

جامعة محمد الصديق بن يحي-جيجل-

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

قسم علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

مقياس: الميكانيكا الحيوية

المستوى: سنة ثانية ليسانس

التخصص: تدريب رياضي تنافسي

محاضرات مقياس: الميكانيكا الحيوية

إعداد: د/ صويلح عزيز

السنة الجامعية: 2026/2025

معلومات عامة حول المقياس

الجامعة	جامعة محمد الصديق بن يحي-جيجل-
القسم	علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية
الفئة المستهدفة	الثانية لسانس
التخصص	تدريب رياضي تنافسي
المقياس	الميكانيكا الحيوية
عنوان الوحدة	وحدة التعليم الأساسية
المعامل	02
الحجم الساعي الأسبوعي	04 ساعات ونصف (محاضرة+ 2 أعمال موجهة)
توقيت الحصة	محاضرة من 12:30 إلى 14:00 مساء الأعمال الموجهة من 08:00 إلى 09:30 صباحا ومن 9:30 إلى 11:00 صباحا
القاعة	القاعة 208 محاضرة/ القاعة 207/208 أعمال موجهة
محتوى المقياس	✓ مقدمة في الميكانيكا الحيوية ✓ المفاهيم الأساسية في الميكانيكا ✓ الحركة الخطية والدورانية ✓ القوانين الأساسية للحركة ✓ ميكانيكا العضلات والمفاصل ✓ تحليل الحركات الرياضية ✓ التطبيقات العملية للميكانيكا الحيوية في الرياضة

معلومات حول الأستاذ

الأستاذ	صويلح عزيز
الرتبة	أستاذ مؤقت
البريد الإلكتروني	Souilah.aziz@univ-tissemsilt.dz

أهداف التعلم

- ❖ اكتساب القواعد الأساسية والمعارف النظرية والتطبيقية المرتبطة بالمقياس
- ❖ تحسين من المستوى المعرفي للطالب في التخصص
- ❖ الربط بين مختلف العلوم وعلاقتها بعلوم الرياضة.

المعارف المسبقة المطلوبة

- ❖ معرفة القواعد الأساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة
- ❖ الاطلاع على أهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء

المحاضرة رقم 01: مدخل مفاهيمي في البيوميكانيك

❖ مفهوم البيوميكانيك

❖ أقسام البيوميكانيك

• الستاتيك

• الديناميك

☒ وهناك تقسيمات أخرى للبيوميكانيك:

• الكينماتيك

• الكينيتيك

❖ واجبات علم البيوميكانيك

➤ مقدمة في علم البيوميكانيك

مفهوم البيوميكانيك:

إن كلمة **بيوميكانيك** باختصار هي العلم الذي يبحث في تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية، ويعني بالقوة الداخلية الأعصاب والعضلات، أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة، كما أن كلمة **بيوميكانيك** تتكون من قسمين هما: **بيو** وتمثل علم الحياة (BIOOLOGY) و**علم الميكانيكا** (MECHANICS).

ويبحث موضوع البيولوجيا في حركة الكائنات الحية بدءاً من الخلية والحركات الصغيرة وانتهاءً بحركة الأجزاء الظاهرة الكبيرة المتكونة من عدد كبير من خلايا الأجهزة المختلفة كالجهاز العصبي العضلي على سبيل المثال.. (ويعود استخدام كلمة بيولوجيا في هذا المجال إلى 1801م للعالم LAMBERT).

أما عن علاقة البيولوجيا في البيوميكانيك فهي أن نظريات البيولوجيا وتطورها واندماجها مع قوانين الفيزياء والرياضيات في وضع مناهجها حتم على الإنسان فهم الحركات على مستوى الخلية العضلية الصغيرة وعلى مستوى الأجهزة الوظيفية والشكل الظاهري للحركات. وهذا أحد الجوانب التي يعتمد عليها البيوميكانيك، أما الجانب الآخر فهو أن نظريات الميكانيكا المعتمدة على دراسة الظواهر الطبيعية وتأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام يشكل أحد الأسس الهامة في تقييم الأداء الحركي.

لذا فالبيوميكانيك يعني تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية في حركة الجسم البشري من خلال تطبيق المبادئ البيولوجية والميكانيكية.

علم الميكانيكا الحيوية: هو العلم الذي يدرس تأثيرات القوى على الكائنات الحية، ويمكن تقسيمه إلى جزأين:

- **الكينماتيك**: التي تهتم بوصف الحركة (الإزاحة ، السرعة ، التسارع).

- **الكنتيك**: ويهتم بوصف القوى التي تخلق أو تنتج عن حركة الأجسام.

واجبات علم البيوميكانيك:

فمن واجب علم البيوميكانيك:

- ✓ التعرف على الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة العلاقات الخاصة بها.
- ✓ تطبيق القوانين الميكانيكية على الجهاز الحركي للإنسان.
- ✓ دراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الإنسان وتوافق تأثيرها وعملها أثناء الأداء.

ومن الممكن الاستفادة من مبادئ البيوميكانيك في جميع الألعاب الرياضية عند تدريب وتطوير الأداء وبالشكل الذي ينسجم مع الهدف من هذا الأداء، ولهذا فإن البيوميكانيك هو العلم الذي يوفر الأساس الصحيح للمدرب والمدرس عندما يكون الأمر متعلق بتعليم وتدريب المهارات الرياضية، وذلك من خلال إيجاد حلول للأسئلة التي تدور حول الإنجاز الرياضي لمختلف الحركات الرياضية التي تشمل الدفع والرمي والسحب والحمل والوثب والركض.

إن فهم البيوميكانيك سيؤدي حتماً إلى فهم الأساسيات المتعلقة بالنواحي التشريحية والفسولوجية والميكانيكية لحركة الرياضي، وهذا سيساعد بلا شك في تعلم وتعليم المهارات وتحسين الأداء الحركي الدقيق، بالإضافة إلى أن فهم المبادئ البيوميكانيكية تساعد اللاعب في قدرته على إدراك الأخطاء عند التقليد العشوائي لأسلوب خاص بلاعب معين خصوصاً أن الميزات البدنية ليست متماثلة بينهم، بالإضافة إلى عدم تماثل الخواص النفسية مما قد يؤدي إلى نتائج عكسية.

أقسام البيوميكانيك:

وينقسم علم البيوميكانيك إلى قسمين رئيسيين هما:

- **الستاتيك STATIQUE**: هو النوع الذي يهتم بدراسة الأنظمة التي تكون ثابتة الحركة، بمعنى أنها تعني بالأجسام ذات الحالة الثابتة أو ذات السرعة الثابتة.
- **الديناميك DYNAMIQUE**: هو الفرع الذي يهتم بدراسة الأجسام المتحركة بتسريع تزايد أو تناقصي أو الاثنين معاً، وهذا الفرع بدوره ينقسم إلى نوعين هما:
 - 1- **الكتيك KINETICS**: يعني أسباب الحركة والقوى المصاحبة سواء الأداء الناتج عنها أو المحدث لها، وتبحث في نتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الأداء.
 - 2- **الكنيماتيك KINEMATICS**: يهتم بهندسة الحركة ويعني دراسة الصفات والخصائص الوصفية للحركة، كذلك الأشكال الهندسية المختلفة من دون التطرق للقوى المؤثرة.

المحاضرة رقم 02: البيوميكانيك الرياضي

❖ تعريف البيوميكانيك الرياضي

❖ فائدة البيوميكانيك للرياضة

❖ مجالات البيوميكانيك في الرياضة:

- مجال تحليل الأداء

- مجال تحليل الحمل

❖ أهمية دراسة علم الحركة والبيوميكانيك في الرياضة.

❖ واجبات البيوميكانيك :

- الواجبات العامة

- الواجبات الخاصة

❖ أهداف البيوميكانيك الرياضي للرياضة والتمرين

- تحسين الأداء

- تحسين التقنية

➤ **البيوميكانيك الرياضي:**

بدأت الدراسات الجادة في موضوع تحليل حركات المشي والجري بعد الحرب العالمية الأولى وكذلك بعض أنواع الحركات الرياضية المختلفة، وازدادت الحركة العلمية المتعلقة بالبيوميكانيك الرياضي وبالذات بعد الحرب العالمية الثانية، وخصوصا بعدما أصبحت الحاجة ملحة له حيث اهتم الباحثون بتطوير الأجهزة الرياضية لكي يستطيع اللاعبون إعطاء الأفضل دائما تحت عوامل الأمن والسلامة من خلال تعاملهم مع الأجهزة الرياضية في الجمناز وغيرها من الفعاليات الرياضية المختلفة.

✚ حيث أنه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلا يعتمد على الوصف الفيزيائي (KINEMATICS) بالإضافة إلى التعرف على مسببات الحركة (KINETICS) الرياضية، بما يضمن اقتصادا وفعالية في الجهد.

✚ كما ذكر MCGINNIS (2013) أن الميكانيكا الحيوية لها علاقة بتحديد أفضل التقنيات المستخدمة من قبل الرياضيين في المهارات الرياضية المختلفة.

✚ كما عرف MCGINNIS (2013) البيوميكانيك الرياضي على أنه دراسة القوى وتأثيراتها على البشر في التمرينات الرياضية.

➤ **فائدة البيوميكانيك للرياضة:**

يساعد وصف الحركة وأسباب هذه الحركة باستخدام المبادئ الفيزيائية على تحديد المعلمات التي تميز الإيماءة الرياضية، وهذه المعلمات مفيدة بعد ذلك لتحسين الأداء وتقليل مخاطر الإصابة، كما تساعد الميكانيكا الحيوية المدرب والمحضر على فهم أسباب وتأثيرات الحركة، وبالتالي يمكن أن يسمح له ذلك بتكييف التقنيات على وجه التحديد مع رياضييه وفهم صفات وأخطاء رياضييه أو غيره من الرياضيين من أجل تصحيحها.

في السنوات الأخيرة أصبحت الحاجة ماسة إلى البيوميكانيك كونه يمثل أحد العلوم الرياضية التي تعتمد عليها الألعاب بدرجة كبيرة من الأهمية، وقد يرجع ذلك إلى سببين هما:

- أصبحت الفروق الفنية بين الأبطال العالميين والمستويات الرياضية محدودة يصعب ملاحظتها بالعين المجردة.

▪ عادة ما تكون متطلبات العمل أو الأداء على أجهزة وأدوات التدريب والمنافسات كبيرة بالدرجة التي يصعب معها إن ينهي عددا كبيرا من الرياضيين حياتهم الرياضية دون التعرض للإصابة.

ولغرض تسهيل دراسة حركة الانسان فقد حاول العديد من الباحثين تقسيم الحركات من وجهات نظر مختلفة ووضع النماذج النظرية والتي يمكن تطبيقها ميدانيا، حيث تم تقسيم هذه الحركات إلى:

❖ حركات واجبها الارتكاز

❖ حركات واجبها التعلق

❖ حركات تتضمن حركة الجسم أو الأداة

❖ حركات واجبها القوة

مجالات البيوميكانيك في الرياضة:

إن تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية خلال حركة الجسم البشري مع السيطرة والتحكم الكامل بهذا الأداء من خلال الجهاز العصبي وردود الأفعال والإدراك الحسي ووفقا للهدف من الأداء أو الحركة لغرض تنفيذ هذا الأداء وتحقيق الإنجاز بالاعتماد على توضيح العلاقة بين السبب والنتيجة أعطى ذلك في أن يكون هناك مجالين رئيسيين للبيوميكانيك في الرياضة وهما:

✓ **مجال تحليل الأداء:** وفي هذا المجال تطرح عادة بعض الأسئلة منها:

ما هي خصائص تكتيك أفضل الرياضيين؟

إلى أي مدى يمكن أن تؤثر عوامل معينة في الأداء الحركي وأداء الحركات المختلفة ككل؟

ما هي الاختلافات الفنية بين كل من الرجال والنساء عند تطبيق الأداء في مختلف الحركات الرياضية؟

✓ **مجال تحليل الحمل:** وفي هذا المجال تطرح عادة الأسئلة التالية:

ما هي القوى المؤثرة في الحركات المتعددة؟

كيف تتغير الأحمال كنتيجة طبيعية للتعب (بداية اللعب أو المنافسة ونهايتها)؟

كيف يمكن التغيير في التدريب لتخفيض الأحمال؟

➤ أهمية دراسة علم الحركة والبيوميكانيك:

علم الحركة والبيوميكانيك يزود الرياضي والمدرّب بالقوانين الميكانيكية التي يتميز بها علم الحركة في المجال الرياضي، وكذلك الخصائص البيولوجية للجهاز الهيكلي وطبيعة اتصال أجزائه والجهاز العصبي والعضلي والجهاز المفصلي والتحليل الميكانيكي الجيد للحركة، يعطي النتائج القياسية في جميع التخصصات الرياضية.

➤ واجبات البيوميكانيك: إن الواجبات العامة للبيوميكانيك تنحصر فيما يلي:

- التحليل
- التوضيح
- التعليل
- تحسين وتطوير التكنيك (المهارات الخاصة بالرياضة)
- والواجبات الخاصة للبيوميكانيك هي:
- يبحث على قوانين الحركة وشروطها
- البحث على اختيار التقنية المجدية
- جمع المعلومات المتعددة حول قوانين التقنيات الرياضية
- تطوير طرق غير معقدة

➤ أهداف البيوميكانيك الرياضي للرياضة والتمرين:

- 1- **تحسين الأداء:** الهدف النهائي للميكانيكا الحيوية للرياضة والتمرين هو تحسين الأداء في التمرين أو الرياضة، بينما الهدف الثانوي هو الوقاية من الإصابات وإعادة التأهيل، ويرتبط هذا الهدف الثانوي ارتباطاً وثيقاً بالهدف الأول ويمكن اعتباره تقريباً جزءاً لا يتجزأ من الهدف الأساسي، لأن الرياضي غير المصاب سيكون أدائه أفضل من الرياضي المصاب.
- 2- **تحسين التقنية:** الطريقة الأكثر شيوعاً لتحسين الأداء في العديد من الرياضات هي تحسين تقنيات (مهارات) الرياضي، ويتم تسليط الضوء على هذا هنا باعتباره أحد الدوافع لدراسة الميكانيكا الحيوية، وربما يكون هذا هو ما يتم التفكير به عند السؤال عن كيفية قيام عالم الميكانيكا الحيوية بمحاولة تحسين أداء الرياضي.

المحاضرة رقم 03: تطبيقات علم

البيوميكانيك لتحسين التقنيات

❖ تطبيقات البيوميكانيك لتحسين

التقنيات

• الطريقة الأولى

• الطريقة الثانية

❖ مثال عن الحالة الأولى

❖ مثال عن الحالة الثانية

تطبيقات البيوميكانيك لتحسين التقنيات:

قد يحدث تطبيق الميكانيكا الحيوية لتحسين التقنيات بطريقتين: قد يستخدم المعلمون أو المدربون معرفتهم بالميكانيكا لتصحيح تصرفات الرياضي من أجل تحسين تنفيذ إحدى المهارات، أو قد يكتشف باحث الميكانيكا الحيوية شيئاً جديداً وأكثر تقنية فعالة لأداء مهارة رياضية، حيث في المقام الأول يستخدم المعلمون والمدربون طرق التحليل الميكانيكية الحيوية النوعية في التدريس والتدريب اليومي لإحداث تغييرات في التقنية، في حين في الحالة الثانية يستخدم باحث الميكانيكا الحيوية طرق التحليل الميكانيكية الحيوية الكمية لاكتشاف تقنيات جديدة والتي يجب بعد ذلك توصيلها إلى المعلمين والمدربين الذين سيقومون بتنفيذها.

مثال بسيط عن الحالة الأولى: كمدرّب افترض أنك لاحظت أن لاعب الجمناز الخاص بك يواجه صعوبة في إكمال تمرين الشقلبة المزدوجة في تمرين الأرضية، قد تقترح ثلاثة أشياء على لاعب الجمناز لمساعدته على إكمال المهمة بنجاح: (1) القفز أعلى، (2) ثني أكثر إحكاماً، (3) تأرجح ذراعيه بقوة أكبر قبل الإقلاع، قد تؤدي جميع هذه الاقتراحات إلى تحسين الأداء وتستند إلى مبادئ النشاط الحيوي، فالقفز إلى أعلى سيمنح اللاعب مزيداً من الوقت في الهواء لإكمال الشقلبة، كما سوف يتسبب الشد الأكثر إحكاماً في دوران اللاعب بشكل أسرع بسبب الحفاظ على الزخم الزاوي، ويؤدي تأرجح الذراعين بقوة أكبر قبل الإقلاع إلى توليد المزيد من الزخم الزاوي، وبالتالي يتسبب أيضاً في دوران اللاعب بشكل أسرع، وبشكل عام هذا هو النوع الأكثر شيوعاً من المواقف التي تؤثر فيها الميكانيكا الحيوية على نتيجة المهارة.

مثال بسيط عن الحالة الثانية: الحالة العامة الثانية التي تساهم فيها الميكانيكا الحيوية في تحسين الأداء من خلال تقنية محسنة تحدث عندما يطور باحثو الميكانيكا الحيوية تقنيات جديدة وأكثر فاعلية، وبالتالي أحد الأمثلة على أبحاث الميكانيكا الحيوية التي أثرت بشكل كبير على التقنية والأداء في رياضة ما حدث في السباحة في أواخر الستينيات وأوائل السبعينيات، حيث أشارت الأبحاث التي أجراها رونالد براون وجيمس "دوك" كونسيلمان (1971) إلى أن قوى الرفع التي تعمل على اليد أثناء تحريكها عبر الماء كانت أكثر أهمية في دفع السباح عبر الماء مما كان يُعتقد سابقاً، وأشار هذا البحث إلى أنه بدلاً من سحب اليد في خط مستقيم للخلف عبر الماء لإنتاج قوة سحب دافعة، يجب على السباح تحريك اليد للخلف وللأمام في حركة كاسحة، حيث يتم سحبها للخلف لإنتاج قوى رفع

دافعة وكذلك قوى السحب الدافعة (كما هو موضح في الشكل رقم 01)، ويتم تدريب هذه التقنية الآن من قبل معلمي السباحة والمدربين في جميع أنحاء العالم.

الشكل رقم (01): يمثل تأثير الكيمياء الحيوية (البيوميكانيك) في تقنيات السباحة.



- ومن الأمثلة الأخرى على الرياضات التي أدت فيها التغيرات الهائلة في التقنية إلى تحسن كبير في الأداء رمي الرمح والقفز العالي والتزلج الريفي على الثلج، ففي عام 1956 قبل الألعاب الأولمبية الصيفية في ملبورن جرب "فيليكس إيراسكين" وهو لاعب رمي متقاعد يبلغ من العمر 48 عامًا من منطقة الباسك في إسبانيا طريقة غير تقليدية لرمي الرمح، كان لدى إيراسكين خبرة في لعبة بارا فاسكا وهي رياضة تقليدية في إقليم الباسك تتضمن رمي قضيب حديدي يسمى بالانكا، تم استخدام دور لرمي بالانكا ودمج إيراسكين هذا المنعطف في أسلوبه المبتكر في رمي الرمح بدلاً من الرمي بالطريقة التقليدية، حيث فوق الكتف بيد واحدة من الجري أمسك إيراسكين الرمح بيده اليمنى خلف القبضة مباشرة وأشار طرف الرمح إلى أسفل إلى يمينه وكان الذيل خلف ظهره وأشار إلى الأعلى، و خلال فترة التحضير كان إيراسكين يدور مثل قاذف القرص ويعلق الرمح من يده اليمنى، مما أدى إلى توجيه التنفيذ لتقليل قوى الاحتكاك المؤثرة على الرمح وهي تنزلق من خلال يده، تم غمرها في الماء والصابون لجعلها زلقة، وقد جذبت النتائج البارزة التي حققها إيراسكين وآخرون بهذه التقنية اهتمامًا دوليًا، وقام العديد من الرماة الذين يستخدمون هذه التقنية "الثورية" بتسجيل رميات تجاوزت

الرقم القياسي العالمي لرمي الرمح بأكثر من 10 أمتار، وأصبح المسؤولون في الاتحاد الدولي لألعاب القوى (IAAF) قلقين للغاية لدرجة أنهم غيروا قواعد الحدث وأصبح هذا الأسلوب غير التقليدي غير قانوني (الشكل رقم 02).

الشكل رقم(02): يمثل الطريقة الصحيحة لرمي الرمح المعتمدة من طرف IAAF وهي رمي الرمح على الكتف بيد واحدة.



المحاضرة رقم 04: أنواع التحليل

الميكانيكي الحيوي

- التحليل البيوميكانيكي النوعي
- التحليل البيوميكانيكي الكمي
- ❖ خطوات التحليل البيوميكانيكي النوعي
- ❖ خطوات التحليل الميكانيكي للحركات والمهارات الرياضية
- ❖ مثال عن التحليل البيوميكانيكي للحركة: (عدائي 100 م)

➤ أنواع التحليل الميكانيكي الحيوي:

قبل الدخول في تفاصيل التحليل الميكانيكي الحيوي النوعي لتحسين التقنية ، يجب علينا أولاً معرفة المزيد عن الفرق بين التحليلات الميكانيكية الحيوية النوعية والكمية، حيث تصف الصفات النوعية والكمية كيف يتم ملاحظة خصائص الأداء وتحليلها من قبل المدرب أو المعلم، إذا تم تحديد أو قياس الأداء أو أي من جوانبه (موصوف بالأرقام) فإن التحليل الناتج بناءً على هذه القياسات هو تحليل ميكانيكي حيوي كمي، أما إذا تم تقييم الأداء أو أي من جوانبه باستخدام حواس المراقب فقط فإن التحليل الناتج هو تحليل ميكانيكي حيوي نوعي.

1- التحليل البيوميكانيكي النوعي:

غالبًا ما يقوم المعلمون والمدربون بإجراء تحليلات نوعية للميكانيكا الحيوية لكنهم نادرًا ما يقومون بإجراء أي تحليلات كمية للميكانيكا الحيوية، حيث يلاحظون الرياضيين وهم يؤدون ويصفون الخصائص الميكانيكية للأداء بشكل شخصي بحيث يمكن استخدام الواصفات المقارنة (أسرع ، أبطأ ، أعلى ، أقل ، أقصر ، أطول ، أكبر ، أصغر ، وهكذا)، ويتم الإشارة إلى هذه الخصائص من خلال حاسة البصر أو الملاحظة البصرية.

2- التحليل البيوميكانيكي الكمي:

عادةً ما تقتصر التحليلات الكمية الشاملة للميكانيكا الحيوية على العروض التي يقوم بها نخبة الرياضيين، ومع ذلك قد يقوم المعلمون والمدربون ببعض قياسات الأداء وبالتالي يقومون بإجراء تحليلات كمية محدودة من النشاط الحيوي، حيث يمكن استخدام ساعة توقيت وشريط قياس للقياس وبالتالي تحديد العديد من المعلومات الميكانيكية الحيوية، حيث حساب الخطوات وتوقيت المدة التي يستغرقها اتخاذ هذه الخطوات المتعددة يمنح المدرب مقياسًا لمعدل الخطوة، كما أن قياس مسافة محددة وتوقيت الوقت المستغرق لتحريك تلك المسافة يعطي مقياسًا للسرعة، وبالتالي تسمح هذه الأنواع من القياس للمدرب أو المعلم بإجراء تحليلات كمية محدودة من النشاط الحيوي، لكن أخذ مثل هذه القياسات يمنع المدرب أو المعلم من مراقبة الأداء بأكمله.

يتطلب التحليل الميكانيكي الحيوي الكمي الشامل معدات متخصصة ومكلفة لتسجيل وقياس المتغيرات الميكانيكية الحيوية ذات الأهمية، لذلك عادةً ما يتم إجراء هذه الأنواع من التحليلات للرياضيين

المتميزين فقط، كما أن السبب الآخر الذي يجعل التحليلات الكمية الشاملة للميكانيكا الحيوية تقتصر عادةً على نخبة الأداء يتعلق بقدرة المراقب على اكتشاف الأخطاء، حيث مع زيادة مستوى الأداء ينخفض حجم الأخطاء في الأداء، فالأخطاء التي يرتكبها المبتدئون كبيرة ويسهل اكتشافها بصرياً باستخدام تقنيات التحليل الميكانيكي الحيوي النوعي، في حين مع الأداء المحسن تقل الأخطاء في الحجم ويصبح اكتشافها أكثر صعوبة ؛ وعلى مستوى النخبة قد يكون من الضروري إجراء تحليل ميكانيكي حيوي كمي شامل لاكتشافها.

➤ خطوات التحليل البيوميكانيكي النوعي:

يتضمن التحليل الميكانيكي الحيوي النوعي لتحسين التقنية أربع خطوات:

- 1- الوصف: هنا يتم وصف الشكل الذي سيبدو عليه الرياضي، ويتم تحديد ما يراد رؤيته عند مراقبة الرياضي.
- 2- الملاحظة: يراقب أداء الرياضي لتحديد كيف يبدو أسلوب ذلك الشخص في الواقع.
- 3- التقييم: مقارنة الأسلوب المثالي بالأداء المرصود وتحديد وتقييم الأخطاء.
- 4- تعليمات: يتم القيام بتتقيف الرياضي من خلال تقديم التغذية الراجعة والإرشادات اللازمة لتصحيح تلك الأخطاء.

➤ التحليل الميكانيكي:

إن التحليل الميكانيكي لحركة الإنسان هو أحد الطرق في البحث في مجال البيوميكانيك، ويبحث في تأثير القوى الداخلية والخارجية على النظام الحركي، أي دراسة أجزاء الحركة ومعرفة تأثير المتغيرات الوصفية والمسببة، وهذا للارتقاء بمستوى أداء الحركة الذي يحقق الهدف منها وكذا مسارها والعلاقة بين الأجزاء والعلاقة بين المتغيرات التي تؤثر في ذلك المسار، أي تحويل الظواهر المدروسة إلى أرقام ودرجات، وينقسم التحليل الميكانيكي إلى التحليل الكينماتيكي والتحليل الكينيتيكي (السبي).

والتحليل الميكانيكي يتم عبر الخطوات التالية:

- 1- تسجيل الحركة كاملة وذلك بعد تحديد الهدف

2- إعادة عرضها للوقوف على نقاط الضعف

3- مقارنة الأداء المسجل مع ما تم تطويره كفيًا

4- يمكن رسم الصورة وقياس زوايا الأجزاء وسرعتها

5- ربط المتغيرات المقاسة ومعالجتها إحصائياً

6- إلغاء الجانب الذاتي في التقويم

7- تفسير النتائج بالأدلة والبراهين

➤ مثال عن التحليل البيوميكانيكي للحركة:

عند دراسة وتحليل أحد الأرقام العالمية المحققة في جري السرعة لمسافة 100م نلاحظ أن هذا الرقم يتأثر بكميات كل من معدل السرعة والذي يرتبط بكل من المسافة والزمن المستغرق لقطعها من جهة، ومن جهة أخرى يرتبط هذا الرقم أيضاً بمميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المميزات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لأداء هذه الخطوة، وبهذا يمكن أن يكون معدل السرعة هو إنتاج لكل من طول الخطوة وترددتها، ويمكن أن تكون العلاقة التي تربطهم معا وهي:

معدل السرعة = طول الخطوة X تردد الخطوة

معدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على أداء حركات متكررة متتالية من نوع واحد في أقل زمن ممكن.

$$V = \frac{D}{T} \quad , \quad \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

طول الخطوة هو مقياس كمي يقاس بالمتري ويعبر عنه بالطول الزمني، أما تردد الخطوات فهو يعني عدد الخطوات في زمن محدد ويعبر عنه بالتردد الزمني.

زمن الخطوة له علاقة بزمن قوة الدفع (القوة X الزمن) والتي يطلق عليها باللمحة الزمنية ولها علاقة بتغير كمية الزخم (الكتلة X السرعة).

$$\text{ELANT} = \text{MASSE} \times \text{VITESSE}$$

- عدد الخطوات التي يقطعها العداء في زمن محدد يتحدد بمعرفة الزمن المستغرق في كل خطوة، فغذا كان الزمن كبير نجد عدد الخطوات قليلة والعكس صحيح.
- وفقا لمعادلة سرعة التردد والزمن المستغرق لأداء الخطوة يتحدد زمن الارتكاز وزمن الطيران، ويشير بعض العلماء إلى أن النسبة بين زمني الارتكاز والطيران عند كل خطوة يكون كما يلي:
 - في مرحلة البداية بعد الانطلاق تتراوح النسبة بين 1م و2م تقريبا بين كل من زمن الارتكاز والطيران (أي أن زمن الارتكاز يكون ضعف زمن الطيران).
 - وعند أقصى سرعة تتراوح النسبة بين زمن الارتكاز وزمن الطيران ما بين 1.30م و1.50م (أي كلما اقترب من ملازمة الأرض نقص زمن الارتكاز ويزيد زمن الطيران).

مثال: لدينا عدائين يمتلكان الأزمان في 100م كالتالي:

الأول: 9.92 ثانية ويعمل 44 خطوة على طول مسافة السباق.

الثاني: 10.50 ثانية ويعمل 48 خطوة على طول مسافة السباق.

فإنه من خلال هاذين الزمنين يمكن التوصل إلى المتغيرات الميكانيكية الآتية والتي تعطي للمدرب الأسباب الحقيقية للضعف في الجانب البدني والذي يكون مسؤولا عن هذه المتغيرات الميكانيكية:

- أولا نستخرج معدل السرعة لكل عداء من خلال معطيات المسافة والزمن: $V = \frac{D}{T}$

وبالتالي يكون معدل سرعة العداء الأول: 10.08 والثاني: 9.52

- ثانيا نستخرج طول خطوة الجري لكل عداء بقسمة المسافة الكلية على عدد الخطوات، فيكون معدل طول خطوة العداء الأول: 2.27م والثاني: 2.08م.
- إذا الفرق بين طول الخطوتين هو 0.19 سم أي أنه في كل خطوة يكون الفرق ثابت وهذا الفرق يكون لصالح العداء ذو الزمن الأقل ويكون: $8.36 = 44 \times 0.19$

المحاضرة رقم 05: الحركة

❖ المبادئ الميكانيكية للحركة

الرياضية.

❖ أنواع الحركات الميكانيكية:

- الحركة الانتقالية
- الحركة الدائرية
- الحركة المركبة
- الحركة المنتظمة
- الحركة غير المنتظمة

➤ الحركة:

- المبادئ الميكانيكية للحركة الرياضية:

الحركة من وجهة نظر الميكانيكية تتم عندما يغير الجسم مكانه خلال فترة زمنية، ويتم قياس المسافة والزمن وما ينتج عنهما من سرعة وتسارع، والحركة تعني محاولة التغلب على القصور الذاتي من خلال قوة ذاتية داخلية وقوة خارجية لينتقل الجسم من مكان على مكان آخر أو جزء منه بسرعة معينة، فدوران الجسم حول الورك يتم باستخدام سرعة ما تحدث نتيجة لانقباض مجموعة عضلية تتغلب على مقاومات مختلفة تنتج عنهما حركة الجسم حول الورك حركة دائرية.

- كما أن حركة الجري تأتي من ناتج القوة العضلية التي يتغلب فيها على مقاومات مختلفة خلال فترة زمنية لمسافة معينة.

- كلما زادت القوة الناتجة أمكن التغلب على القصور الذاتي (السكون)، لذا فهي الوسيلة الوحيدة لإنجاز النشاط الحركي.

- مما تقدم نجد أن الحركة تتم وفق نظام حسابي محدد يمكن قياسه ومعرفته من 04 كميات ميكانيكية هي:

1- الزمن: وهي الفترة التي يستغرقها الجسم في حركته وهي كمية قياسية قابلة للقياس.

2- الفراغ (الفضاء): وهو الحجم المشغول من قبل الجسم في حركته.

3- المادة: هي كل شيء يشغل حيز في الفضاء.

4- المسافة: هي البعد الذي يقطعه الجسم أثناء الحركة.

- أنواع الحركات:

إن الحركات التي يقوم بها الجسم تختلف من موقع لآخر ومن هدف لآخر، ولدراسة هذا الجانب من الناحية الكينماتكية (الحركات) توصف الحركة من حيث أشكالها الهندسية وتوقيتها الزمني، ولدراسة الحركة هندسياً يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع هي:

1- الحركة الانتقالية: تحدث الحركة الانتقالية عندما تنتقل أجزاء الجسم من مكان لآخر بحيث ترسم

خطوط أو مسارات متوازية مع بعضها في أي لحظة من لحظات حدوث الحركة وتقطع مسافات

متساوية أثناء حدوثها، كالترحلق على الجليد، المشي، ركوب الدراجات... الخ، ويمكن أن تكون الحركة الانتقالية مستقيمة أو منحنية.

2- الحركة الدائرية: تحدث في بعض الحركات الرياضية حيث أن مسارات أجزاء الجسم عبارة عن دوائر تبعد بمقدار ثابت حول محور الدوران أثناء الحركة، وقد يكون المحور داخل الجسم أو خارجه، ففي حركة ثني المرفق فإنها تتم حول محور مفصل المرفق، وفي الدرجة الأمامية يكون المحور خارج الجسم، وعند دوران لاعب المطرقة فإن أجزاء الجسم ترسم دوائر متحدة المركز وتختلف أقطارها باختلاف الجزء على محور الدوران.

3- الحركة المركبة: تتكون من مزيج من النوعين السابقين أي أن الحركة الانتقالية والدائرية في الوقت نفسه، فقد يدور الجسم بكامله حركة دائرية حول نفسه وينتقل بحركة انتقالية عند التنقل من مكان لآخر، أو أثناء ركوب الدراجة فإن حركة الأرجل تكون دائرية تؤدي إلى انتقال الراكب إلى الأمام في حركة انتقالية.

أما التقسيم الزمني للحركة فيتمثل في:

1- الحركة المنتظمة: وهي التي تحافظ على ثبات السرعة.

2- الحركة غير المنتظمة: عندما تتغير السرعة بالزيادة أو النقصان، فالحركات غير المنتظمة يمكن أن تكون بتسارع إيجابي أي بتزايد السرعة أو بتسارع سلبي عندما تتناقص السرعة.

المحاضرة رقم 06: الكنماتيك

(الحركات)

- ❖ الكنماتيك الخطي
 - الحركة الخطية (المستقيمة)
 - الحركة المنحنية
 - الحركة الزاوية
- ☒ المسافة والازاحة
- ☒ الكميات القياسية والمتجهة
- ❖ المعادلات الخطية للمسافة
- ❖ المعادلات الخطية للسرعة
- ❖ المعادلات الخطية للتسارع

الكنماتيك (الحركات):

الكنماتيك هو أحد أقسام البيوميكانيك يتطرق إلى دراسة الشكل الخارجي والهندسي (المسار) وتغيراته، أو بتعبير آخر يهتم بدراسة الوصف الخارجي للحركة دون التطرق إلى مسببات الحركة (القوى الداخلية والخارجية)، ويطلق عليه في بعض المصادر البيوكنماتيك أي الوصف الهندسي لحركة الكائن الحي في المكان وتحديد الزمان الذي يستغرقه دون التطرق إلى القوى المؤثرة وهذا للوصول إلى النموذج الحركي المطلوب.

1- الكنماتيك الخطي (المستقيم):

يشار إلى الحركة الخطية أيضًا باسم الترجمة، تحدث عندما تتحرك جميع النقاط الموجودة على جسم أو كائن بنفس المسافة في نفس الاتجاه وفي نفس الوقت، ويمكن أن يحدث هذا بطريقتين: الحركة المستقيمة أو الحركة المنحنية.

الحركة الخطية: هي الحركة التي ربما تعتقد أنها حركة خطية، حيث تحدث الحركة المستقيمة عندما تتحرك جميع النقاط الموجودة على الجسم أو الكائن في خط مستقيم بحيث لا يتغير اتجاه الحركة ولا يتغير اتجاه الكائن وتتحرك جميع النقاط الموجودة على الكائن بنفس المسافة.

الحركة المنحنية: تشبه إلى حد بعيد الحركة المستقيمة، حيث تحدث الحركة المنحنية عندما تتحرك جميع النقاط الموجودة على الجسم أو الكائن بحيث لا يتغير اتجاه الكائن وتتحرك جميع النقاط الموجودة على الكائن بنفس المسافة، فالفرق بين الحركة المستقيمة والمنحنية هو أن المسارات التي تتبعها النقاط الموجودة على كائن تكون منحنية، وبالتالي فإن اتجاه حركة الكائن يتغير باستمرار على الرغم من أن اتجاه الكائن لا يتغير.

نحاول التفكير في بعض الأمثلة للحركة الخطية في الرياضة، ماذا عن المتزلج على الجليد ينزلق عبر الجليد في وضع ثابت؟ هل حركتها مستقيمة أم منحنية؟ ماذا عن المتزلج الشراعي الذي ينطلق عبر البحيرة في نسيم ثابت؟ هل من الممكن أن تكون حركة لوح التزلج مستقيمة؟ ماذا عن راكب دراجة يسير على طول جزء مسطح من الطريق؟ (في كل من هذه الأمثلة، من الممكن للرياضيين تحقيق حركة مستقيمة). هل يمكنك التفكير في أي أمثلة للحركة المنحنية؟ هل يستطيع لاعب الجمناز على الترامبولين

تجربة الحركة الخطية؟ كيف؟ ماذا عن الغطاس؟ طائر تزلج؟ لوح تزلج يتدحرج على طول قسم مسطح من الخرسانة؟ متزلج في الخط؟ (من الممكن أن يحقق لاعب الجمباز والغواص حركة منحنية)، يمكن للاعب الجمباز والغواص ولوح التزلج والمتزلج على الخط أن يحقق حركة مستقيمة ومنحنية. يمكن أن يحقق لاعب التزلج على الجليد حركة مستقيمة أثناء الركض إلى القفز، والحركة المنحنية أثناء مرحلة الطيران للقفزة).

لتحديد ما إذا كانت الحركة خطية أم لا تخيل نقطتين على الكائن المعني، تخيل الآن خطاً مستقيماً يربط بين هاتين النقطتين، أثناء تحرك الكائن هل يحافظ الخط على نفس الاتجاه ؛ أي هل يشير الخط في نفس الاتجاه طوال الحركة؟ هل يبقى الخط بنفس الطول أثناء الحركة؟ إذا كان كلا الشرطين صحيحين خلال الحركة فإن الحركة تكون خطية، إذا تحركت كلتا النقطتين على الخط التخليفي في خطوط مستقيمة متوازية أثناء الحركة فإن الحركة تكون مستقيمة، أما إذا تحركت كلتا النقطتين على الخط التخليفي في خطوط متوازية غير مستقيمة فإن الحركة تكون منحنية الخطوط، وبالتالي نحاول الآن التفكير في المزيد من الأمثلة على الحركة الخطية في الرياضة، هل تصنف الحركات التي تعتقد أنها مستقيمة أم منحنية؟ الحركة الزاوية:

يشار إلى الحركة الزاوية أيضاً بالحركة الدوارة أو الدوران، تحدث عندما تتحرك جميع النقاط الموجودة على جسم أو كائن في دوائر (أو أجزاء من الدوائر) حول نفس الخط أو المحور المركزي الثابت، يمكن أن تحدث الحركة الزاوية حول محور داخل الجسم أو خارجه، الطفل على أرجوحة هو مثال على الحركة الزاوية حول محور دوران خارجي للجسم، المتزلج على الجليد في الدوران هو مثال على الحركة الزاوية حول محور الدوران داخل الجسم، لتحديد ما إذا كانت الحركة زاوية أم لا تخيل أي نقطتين على الكائن المعني، أثناء تحرك الجسم هل المسارات التي تتبعها كل نقطة من هذه النقاط دائرية؟ هل لهذين المسارين الدائريين نفس المركز أو المحور؟ إذا تخيلت خطاً يربط بين النقطتين التخليفتين فهل يغير هذا الخط اتجاهه باستمرار أثناء تحرك الجسم؟ هل يغير الخط باستمرار الاتجاه الذي يشير إليه؟ إذا كانت هذه الشروط صحيحة فإن الكائن يدور.

أمثلة الحركة الزاوية في الرياضة والحركة البشرية أكثر عددًا من أمثلة الحركة الخطية، وتعد جميع حركات أطرافنا تقريباً (إذا كانت معزولة) أمثلة على الحركة الزاوية، مثلاً امسك ذراعك الأيمن بجانبك،

حافظ على ثبات ذراعك العلوي وثني ساعدك ومدّه عند مفصل الكوع، هذا مثال على الحركة الزاوية حيث يدور ساعدك حول محور ثابت (مفصل الكوع)، أثناء الثني والإطالة تحرك معصمك في مسار دائري حول مفصل الكوع تتحرك كل نقطة على ساعدك ومعصمك في مسار دائري حول مفصل الكوع، ضع في الاعتبار كل طرف والحركات التي يمكنه القيام بها عندما يتعلق الأمر بحركة حول مفصل واحد فقط، هل هذه الحركات دورانية - أي هل تتحرك جميع النقاط الموجودة على الطرف في مسارات دائرية حول المفصل؟.

أ- المسافة والإزاحة:

- المسافة نعني بها عدد الأمتار المقطوعة بين نقطتين فهي قيمة قياسية.
- أما إذا كانت هذه الكمية متجهة لها مقدار واتجاه تسمى **الإزاحة** (عدد الأمتار التي أزاحها العداء من موضع البداية باتجاه موضع النهاية).

مثال: عند انطلاق السباح من مكعب البداية باتجاه خط النهاية ثم العودة إلى نقطة البداية نفسها فإن السباح يكون قد قطع المسافة المحددة والإزاحة قدرها الصفر 0.

كذلك العداء في سباق 400م فإن العداء يقطع مسافة 400م من نقطة البداية ثم يعود إلى نقطة البداية نفسها قاطعا إزاحة قدرها 0.

أما إذا تحرك العداء على خط منحنى لقطع مسافة 200م فإن المسافة المقطوعة هي عدد الأمتار بين نقطتي البداية والنهاية، أما الإزاحة هنا تقاس بين نقطتي البداية والنهاية بخط مستقيم في نفس الاتجاه.

ب- الكميات القياسية والمتجهة:

- **الكميات القياسية:** هي تلك الكميات أو المتغيرات التي يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط كدرجة الحرارة، الكتلة، الوزن، المسافة، الزمن... الخ، فهي كميات تقاس بالأجهزة تعطينا قيم عددية دقيقة دون اتجاه.

- **الكميات المتجهة:** هي تلك الكميات الميكانيكية التي يذكر مقدارها واتجاهها أيضا، فالقوة كمية ميكانيكية تحدد قيمتها واتجاهها، بحيث يحدد الاتجاه من خلال سهم يشير إلى اتجاه القوة إلى الأسفل أو الأعلى أو إلى اليمين أو اليسار.

2- المعادلات الخطية للمسافة:

أ- في حالة حركة مستقيمة منتظمة:

$$X = Vt + X_0$$

حيث: X : هي الفاصلة النهائية

X_0 : الفاصلة الابتدائية

V : السرعة وهي مقدار ثابت $V = cte$

t : الزمن المستغرق خلال المسافة المقطوعة

ب- في حالة حركة مستقيمة متغيرة بانتظام:

$$X = \frac{1}{2} a t^2 + V_0 t + X_0$$

حيث: X : الفاصلة النهائية

a : التسارع وهو مقدار ثابت $a = cte$

t : الزمن المستغرق لقطع هذه المسافة

V_0 : السرعة الابتدائية

X_0 : الفاصلة الابتدائية

ملاحظة: الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام تأخذ شكلين هما: حركة مستقيمة متسارعة بانتظام أو حركة مستقيمة متباطئة بانتظام.

ج- في حالة حركة مستقيمة متسارعة بانتظام:

$$V \cdot a \geq 0$$

بينما في حالة حركة مستقيمة متباطئة بانتظام: $V \cdot a \leq 0$

3- المعادلات الخطية للسرعة:

تعرف السرعة بأنها النسبة بين المسافة والفترة الزمنية اللازمة لإنجاز تلك المسافة وتقاس بالمتر على الثانية M/S والتسارع يقاس بـ: المتر على الثانية مربع M/S².

أي السرعة هي كمية تساوي النسبة بين كمية قياسية (المسافة) وكمية قياسية أخرى (الزمن).

$$\frac{Dx}{Dt} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

مثال: عندما يقطع عداء مسافة 100م بزمن قدره 10 ثانية فإن قيمة السرعة من حيث معدلها تساوي 10م/ثانية لقطع المسافة المذكورة.

$$V = \frac{Dx}{Dt} = \frac{100}{10} = 10 \text{ M/S}$$

أ- في حالة السرعة المنتظمة: تعد من أبسط أنواع السرعة وتعرف بأنها السرعة ذات الاتجاه الثابت والتي يقطع فيها الجسم مسافات متساوية في أزمنة متساوية وتعطى بالمعادلة التالية:

$$X = Vt + X_0 \quad / \quad V = \text{cte} \quad / \quad a (\text{aceleration}) = 0$$

ب- في حالة السرعة المتغيرة بانتظام:

أي أن سرعة الجسم غير ثابتة وتتغير بمقادير متساوية ومنتظمة وهي نوعان:

1- حركة متسارعة بانتظام: أي أن سرعة الجسم غير ثابتة وتتغير بمقادير متساوية بانتظام موجبة

2- حركة متباطئة بانتظام: وهي سرعة غير ثابتة وتتغير بمقادير متساوية سالبة.

$$V = a.t + V_0$$

حيث: V_0 : السرعة الابتدائية

$$a = \text{ثابت} \quad \text{cte} \quad V = \text{السرعة} \quad a = \text{التسارع} \quad t = \text{الزمن}$$

ج- في حالة السرعة غير المنتظمة: أي أن سرعة الجسم غير ثابتة وتتغير بمقادير غير متساوية مثل:

3م/ثانية، 5م/ثانية، 17م/ثانية.

أي أن السرعة تزداد بمقادير غير ثابتة وتتنطبق على أغلب الأنشطة الرياضية المختلفة، وفي هذه الحالة تحسب السرعة المتوسطة التي تعطى بالعلاقة التالية:

$$V = \frac{Dx}{Dt} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

مثال: إذا قطع عداء في ألعاب القوى مسافة 23 كم في 15 دقيقة، فما هي السرعة المتوسطة لهذه المسافة؟

$$V = \frac{Dx}{Dt}$$

23 كم ← 23000 م = المسافة

15 دقيقة ← 4500 ثانية = الزمن

$$V = \frac{Dx}{Dt} = \frac{23000}{4500} = 5.11 \text{ M/S}$$

$$V = \frac{23 \text{ KM}}{1.25 \text{ h}} = 18.4 \text{ KM/H}$$

د- في حالة السرعة المتجهة: السرعة كمية متجهة أي نذكر مقدارها وتعتمد على الوضع والإزاحة، فحركة السباح الذي يعبر النهر تتدخل فيها كل من سرعة تيار النهر وسرعة السباح والمحصلة هي السرعة النهائية.

$$\frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة المتجهة}$$

مثال: إذا تحرك العداء من النقطة A مثلاً إلى النقطة B لمسافة 30 متر ثم يعود إلى النقطة A خلال 15 ثانية، وبالتالي فإن الإزاحة عندئذ تبلغ الصفر أما المسافة فتبلغ 60م، والسرعة المتجهة تساوي الصفر لأن:

$$0 = \frac{0}{15} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة المتجهة}$$

أما معدل السرعة:

$$V = \frac{D}{t} = \frac{60}{15} = 4 \text{ M/S}$$

المحاضرة رقم 07: التحليل

البيوميكانيكي لرياضة الوثب العالي

❖ التحليل البيوميكانيكي

لتطور مهارة الوثب العالي

➤ التحليل البيوميكانيكي لتطور مهارة الوثب العالي:

الجانب الأساسي لأي رياضة هو الحركة ومن خلال تحليل المشية الفعال يمكن تحسين وظائف العضلات والعظام بشكل كبير، فهو لا يحسن أداء الرياضيين فحسب بل يساعد أيضًا في إطالة عمر حياتهم المهنية وتقليل الإصابات.



الشكل رقم (01)



الشكل رقم (02)



الشكل رقم (03)



الشكل رقم (04)

في الأشكال الأربعة أعلاه يظهر التطور التدريجي لتقنية الوثب العالي، حيث يشير الشكل رقم 1 إلى أقدم تقنية تُعرف باسم تقنية المقص، كانت الميزة الرئيسية لتقنية المقص هي أن أجزاء كلا الساقين أقل بكثير من مستوى الشريط في ذروة القفزة، وبالتالي هذا يزيد من ارتفاع الحوض، وقد تم تسجيل الرقم القياسي

العالمي عند 1.97 متر. يوضح الشكل رقم 2 التقنية التالية التي ظهرت والمعروفة باسم القطع الشرقي (the eastern cut-off)، حيث في هذه التقنية يكون الجسم في الوضع الأفقي عند القمة، وبالتالي يتم رفع الحوض أعلى من تقنية المقص، لكن العيب الرئيسي لهذه التقنية هو أنها تتطلب مرونة هائلة، وقد تم تسجيل الرقم القياسي العالمي عند 2.01 متر. يوضح الشكل رقم 3 تقنية straddle التي قام فيها الرياضي بإزالة العارضة ووجهها لأسفل، حيث تكون أجزاء من الساق والحوض أعلى وتكون إزالة القضيب الفعالة أكثر، وقد قام الرياضي بإزالة العارضة بفضل الزخم الزاوي الناتج عن حركة الورك وأسفل الظهر، وارتفع الرقم القياسي العالمي من 2.01 م إلى 2.13 م وأخيراً إلى 2.28 م، كان العيب الرئيسي لهذه التقنية أنها اعتمدت بشكل كبير على قوة الرياضي وتسببت في الإرهاق. يوضح الشكل رقم 4 الأسلوب الحالي الذي سيطر بالكامل على الرياضة منذ بدايتها، حيث برزت تقنية Fosbury Flop الآن باعتبارها الأكثر نجاحاً من بين التقنيات الأربعة، وفي هذه الحالة يقوس الرياضي للخلف وبالتالي فإن الانحناء يرفع البطن أعلى من جميع التقنيات السابقة، لهذا السبب ارتفع الرقم القياسي العالمي الحالي إلى 2.45 متراً.

المحاضرة رقم 08: التحليل

البيوميكانيكي لمهارة السحق في رياضة
الكرة الطائرة.

❖ المتغيرات المستخرجة من

التحليل البيوميكانيكي للمهارة

❖ المراحل التسلسلية لأداء المهارة

بناء على التحليل البيوميكانيكي

❑ مرحلة الاقتراب

❑ مرحلة الارتقاء

❑ مرحلة الضرب

❑ مرحلة الهبوط

1- المتغيرات المستخرجة من التحليل البيوميكانيكي لمهارة السحق في الكرة الطائرة:

المتغيرات المقاسة:

✓ طول الخطوة الأخيرة

✓ زاوية أكبر ثني أثناء مرحلة النهوض لمفصل الركبة

✓ زاوية ارتكاز الجسم

✓ زاوية النهوض للجسم

✓ زاوية الطيران

✓ زاوية انطلاق الكرة

✓ المسافة الأفقية للنهوض

✓ المسافة العمودية للنهوض

✓ المسافة المحصلة للنهوض

2- المراحل التسلسلية لأداء مهارة السحق في الكرة الطائرة:

لقد تطور تنفيذ الضربة الساحقة من خلال الأداء الذي يتوافر فيه عنصرا السرعة والقوة وقد وصلت سرعة الكرة في أولمبياد أثينا في الضرب الساحق إلى 170 كم/سا فضلاً عن عنصر الدقة، والضربة الساحقة هي الوسيلة التي تحتل المرتبة الأولى في إحراز النقاط والاستحواذ على الإرسال مقارنة بالمهارات الأخرى. مهارة الضرب الساحق تضع الفريق في وضع نفسي جيد وتتطلب نوعية معينة من اللاعبين يتميزون بسرعة اتخاذ القرار وحسن التصرف والثقة بالنفس، إضافة إلى اعتمادها على مواصفات جسمية كارتفاع القامة وقوة عضلات الرجلين والسرعة والرشاقة والتوافق الحركي العصبي والقوة الانفجارية العالية في الوثب والضرب والدقة في الأداء الحركي. إن هذه المهارة تسهم في كسب النقاط للفرق سواء كانت بصورة مباشرة أم غير مباشرة، وتشير الدراسات إلى نجاح الضرب الساحق بشكل مباشر بنسبة 50% عند الرجال و 40% عند النساء. وبناءً على التحليل البيوميكانيكي لهذه المهارة يمكن حصر الخطوات التسلسلية لأداء المهارة في أربعة مراحل أساسية هي:

1- مرحلة الاقتراب:

في هذه المرحلة يقوم اللاعب المنفذ للضربة الانتقال إلى المنطقة التي يؤدي منها الوثب، ويتم الاقتراب بأربع خطوات على الأكثر، لهما ارتفاع معين ويكون تنفيذ الخطوات على مسافة من 2-4 متر، وفي حالة تكرار الهجوم يكون إحدى هذه الخطوات أقصر من الأخرى، ويقف اللاعب الضارب على خط الهجوم مواجهًا للاعب المعد في حالة استعداد، وتتطلب سرعة كبيرة في القفز حتى يستطيع استعمال أفضل لقوة الدفع الامامية أثناء مرحلة الوثب، فيبدأ اللاعب الضارب للكرة بالحركة بمجرد خروج الكرة من يد المعد، ويجب أن تكون الخطوة الأولى بالرجل اليسرى للضارب باليد اليمنى.

- الاقتراب يجب أن يوصل اللاعب المنفذ للضربة الساحقة إلى المكان المناسب الذي سيؤدي فيه القفز، ومن المهم أن يكون الاقتراب مرنا بدرجة كافية بحيث يسمح ببعض التعديلات المفاجئة، ويحدد وقت الاقتراب بحيث يتم أقصى ارتفاع للقفز في الوقت نفسه الذي يحدث فيه ضرب الكرة.
- إن اتخاذ الخطوات الأربعة هي الطريقة الأساس للتقدم وهي أسهل طرق التعلم، فبالنسبة للضارب الذي يستخدم اليد اليمنى فعليه أخذ خطوة قصيرة إلى الأمام بقدمه اليمنى، وتعد هذه الخطوة الأولى إذ من خلالها تبدأ السرعة، وهذه الخطوة تبدأ بتحريك الجسم وتوجيهه إلى الاتجاه الصحيح، بعدها يتم أخذ الخطوة الثانية بالقدم اليسرى والتي تتميز بأنها أطول من الخطوة الأولى والتي تبدأ ببناء السرعة إذ أن الجسم يبدأ بالانسياب إلى الأمام وتدفع القدمين الأرض بقوة للحصول على قوة رد فعل الأرض، وهكذا حتى الخطوة الرابعة التي تكون بالقدم اليسرى إذ تجلب القدم بسرعة إلى الأمام وتوضع أمام القدم اليمنى قليلا وبمسافة عرض الكتفين تقريبا.
- وتجدر الإشارة إلى أن الخطوتين ينبغي أن تحدثا وكأنهما في وقت واحد وبذلك فإن هذا الوضع هو الأخير الذي تبدأ من خلاله القفزة.

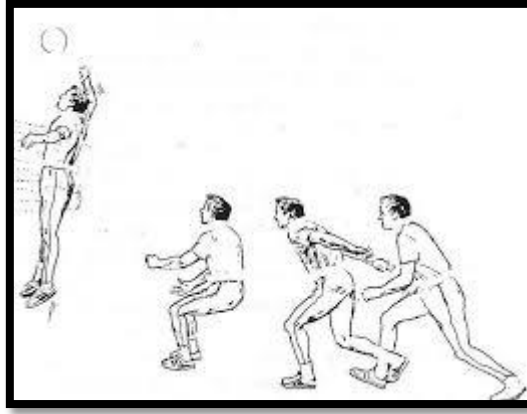
وللخطوات التقريبية مرحلتان هما:

- خطوات العدو:

- ✚ إن عدد خطوات العدو تقررهما المسافة التي يحتاجها اللاعب الضارب.
- ✚ تكون الخطوة الأولى قصيرة، ويتم فيها تحويل مركز ثقل الجسم إلى الأمام وعلى مشط القدم اليمنى في حين تكون الخطوة الثانية بالقدم اليسرى التي تكون أسرع وأطول بحدود 60-90 سم .

- **خطوة الوثبة:** إن طول الوثبة يختلف باختلاف سرعة العدو وقوة عضلات الرجلين وتتراوح بين 120-140سم، وتبدأ الوثبة بعيدا عن القدم اليسرى والنقطة التي تلامس القدم اليسرى بالأرض، وحين يكون الجسم معلقا في الهواء تكون حركة القدم اليسرى سريعة للساق بالقدم اليمنى، كما يحصل تزامن بين حركة الذراع الأمامية والحركة الأمامية للقدم اليسرى.

مما تقدم يمكن أن نستنتج سببين وراء ضرورة اتخاذ الخطوات الأمامية اتجاه الشبكة وهي محاولة بناء زخم وسرعة أفقية يتم تحويلها إلى زخم وقدرة إلى الأعلى مما يسمح ويساعد على القفز إلى أعلى ما يمكن، وحسب الخصائص الميكانيكية للاعب المهاجم في هذا النوع من الضرب الساحق.



صورة توضح مرحلة إتخاذ الخطوات التقريبية للقفز أثناء أداء مهارة السحق

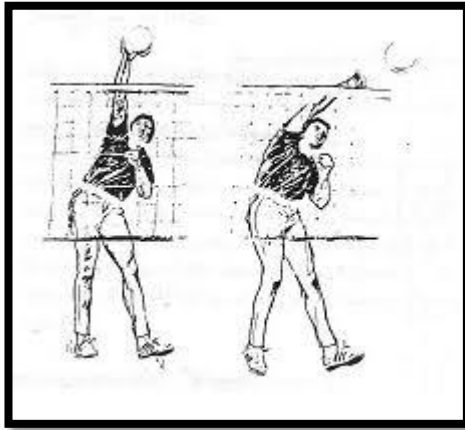
2- مرحلة الارتقاء: يتم الوثب بعد خطوتي الاقتراب ونقل ثقل جسم اللاعب من خلف العقبين إلى القدمين ثم الأمشاط، وأثناء هذه الخطوة تبدأ الذراعان في الأرجحة إلى الخلف لأسفل ثم أماما بأقصى قوة، وعند مرورهما لمحاذاة الفخذين تكون الرجلين منتبھتين وفي هذه اللحظة يتم فرد القدمين والركبتين منتبھتين للحصول على قوة دفع.



صورة توضح مرحلة الارتقاء أثناء مهارة السحق

3- مرحلة الضرب:

- ✓ عند وصول اللاعب إلى أقصى ارتفاع ممكن أثناء عملية النهوض تتحرك الذراع الضاربة من الأمام للأعلى إذ تنثنى من مفصل المرفق وبينما يكون المرفق أعلى من مستوى الكتف ومتجه للأمام، ويكون جدع اللاعب في حالة تقوس خفيف مع لف الجذع اتجاه الذراع الضاربة ، فكلما زاد التقوس زادت قوة الضرب، أما الذراع الأخرى غير الضاربة فتكون مفردة أمام الجسم بمستوى أفقي للمحافظة على توازن الجسم في الهواء.
- ✓ يتم الضرب بدفع اليد للأعلى وللأمام وتضرب الكرة في أقصى نقطة ارتفاع يصل إليها اللاعب، وتضرب الكرة بالجزء العلوي من اليد وتتخذ الضربة شكل ضربة السوط.
- ✓ إن تنشيط عضلات الكتف والصدر يساعدان على مد الذراع لكبس الكرة وضربها إلى الأسفل.



صورة توضح مرحلة الضرب الساق أثناء تنفيذ مهارة السحق في الكرة الطائرة

4- مرحلة الهبوط:

- ✓ تتم متابعة الضربة بسحب الذراع للأسفل مباشرة مع منع الذراع من ملامسة الشبكة، وذلك بلف المفصل للخارج إذ يكون محاديا للكتف أو تسحب الذراع للخلف وضمها للصدر، ويجب أن يتم الهبوط في نفس المكان الذي بدأ منه النهوض للمحافظة على التوازن دون ان يتجاوز خط المنتصف، ويتم الهبوط بحيث تمتص صدمة الهبوط.
- ✓ وفي هذه المرحلة التي يهبط فيها اللاعب بشكل معتدل وبأقل صدمة للمفاصل، لأن تزامن الاستخدام الرديء للهبوط والقوي التي تتولد عند الهبوط تؤدي إلى إصابات الأطراف السفلية.

✓ تتم مرحلة الهبوط هذه بعد ضرب الكرة، إذ يهبط اللاعب المهاجم إلى الأرض بارتقاء على كلا الساقين داخل الملعب، وبذلك يكون تنفيذ القفز خارج المنطقة والضرب داخل المنطقة.



صورة توضح مرحلة الهبوط بعد تنفيذ مهارة السحق في الكرة الطائرة