جامعة محمد الصديق بن يحي – جيجل –

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

قسم علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

محاضرات موجهة للسنة الثانية ليسانس تخصص التدريب الرياضي التنافسي

مقياس:

الميكانيكا الحيوية

إعداد :

د. كسوري أسامة

الموسم الجامعي 2025/2024

أهداف المحور الأول

- أن يكون الطالب قادرا على التعرف على مفهوم الميكانيكا الحيوية و فهم علاقتها مع العلوم الأخرى
- أن يكون الطالب قادرا على التعرف على أهداف الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي
- أن يكون الطالب قادرا على التمييز بين أقسام الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي

المحاضرة الأولى:

1- مفهوم البيوميكانيك:

إن كلمة **الميكانيكا الحيوية** أو **Biomechanics** باللغة الإنجليزية تنقسم إلى قسمين هما "**بيو**" وتعني علم الأحياء (Biology)، و "**ميكانيك**" وتشير إلى علم الميكانيك الذي هو جزء من الفيزياء يهتم بدراسة خصائص الحركة والقوى المسببة لها (Knudson, 2021)، وبالعودة إلى مصطلح الميكانيكا الحيوية، فقد تم الإشارة سابقا إلى أن : "الميكانيكا الحيوية هي دراسة بنية ووظيفة الأنظمة البيولوجية عن طريق أساليب الميكانيكا" (Hatze, 1974, p.189)، وبشكل آخر، يمكن القول أن الميكانيكا الحيوية هي العلم الذي يبحث في القوى وتأثيرها على الأجسام الحية (الفضلي، 2010).

وفي المجال الرياضي، يمكن القول أن الميكانيكا الحيوية هي دراسة القوى وتأثيراتها على الرياضيين في التمرينات الرياضية، وأن له علاقة بتحديد أفضل التقنيات المستخدمة من قبل الرياضيين في المهارات الرياضية المختلفة (McGinnis, 2013).

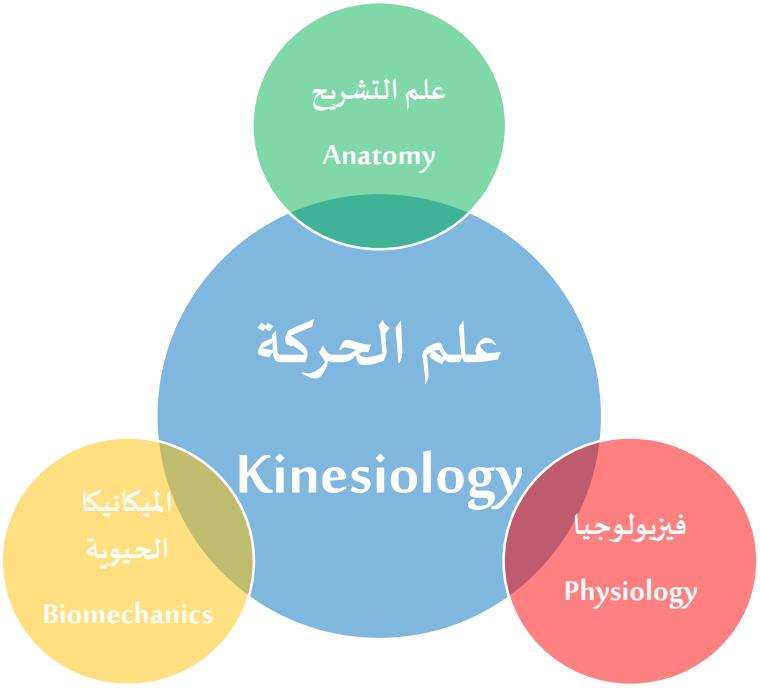
2- علاقة البيوميكانيك بعلم الحركة:

يعتبر Cerny (1984) أن علم الحركة **(Kinesiology)** والميكانيكا الحيوية **(Biomechanics)** مجالان مرتبطان ولكنهما مختلفان، حيث يدرس علم الحركة على نطاق واسع الحركة البشرية، ويشمل الميكانيكا الحيوية إلى جانب العناصر التشريحية، العصبية والقلبية والأوعية الدموية، في المقابل، يركز الميكانيكا الحيوية بشكل خاص على ميكانيكا الوظائف الجسدية، بما في ذلك ثبات وديناميكيات الحركة، ووظيفة الجهاز العضلي الهيكلي.

الفرق الرئيسي هو أن علم الحركة يغطي مجموعة أوسع من المواضيع، بما في ذلك التحكم في الحركة وعلم وظائف الأعضاء أثناء التمرين، بينما يهتم الميكانيكا الحيوية بشكل أضيق بالقوى الفيزيائية والمبادئ الميكانيكية التي تكمن وراء الوظائف الجسدية، كلاهما مهم في العديد من المجالات، لكن الميكانيكا الحيوية تتعمق في الجوانب الميكانيكية للحركة.

وقد تم التطرق إلى مفهوم الميكانيكا الحيوية في العنوان السابق، أما فيما يخص علم الحركة فيمكن القول أنه دراسة حركة الإنسان بكل أشكالها، فهو يبحث في كيفية تحرك الجسم ووظائفه أثناء ممارسة الأنشطة البدنية

المختلفة، ويغطي مجال علم الحركة العديد من المجالات، بما في ذلك علم التشريح (كيف يتم بناء الجسم)، والفيسيولوجيا (كيف يعمل الجسم)، والميكانيكا الحيوية (كيف تحدث الحركة وكيف تؤثر القوى على الجسم).



الشكل رقم 01: يبين المجالات الرئيسية لعلم الحركة

3- أهداف الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي:

يعتبر McGinnis (2013) أن الهدف الرئيسي للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي هو تحسين أداء الرياضيين والوقاية من الإصابات وإعادة التأهيل، ويكون ذلك من خلال وصف الحركات ومسبباتها، وبالتالي يمكن اكتشاف أخطاء الرياضيين وتصحيحها.

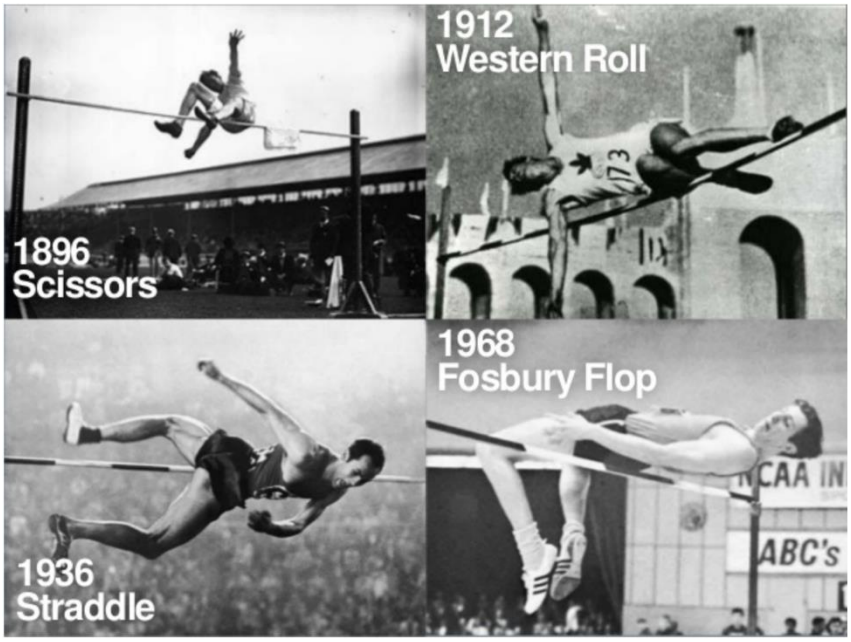
3-1- تحسين الأداء :

يعتبر تحسين الأداء الهدف الرئيسي للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي، ويمكن تحقيق هذا الهدف من خلال:

3-1-1- تحسين التقنيات :

إن تحسين التقنية هو أحد الطرق الرئيسية لتحسين الأداء الرياضي في الرياضة، ويتم ذلك من خلال الميكانيكا الحيوية، وكثيرا ما يطبق المدربون الميكانيكا الحيوية لتصحيح أو تحسين تقنية الرياضي باستخدام

التحليل النوعي، ويمكن للباحثين في الميكانيكا الحيوية أيضاً اكتشاف تقنيات جديدة أو أكثر فعالية باستخدام الأساليب الكمية، والتي يطبقها المدربون بعد ذلك، وفي حين أن التقنيات الثورية نادرة، فإن التحسينات الصغيرة القائمة على المبادئ البيوميكانيكية، مثل ضبط قفزة لاعب الجمباز أو ثنيه أو تأرجح ذراعه، يمكن أن تحسن الأداء، ومن الأمثلة البارزة التغييرات في تقنية السباحة في سبعينيات القرن العشرين والابتكارات في رمي الرمح التي أدت إلى لوائح جديدة.



الشكل رقم 02: التطور التاريخي للحركة المستخدمة في القفز العالي، بعد 1968 أصبحت حركة Fosbury flop دائمة الاستخدام عند رياضي النخبة (today in history, 2019)

3-1-2- تحسين المعدات

تساهم الميكانيكا الحيوية في تحسين الأداء من خلال تصميم المعدات، فقد أدت الملابس والأحذية مثل بدلة السباحة Speedo LZR Racer، إلى تحسين الأداء من خلال تقليل مقاومة المائع (الماء) واهتزاز العضلات، مما أدى إلى تحقيق أرقام قياسية في السباحة في أولمبياد 2008، وعلى نحو مماثل، أدت التطورات في بعض الأدوات الرياضية مثل الرماح الأكثر ديناميكية هوائية (Aerodynamic) إلى إحداث ثورة في الأداء، ورغم أن التغييرات في القواعد في رياضات مثل الرمح والجولف والسباحة تؤدي إلى تنظيم المعدات للحفاظ على التحديات، لكن الابتكارات لا تزال تؤثر على الأداء والأرقام القياسية في العديد من الرياضات.

الشكل رقم 03: يبين بدلة السباحة Speedo LZR Racer

3-1-3- تحسين التدريب

يمكن للميكانيكا الحيوية تحسين التدريب من خلال تحديد أوجه القصور في التقنية وتوجيه برامج التدريب نحو ذلك، فمثلا، قد يكشف التحليل الميكانيكي الحيوي أن الرياضي يفتقر إلى القوة في عضلات معينة، مثل لاعب الجمباز الذي يحتاج إلى عضلات كتف أقوى في جهاز الحلق، أو لاعب القفز بالزانة الذي يحتاج إلى قوة عضلات الكتف الباسطة لتحقيق وضع مقلوب.

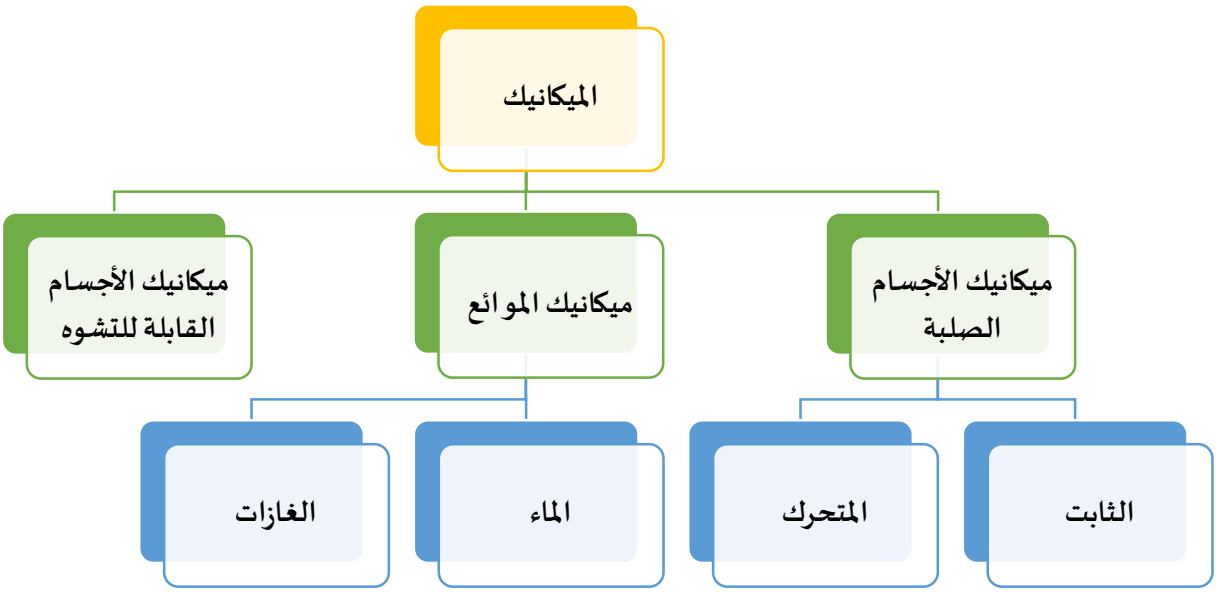
الشكل رقم 04: جهاز الحلق في الجمباز الذي يتطلب قوة كبيرة لعضلات الكتف

2-3- الوقاية من الإصابات وإعادة التأهيل بعد الإصابة

تلعب الميكانيكا الحيوية دورا رئيسيا في الوقاية من الإصابات وإعادة التأهيل من خلال مساعدة المتخصصين في الطب الرياضي على فهم القوى التي تسبب الإصابات وكيفية تجنبها، يساعد في تحسين التقنية والمعدات والتدريب لتقليل مخاطر الإصابة. على سبيل المثال، أدت أبحاث الجمباز حول قوى التأثير إلى تغييرات في القواعد وقوانين تسمح بهبوط أكثر أمانا دون المعاقبة في النتائج. في التنس أيضا، أظهرت الميكانيكا الحيوية أن وضع الرسغ بشكل غير صحيح أثناء الضربات الخلفية يمكن أن يؤدي إلى إصابة المرفق ، مما يستدعي تعديلات التقنية في المعدات. كما أدت التصميمات التي تعتمد على الميكانيكا الحيوية في أحذية الجري إلى تقليل الإصابات بشكل كبير من خلال تحسين كل من قدرته على امتصاص قوة التأثير و كذلك تحسين الاستقرار.

4- أقسام الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي:

قبل التطرق لأقسام الميكاينيكا الحيوية المستخدمة في المجال الرياضي، سنقوم بعرض أقسام الميكانيكا بشكل عام في الشكل التالي :



الشكل رقم 05: يبين أقسام الميكانيك (Ozkaya et al. 2017).

وفي المجال الرياضي غالبا مايتم التركيز على قسمين يتمثلان في:

4-1- ميكانيك الموانع :

يهتم هذا القسم بالموائع (السوائل والغازات)، ويدرس السلوك الفيزيائي الظاهر الكلي لهذه المواد.

الشكل رقم 06: يبين مثال عن الحاجة لميكانيك الموائع في المجال الرياضي.

4-2- ميكانيك الأجسام الصلبة :

يهتم هذا القسم بالأجسام الصلبة، وغالبا ما يتم التعامل مع جسم الإنسان في معظم الدراسات البيوميكانيكية كنظام من الأجزاء الصلبة (مثل الذراعين والساقين) المتصلة بالمفاصل، وهذا يبسط دراسة حركة الإنسان، مما يوفر الوقت في الحسابات المعقدة دون التأثير بشكل كبير على الدقة.

4-2-1- الثابت (STATIC):

هو النوع الذي يهتم بدراسة الأنظمة التي تكون ثابتة الحركة، بمعنى أنها تعني بالأجسام ذات الحالة الثابتة أو ذات السرعة الثابتة.

الشكل رقم 07: يبين وضعية الوقوف على اليدين (جسم في حالة ثبات).

4-2-2- المتحرك (DYNAMIC):

هو الفرع الذي يهتم بدراسة الأجسام المتحركة بتسريع تزايدي أو تناقصي أو الاثنين معا، وهذا الفرع بدوره ينقسم إلى نوعين هما:

4-2-2-1- الكينيماتيك (KINEMATICS):

الكينيماتيك (وصف الحركة) هو أحد فروع الميكانيكا الحيوية التي تركز على حركة الجسم دون النظر إلى القوى المشاركة، وهو يشمل متغيرات مثل السرعة، المسافة، الإزاحة، التسارع وطول الخطوة وزوايا المفاصل، والتي تصف الحركة، فمثلا، عند المشي بسرعة مريحة، يكون طول الخطوة أصغر، بينما يؤدي المشي بسرعة أكبر إلى زيادة طول الخطوة لتغطية مسافة أكبر، وبالمثل، تتغير زوايا المفاصل أثناء الحركة، مما يجعلها متغيرًا حركيًا آخر (Hazari et al., 2022).

4-2-2-2- الكينيتيك (KINETICS):

الكينيتيك (سبب الحركة) هي فرع من فروع الميكانيكا الحيوية التي تدرس القوى الداخلية والخارجية المسؤولة عن الحركة عند الإنسان فمثلا، عند الجري، تعمل القوة العضلية على تمكين الحركة، وتحدث قوى احتكاك بين المفاصل، وكذلك ينجذب وزن الجسم إلى الأسفل، وتدفع قوة رد فعل الأرض إلى الأعلى. وتؤدي هذه القوى مجتمعة إلى الحركة واستقرار الجسم (Hazari et al., 2022).

قائمة المراجع :

- الفضلي، صريح. عبدالكريم. (2010). تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي. دار دجلة.
- Cerny K. (1984). Kinesiology versus biomechanics. A perspective. *Physical therapy*, *64*(12), 1809. https://doi.org/10.1093/ptj/64.12.1809
- Hatze H. (1974). Letter: The meaning of the term "biomechanics". *Journal of biomechanics*, 7(2), 189–190. https://doi.org/10.1016/0021-9290(74)90060-8
- Hazari, A., Maiya, A.G., Nagda, T.V. (2022). *Conceptual Biomechanics and Kinesiology*. Springer.
- Knudson, D. (2021). *Fundamentals of Biomechanics* (3rd ed.). Springer.
- McGinnis, P.M. (2013). *Biomechanics of Sport and Exercise* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Ozkaya, N. Leger, D., Goldsheyder, D., Nordin, M. (2017). *Fundamentals of biomechanics: equilibrium, motion, and deformation* (4th ed.). Springer.
- Today in history. (2019). October 12, 1968 The Fosbury Flop. https://todayinhistory.blog/2019/10/12/october-12-1968-the-fosbury-flop/