المحاضرة الاولى –الدكتوراه
2009-2008
كلية التربية الرياضية – جامعة بغداد

تعريف بيوميكانيك الانسان

(لماذ ندرس البيوميكانيك- ماهو البيوميكانيك- ماهو هدف بيوميكانيك الرياضة والتمارين – الانظمة البيوميكانيكية - وحدات القياس المستخدمة في البيومبيكانيك)

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

تعريف بيوميكانيك الانسان

- البيوميكانيك باختصار هي العلم الذي يبحث في تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية، ونعني بالقوة الداخلية العضلات و الأعصاب ، أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية ومقاومات الوسط ...وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة، كما وان كلمة بيوميكانيك تتكون من كلمتين يونانيتين هما بيو **Bio** وتمثل علم الحياة(**Biology**) و الميكانيكا (**Mechanics**).
- وتشمل الميكانيكا بشكل خاص تشمل فرعين اساسين هما الاستاتيكا والديناميكا ، الاستاتيكا تدرس النظم التي تكون فيها الحركة ثابتة سواء بدون تحرك او بحركة ثابتة ، أما الديناميكا فتدرس النظم التي يظهر فيها التعجيل.
- ويبحث موضوع البيولوجيا في حركة الكائنات الحية بدءً من الخلية والحركات الصغيرة فيها وانتهاءً بحركة الأجزاء الظاهرة الكبيرة المتكونة من عدد كبير من الخلايا والأجهزة المختلفة كالجهاز العضلي العصبي على سبيل المثال

لذا يمكن ان يساهم علم البيوميكانيك مع باقي العلوم الاخرى التي تدخل في علم الحركة في دراسة حركة جسم الانسان من خلال بعض الانواع الاخرى من العلوم كالطب الرياضي والتعلم الحركي والتدريب الرياضي والفسلجة الرياضية والاختبارات والقياسات.

ومن الواضح ان الاسس البيوميكانيكية طبقت عن طريق العلماء والمهنيين في العديد من المجالات تحت مشاكل ارتبطت بصحةالانسان وادائه اذ تكون معرفة وبناء المفاهيم البيوميكانيكية ضرورية من اجل تكوين المعلومات لمدرس التربية الرياضية واخصائي العلاج الطبيعي والمدرب ..... الخ

- أما عن مدى علاقة البيولوجيا في البيوميكانيك، فهي إن 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 إن 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.
- فمن واجب هذا العلم:
- 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.

لماذا ندرس البيوميكانيك

1. إن فهم البيوميكانيك سيؤدي حتما إلى فهم الأساسيات المتعلقة بالنواحي التشريحية والفسيولوجية والميكانيكية لحركة الرياضي وهذا سيساعد بلا شك في تعلم وتعليم المهارات وتحسين الأداء الحركي الدقيق، بالإضافة إلى إن فهم المبادئ البيومكانيكية تساعد اللاعب في قدرته على أدراك الخطأ عند التقليد العشوائي لأسلوب خاص بلاعب معين خصوصا إن الميزات البدنية ليست متماثلة بينهم(كالقوة والسرعة والمطاولة والتوافق والقدرة والمرونة والميزات الجسمانية) بالإضافة إلى عدم تماثل الخواص النفسية مما قد يؤدي إلى نتائج عكسية.
2. أصبحت الحاجة إلى البيوميكانيك ماسة كونه يمثل أحد علوم الرياضة التي تعتمد عليها الألعاب بدرجة كبيرة من الأهمية، وقد يرجع ذلك إلى سببين هما:

- -أصبحت الفروق الفنية (التكنيك) 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.

ماهو الهدف من بيوميكانيك الرياضة والتمرين

- يمكن تقسيم البيوميكانيك إلى قسمين ووفقا للحركات التي يؤديها الإنسان وكما يلي:
- **القسم العام والذي يبحث في القوانين والأنظمة الأساسية التي تحكم الأجسام الحية أثناء الحركة واثناء السكون وبذلك يسمى الثابت(الستاتيك) والمتحرك (الديناميك)..**
- **أما الجزء الآخر فهو تطبيقي والذي يهتم في حل المشاكل الحركية العلمية التي تعترض حركة الإنسان وتحسينها وكذلك الأوضاع المثالية والاقتصادية في الجهد خلال ممارسة الفعاليات الرياضية المختلفة أو تطبيق البرامج العلاجية أو التأهيلية.**

إن تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية خلال حركة الجسم البشري مع السيطرة والتحكم الكامل بهذا الأداء من خلال الجهاز العصبي و ردود 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 إن يكون هناك مجالين رئيسين للبيوميكانيك في الرياضة وهما:

- مجال تحليل الأداء: وفي هذا المجال تطرح عادة بعض الاسئله منها
- ماهي خصائص تكنيك افضل الرياضيين (مثلا، ما لذي يميز لاعبي أو فرق الأدوار النهائية عن اللاعبين أو الفرق الذين تم إقصائهم في الأدوار التمهيدية)
- إلى أي مدى يمكن إن تؤثر عوامل معينة في الأداء الحركي واداء الحركات المختلفة ككل.(مثلا، إلى أي مدى يمكن أن تؤثر خطوات الاقتراب في مسافة القفز أو الادء لأي مهارة تتطلب ذلك).
- ماهي الاختلافات الفنية بين كل من الرجال والنساء عن تطبيق الأداء لمختلف الحركات الرياضية.(مثلا، هل هناك اختلاف في نسب مراحل الوثب الطويل بين الرجال والنساء)
- مجال تحليل الجهد البدني: ونستعرض بعض الأسئلة في هذا المجال
  ماهي القوى المؤثرة في حركات متعددة.(مثال، ماهي قيمة الحمل الواقع على قدم الارتقاء أثناء الدفع والنهوض)
- كيف تتغير الأحمال كنتيجة طبيعية للتعب (بداية اللعب أو المنافسة ونهايتها، كما عند عداء 100 متر، حيث يكون هناك اختلاف في نمط الخطوة بين بداية ونهاية السباق).
- كيف يمكن التغيير في التدريب لتخفيض الأحمال.
- لماذا يمتلكك الرياضيون من الرياضات المختلفة ابعاد جسمية مختلفة

- بالنسبة للنقطة الاولى :ان التنكيك له علاقة بمتغيرات بيوميكانيك اساسية كعزوم القصور الذاتي والعزوم والزخم المتحقق للجسم اثناء الحركة ومتعلقات القوة بالزمن والسرعة والحركة ، وكل هذه المتغيرات لها علاقة مباشرة بقياسات الجسم المناسب للرياضة المناسبة ،لذا نجد ان فرقا تصعد الادورا النهائية على حساب فرقا اخرى نتيجة ذلك .
- النقطة الثانية : ان كل اقتراب يعني اكساب سرعة والسرعة المتحققة تتناسب طرديا من المسافة الافقية او العمودية التي تنجز بعد الاقتراب (لحظة النهوض) لذا فان الذي يمتلك سرعة اكبر يكون انجازه اعلى وفقا للعلاقات التالية (م عمودية= $س^2 / 2 ج$ ، م افقية = $س^2 / ج$)

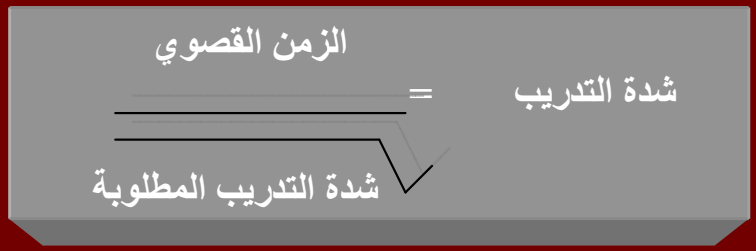
©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

- النقطة الثالثة ترجع الفروق في نسب المراحل الفنية اصلا الى الفروق في القدرات البدنية بين المرأة والرجل اذ تتناسب طرديا مع بعضها البعض الاخرى من ناحية تحقيق العزوم المعيقة واكتساب الزخوم المناسبة وتحقيق النقل الحركي المناسب.
- النقطة الرابعة : يقصد بها تبادل القوى الداخلية والخارجية ، ومقدار القوة تتحملها العضلات عند اداء الحركات ضد الجاذبية ، مثلا قد يصل مقدار المقاومة التي يقع على عضلات رجل واثب الثلاثية الى 7 اضعاف وزنه ، كيف يمكن تجاوز هذه المشكلة.

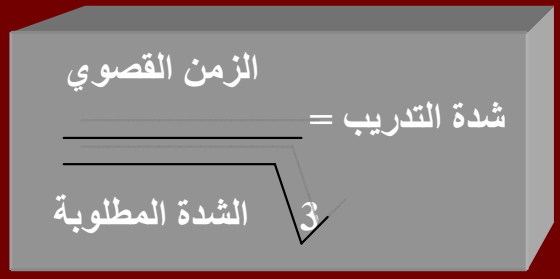
©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

- النقطة الخامسة ، تتبلور في كيفية زيادة كفاءة الرياضي على الاداء في ظروف التعب ، يمكن ان يكون العمل على شدة التدريب وفقا لنظريات ميكانيكية لتجاوز هذه المشكلة كنظرية الطاقة الحركية ونظرية الشغل .
- **السرعة = المسافة / الزمن**
- **وكذلك معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها**
- **وكذلك:**



- **وكذلك**



- النقطة الاخيرة : لماذا لاعب الجمناستك قصير ؟(اكبر ارتفاع لافضل لاعب جمناستك عادة بين مدى 1.62 -1.55متر بينما لاعبة الجمناستك النموذجية مدى طولها ما بين 1.35-1.50 متر وهي غالبا الاقصر) لانهم لايرفعون الا اجسامهم ، فالقوة النسبية لديهم هي المهمة وليس القوة المطلقة في الجمناستك ظن لذا يمتلك رياضيو الجمناستك ميزة قصار القامة.
- دافعي الثقل يتميزون بالطول وكتلة الجسم الكبيرة ؟ لان قوتهم المطلقة هي الاهم ، لذا يتمتع الرياضيون بابعاد جسمية كبيرة في هذه الرياضة ، وهكذا

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

- عندما لاترتبط القوة العضلية بوزن الجسم تسمى قوة مطلقة ، لذا لكل مجموعة عضلية عاملة ف اداء مهاري قوة مطلقة قصوية ، فمن الخطأ ان نقول ان اختبار ثني الرجلين كاملا (الدبني) هو اختبار للقوة القصوى للرجلين بسبب ان هناك عضلات اخرى تساهم في هذا الاختبار وليس عضلات الرجلين فقط ، لذا فعند قياس قوة الرجلين القصوية المطلقة فيجب ان تكون بمعزل عن عمل باقي المجاميع العضلية.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

الانظمة البيوميكانيكية

- قبل تحديد طبيعة الحركة يجب الاهتمام بتحديد النظام الميكانيكي .
- في معظم الحالات يعتبر النظام الداخلي للجسم هو المحدد للنظام الميكانيكي ، لذا فان اصطلاح النظم في محتوى البيوميكانيك في مجال الرياضه يعني "مركب او اكثر يجمع ويربط بين اجزاء تشكل في مجموعها تركيباً كلياً موحد يمكنه من اداء بعض الواجبات المرتبطة باداء حركة جسم الانسان او الرياضة ، ربما يشمل الجسم كله او جزء منه".
- وفي جسم الانسان الذي يعد اساس دراستنا للبيومكانيك الحيوي نجد ان النظم الميكانيكية ترتبط بما يسمى بالمحاور والمسطحات وارتباط حركة اجزاء الجسم المختلفة كانظمة ميكانيكية وحركة الجسم ككل بهذه المحاور والمسطحات، اي ان الجسم يمكن اعتباره نظاما يتكون من عدة اجزاء قابله للحركة ولاجل سهولة الدراسة ، فأن الجسم البشري يمكن ان يقسم الى اجزاء رئيسه هي:

- الرأس والرقبة ، الطرف العلوي ، الطرف السفلي.
- ومن الناحية الوظيفية يمكن تقسيم الجسم الى 11 جزء وهي:
- الرأس والرقبة ، الفقرات الصدرية، الفقرات القطنية، الحوض ، الفخذ ، الساق، حزام الكتف ، الذراع ، الساعد ، اليد .
- ومن الناحية الفنية فإن هناك بعض من هذه الاجزاء يمكن تقسيمها الى اكثر من جزء (كحزام الكتف والعمود الفقري ،واليد والقدم) لذا عند تحديد ودراسة حركات الجسم واجزائه المختلفة يجب الرجوع الى نظم الحركة التي تحدد حركات هذا الجسم واجزاءه ووفقا لطبيعة الواجب المراد تحقيقه وكما يلي:
- النظام الذي يحدده المدى الذي يتحرك فيه الجسم في الفراغ:

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

- يتطلب فهم الانظمة البيوميكانيكية فهم بعض النواحي الميكانيكية الحيوية التي يطلق عليها درجات الحرية لحركة الجسم البشري وهناك مثال عملي لايضاح مفهوم درجات الحرية للجسم البشري والتي تعتبر من الامور الهامه لاداء أي حركة ، والمثال هنا على احد الذراعين ابتداء من الحزام الكتفي حتى رسغ اليدين والاصابع:
- 1. يمكن اداء الحركة في منطقة الحزام الكتفي على ثلاث محاور للحركة وهي الثني والمد والتدوير ، حيث الحزام الكتفي له ثلاث درجات من الحرية في ضؤ الجسم البشري.
- 2. مفصل المرفق له درجة حرية واحدة وهو عملية الثني والمد.
- 3.من مفصل المرفق حتى رسغ اليد نجد ان اليد تتحرك عاليا واسفل ويعني ذلك ان اليد لها درجة حرية واحدة اما الكتف والمرفق واليد معاً فلهم خمس درجات حرية للحركة.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

- 4.يستطيع مفصل رسغ اليد الانقباض والانبساط والتحرك تجاه الناحية الانسية والوحشية لذلك فهو يتمتع بدرجتين للحرية . اما الحزام الكتفي والمرفق واليد فلهم سبع درجات حرية معاً. في ضؤ ماسبق يمكننا حصر درجات الحركة في الاصابع واليد في ضؤ الهدف الخاص لاداء اي حركة او مهارة ، فنحن نعمل على ايجاد التوافق العضلي العصبي وحل المشكلات الخاصة بالتحكم في الحركة عن طريق استخدام اجزاء الجسم المختلفة.
- ولكن كيف يمكن ان نتحكم في حركات المفاصل وعمل العضلات عليها بالتعاون مع الجهاز العصبي كي نؤدي تلكل الحركات ، فهذه تعتبر من المشكلات الرئيسه لدرجات الحرية للجسم البشري. ويمكن اجراء العديد من التجارب التي تتناول العمل المشترك بين الجهاز العصبي والعضلي والمفاصل العاملى على اساس هذا المبدأ.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

وحدات القياس المستخدمة في البيوميكانيك

- وحدات القياس المستخدمة في البيوميكانيك تعطي دلالة على طبيعة القوانين المستخدمة والتي يمكن الاستدلال من خلالها على طبيعة المتغير البيوميكانيكيى المستخدم وكما يلي:
- المسافة — المتر (م)
- الكتلة — الكيلو غرام (كغم)
- المساحة — م ^{2}
- التعجيل — م / ث ^{2}
- القوة — نيوتن
- كمية الحركة الخطية — كغم.م/ث
- الدفع — نيوتن.ث
- كمية الحركة الزاوية — كغم/ م ^{2} .ث
- عزم القصور الذاتي — كغم. م ^{2}
- الشغل — م.نيوتن (جول)
- العزم — نيوتن. م
- القدرة — م.نيوتن/ث (واط)
- الطاقة الحركية — 0.5 كغم.(م/ ث) ^{2}

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

www.iraqacad.org

- من المهم جدا معرفة مبادئ حساب المثلثات:
- فيثاغورس
- النسب المثلثية (جا ،جتا ، ظا)
- حساب المثلثات في الدائرة (6,28 قطاع ، 3,14 قطاع ، 1,57 قطاع) القطاع = 57,2°
- ماهي القطاع وما علاقته بالزاوية نصف قطرية وماعلاقة هذا القطاع بالقياسات الخطية وعلاقة هذه القياسات بالانتقاء في الرياضة.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009