضلي المتحرك: وفي هذا النوع يحدث تغير في طول العضلة تبعا لنوع العمل العضلي ويقسم الى انقباض عضلي موجب وفيه تتغلب القوة على المقاومة كما في تقريب الساعد من العضد في حالة حمل ثقل، وأنقباض عضلي سالب وفيها تتغلب المقاومة على القوة ويحدث في هذا النوع من الانقباض اطلة في طول العضلة كما في حركة ابعاد الساعد عن العضد.

- مبدأ مجموع القوى المشتركة

محصلة القوة المؤثرة على جزء من الجسم هي مجموع القوى التي تنتجها العضلات المشاركة بالحركة ؛وغالبا ما يتم طرح السؤال الآتي ، ما هو الهدف من جمع القوى؟

هو مزيج من القوى التي تنتجها أجزاء مختلفة من جسم الإنسان ، هدفها هو تطبيق أقصى قدر من القوة أو التسارع على جسم الأنسان ، لذلك يؤكد على استخدم أكبر عدد ممكن من أجزاء الجسم المرتبطة بالحركة.

ففي كرة السلة عند تنفيذ رمية حرة، يتم استخدام مجموع القوة الناتجة من ثني الأرجل ومدها، ثم الجذع ثم تمتد الذراع بأكمله بنقرة من المعصم لنقل القوى إلى الكرة، مما يوفر القوة والسرعة اللازمة لإكمال المسافة .

وبما أن الجسم يتكون من أجزاء مرتبطة، فإن مقدار القوة في الدفعة التي يطبقها الجزء البعيد هو في الأساس مجموع القوة من جميع المفاصل المستخدمة ،وتساهم المزيد من المفاصل والمزيد من القوة من كل مفصل يزيد من الدفع المطبق ،ويجب أن تساهم جميع المفاصل التي يمكن أن تساهم، كما يجب أن تكون القوة الناتجة عن كل منها بقدر الحاجة إذا لم يتم استخدام المفصل، أو كان مساهمته أقل من إمكاناته، فإن الدفعة المطبقة تكون أقل والعامل المهم هو السرعة التي تتحرك بها ، ويشير عمل المفاصل الأسرع إلى مساهمة أكبر في قوة العضلات ويوفر دفعة تطبيقية أكبرإضافة الى ان جمع القوة يتطلب أن تتحرك جميع أجزاء الجسم بالتسلسلوبالشكل الذي يخدم الهدف.

- مبدأ أستمرارية القوى المشتركة

تنتقل القوى المؤثرة على مفصل واحد إلى المفاصل المجاورة عن طريق العظام والأنسجة الضامة.أثناء تنفيذ الحركة، ولابد من التأكيد على استمرارية تسلسل أداء أجزاء حركة الجسم بدءا من الأجزاء الأكبر والأكثر قربًا الى الأجزاء الأصغر والأكثر بعدا. أي توقف مؤقت واضح على شكل تردد في الحركة يمكن ان يعطل انسيابية انتقال القوى من القريب إلى البعيد ويسبب ضعف في مقدار الدافع .

- مبدأ اتجاه الدفع

إن أتجاه الدفع المطبق على جسم ما يحدد اتجاه حركته إذا تحرك الجسم في الاتجاه الخاطئ، فإن المشكلة تأتي من اتجاه القوة المطبقة في أنشطة مثل والجري والقفز، ويجب أن يسلط الضغط على الأرض دفع موجها عكس اتجاه الحركة المقصود على سبيل المثال في القفز العالي .

- مبدأ الحركة الدورانية

يتم إنتاج عزم الدوران عندما لا يمر خط عمل القوة عبر محور الدوران، مركز ثقل القافز هو محور الدوران أثناء دورانه في الهواء .

- مبدأ القصور الذاتي

هو مصطلح فيزيائي يعبر عن خاصية مقاوة الجسم لاي قوة خارجية تهدف الى تغير حالته من السكون الى الحركة او تغير اتجاه سرعته اذا كان يتحرك، ويتوقف مقدار القوة التي يمكنها تغير حالة الجسم على كتلة الجسم حيث انه كلما ازدات كتلة الجسم كان من الصعب تحريكه او تغير اتجاه سرعته عبر نيوتن في قانون نيوتن1 عن هذه الخاصية.

- مبدأ الإجهاد

الإجهاد، شدة الحمل، عادةً ما يتسبب الإجهاد الناتج عن التحميل أثناء النشاط البدني المنتظم في حدوث تغييرات تزيد من قوة الأنسجة مثل العضلات والعظام والأربطة والأوتار إذا تم منح الوقت الكافي حتى تتكيف الأنسجة ؛ إذا لم يتم منح الوقت الكافي، فقد تتطور الإصابة الناتجة من شدة الحمل المستخدم وتؤدي الى تشوه بالانسجة، لتجنب ذلك يتطلب تنويع التدريبات والسماح بالراحة بين التدريبات.

المهارات وهدفها الميكانيكي:

يمكن أن ينطلق تصنيف المهارات من خلال أهدافها الميكانيكية الأساسية التي يمكن التعبير عنها بالمصطلحات المستخدمة في مجال البايوميكانيك، وبالتالي يمكن ان تكون هذه الأهداف المحور الأساسي والمهم في عملية التدريب لغرض تطوير المستوى. فعلى سبيل المثال، يتحدد الهدف الميكانيكيالأساسى للفعاليات والمهارات ادناه لاهداف ميكانيكة تتناسب والهدف منها

- رمي القرص ، الوثب العريض: الهدف الميكانيكي تحقيق اقصى مسافة افقية ممكنة
- القفز العالي : الهدف المكانيكي هو تحقيق اقصى مسافة عمودية ممكنة
- الرماية: الهدف الميكانيكي هو تحقيق الانطلاقة بمستوى عالي من الدقة
- الارسال في التنس : الهدف الميكانيكي السرعة والدقة
- السباحة : الهدف الميكانيكي التغلب على مقاومة، واقل زمن