الفصل الاول

ما هو البايوميكانيك؟

WHAT IS BIOMECHANICS?

بعد إكمال هذا الفصل سيتمكن القارئ من :

- ✓ تعريف المصطلحات البايوميكانيكية الساكن،المتحرك،الكينتك،الكينماتك
- ✓ التمييز بين الطرق الكمية والنوعية في تحليل حركة الإنسان.
- ✓ من خلال تحليل حركة الإنسان مثلا لماذا يقطع بعض لاعبي الكولف الكرة؟
- ✓ تحت أي الظروف للحذاء إن يخفف الألم أسفل الظهر؟
- ✓ ما الدلائل والعلاقات التي تمكن معلم التربية الرياضية إن يطرحها لمساعدة طلابه في تعلم رد كرة الطائرة من الأسفل ؟
- ✓ لماذا يميل كبار السن إلى السقوط ؟
- ✓ نحن معجبون بالحركات الرشيقة لأصحاب الانجازات العالية المهارية في مختلف أنواع الرياضة ؟
- ✓ كذلك نراقب الخطوات الأولى الضعيفة من قبل الطفل والتدرج البطيء للشخص المصاب وطريقة مشيه المتردد، أسلوب المشي غير المستوي لكبار السن،في الواقع وفي كل فعالية تتضمن الطالب الذي يكسب المهارات الجديدة وبسهولة كبيرة بينما يوجد طالب آخر يتعثر عند أداء حركة القفز و يفقد الكرة عند محاولته مسكها أو ضربها أو رميها.

تعلم المشي يتطلب وجهة نظر البايوميكانيك

والسؤال الذي يطرح نفسه مالذي يجعل بعض الأفراد يؤدون حركات معقدة بسهولة تامة، بينما يتلكأ الآخرون ويبدون صعوبة في تنفيذ حركات بسيطة وعلى أية حال فالإجابة على

كـل هـذه الأسـئلة وربمـا تـرتبط بـأمور اجتماعيـة ونفسـية وفسـلجية أمـا المشاكل المشخصة فهي بطبيعة الحال مشاكل بايوميكانيكية.

إذن الكتـاب سـيدعم المؤسسـات التعليميـة فـي تشـخيص وتحليـل المشـاكل المتعلقة بحركة الإنسان.

البايوميكانيك: التعريف والمنظور

BIOMECHANICS : DEFINTION AND PERSPECTIVE

مبكرا وخلال العام 1970 تبنى المجتمع الدولي مصطلح البايوميكانيك في وصف حقل الدراسة الذي يهتم بالتحليل الميكانيكي للأنظمة البايلوجية.

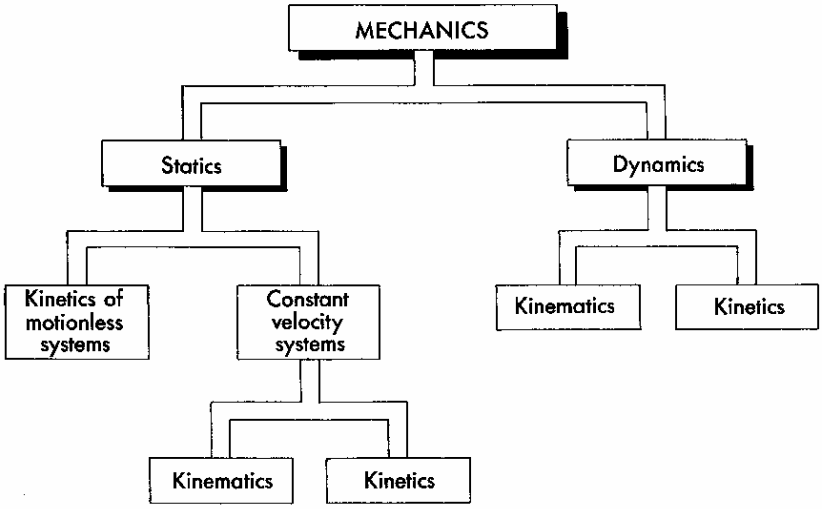
البايوميكانيك كعلم يستلزم استخدام أدوات علم الميكانيكيا وهو فرع من علم الفيزياء يقوم بدراسة وتحليل تأثيرات القوى في الجوانب الوظيفية أو التشريحية في أنظمة الحياة (شكل1-1).

يعتبر القسمين الثابت والمتحرك فرعين ثانويين من فروع علم الميكانيك،يهتم علم السكون Statics بدراسة الأجسام التي تكون في حالة حركة ثابتة ويتم ذلك أما في حالة الراحة دون حركة أو أنها تتحرك بسرعة ثابتة أما علم Dynamic فيعني دراسة الأجسام في حالة الحركة إضافة إلى تعجيلها.

الكينتك والكينماتك هما أقسام ثانوية في علم البايوميكانيك ،يعني علم الكينيماتك بدراسة وصف الحركة بضمنها شكل وسرعة الحركة المتتابعة في أجزاء الجسم التي غالبا ما تظهر تنسيق العروض الفردية بينما يركز علم الكينتك على وصف حركة ودراسة القوى المرتبطة بالحركة،وتعتمد على استعمال قوانين نيوتن واستعمال المتغيرات مثل كمية الحركة ودفع القوة أما دراسة حركة الإنسان فيمكن ان تتضمن العديد من الأسئلة والاستفهام مثل فيما إذا كانت مقادير قوى العضلات الناتجة كافية لغرض تنفيذ الحركات المنشودة.

تتضـــمن العوامـــل الانثروبومتريـــة الحجـــم، الشـــكل، وزن أجـــزاء الجسـم وهـي الأخـرى لهـا اعتبـارات هامـة فـي تحليـل علـم الكينتـك والعلاقـة بين الأنواع الثانوية للميكانيك معروضة في (الشكل1–1).

شكل (1–1) يستخدم البايوميكانيك في وضع حلول مرتبطة بالعناصر الثلاث



(شكل 2-1)الفروع الثانوية للميكانيك

علم البايوميكانيك بالنسبة لحركة الإنسان هو احد الأنظمة الثانوية من علم Kinesiology والذي يعني دراسة حركة الإنسان شكل(3-1)، فعلى الرغم من قيام بعض علماء البايوميكانيك بدراسة بعض الحركات كحركة النعامة من مكان إلى أخر ونزول الدم داخل أوردة ضيقة أو المراقبة المجهرية لتجاويف الإنسان يركز هذا الكتاب بشكل أساسي على حركة الإنسان من منظور التحليل الحركي. وكما هو واضح في الشكل(4-1) فان علم البايوميكانيك هو فرع علمي من علم الطب الرياضي العلم الذي عرف عن طريق" lamp "بأنه مظلة تحيط بكل من المشهدين العلمي والطبي للتمارين البدنية الرياضية.

على الرغم من إن علم البايوميكانيك حديث العهد كساحة مميزة في الحاجة العلمية فالاهتمامات البايوميكانيكية بها الكثير من الإسناد في الحقول العلمية والأنظمة العلمية المختلفة.

إن دراسة الميكانيكا الحيوية تتراوح من العمل الداخلي في الخلية، إلى حركة وتطور الأعضاء، إلى الخواص الميكانيكية للأنسجة الرخوة، والعظام بتطور فهم السلوك الفيزيولوجي للأنسجة الحية، فقد أصبح الباحثون قادرين على التقدم في ميادين هندسة النسيج، وتطوير المعالجات في علم الأمراض. إن علم الميكانيكا الحيوية مثله مثل الرياضة، وعلم الحركة، تطبق قوانين الميكانيكا والفيزياء على أداء الجسم البشري لكي نفهم بشكل أكبر أداء الأحداث الرياضية من خلال الموديل أو النموذج.

إن علم البايوميكانيك يمكن إن يشمل خلفيات أكاديمية علمية في علم الحيوان ومرض القلب والطب الرياضي إضافة إلى الهندسة الميكانيكية والنظرية البدنية.

شكل ٣-١ الفروع الثانوية لعلم الحركة

شكل ٤-١ فروع الطب الرياضي

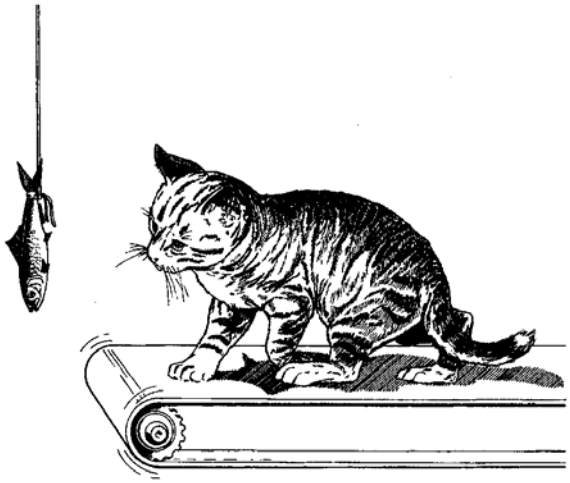
- ✓ البايوميكانيك biomechanics : ويهتم بتطبيق المبادئ الميكانيكية في دراسة أنظمة الحياة. أو هو علم الذي يصف شروط السكون وشروط الحركة تحت تأثير مجموعة من القوى.
- ✓ الميكانيكاmechanics: وهو فرع من فروع علم الفيزياء ويهتم بتحليل تأثير القوى على أساس أنظمة ميكانيكية.
- ✓ السكونstatic: فرع من علم الميكانيكا ويتعامل مع أنظمة ثبات الحركة.
- ✓ المتحرك dynamic: فرع من علم الميكانيك ويتعامل مع أنظمة تعجيل المادة.
- ✓ الكينماتكkinematics: علم يصف الحركة إضافة إلى الاهتمام بالفراغ والزمن.
- ✓ الكينتك kinetics: علم يدرس حركة القوى.
- ✓ Kinesiology: علم يدرس حركة الإنسان من منظور فني وعلمي.
- ✓ Sports medicine: مواد علمية وطبية للرياضة والتدريب.

المشاكل المدروسة بواسطة البايوميكانيك

Problems studied by Biomechanics

مثلما هو متوقع فان التساؤلات والمشاكل التي يطرحها علماء البايوميكانيك مختلفة عما تطرحه الحقول العلمية والمهنية المختلفة فعلى سبيل المثال اختبر علماء الحيوان الأساليب التي يتحرك بها عشرات الأنواع لسير الحيوانات،الركض الخفيف،الركض السريع وبسرعات متباينة ولمعرفة اختيار الحيوانات السير بخطى واسعة ومعدل خطوة كبيرة ،فقد استنتج العلماء بان الفقريات وبضمنها الإنسان تختار المشي الاقتصادي واستهلاك للطاقة وبمعدل معلوم اضافة الى ذلك فان علماء البايوميكانيك أوضحوا إن أسلوب زيادة السرعة بالنسبة للإنسان والحصان عند الانتقال من المشي إلى الركض أو من الهرولة إلى السرعة سيكون بحركة نشيطة وبشكل ايجابي.

احد التحديات التي تعترض هذا النوع من البحث هو كيفية إقناع الحيوانات كالقطط أو الأسد للركض على دواسة الجري(Treadmill).



(شكل5-1) بحوث بايوميكانيكية الحيوان مفيدة لمشاكل مهمة.

دائرة الفضاء والملاحة الجوية الأميركية (NASA) تقوم بتمويل نظام متعدد البحوث لعلم البايوميكانيك لدعم فهم أثار انعدام الجاذبية على النظام الهيكلي للبشر.

فخلال رحلات الفضاء الأولى عاد علماء الفلك الذين كانوا خارج مجال الجاذبية الأرضية لبضعة أيام بطول وكثافة عظم اقل ،وللإحاطة بهذه المشكلة قام علماء البايوميكانيك بتصميم وبناء عدد من التمارين لاستخدامها في الفضاء لتحل محل نشاطات العظم المعتادة على الأرض.

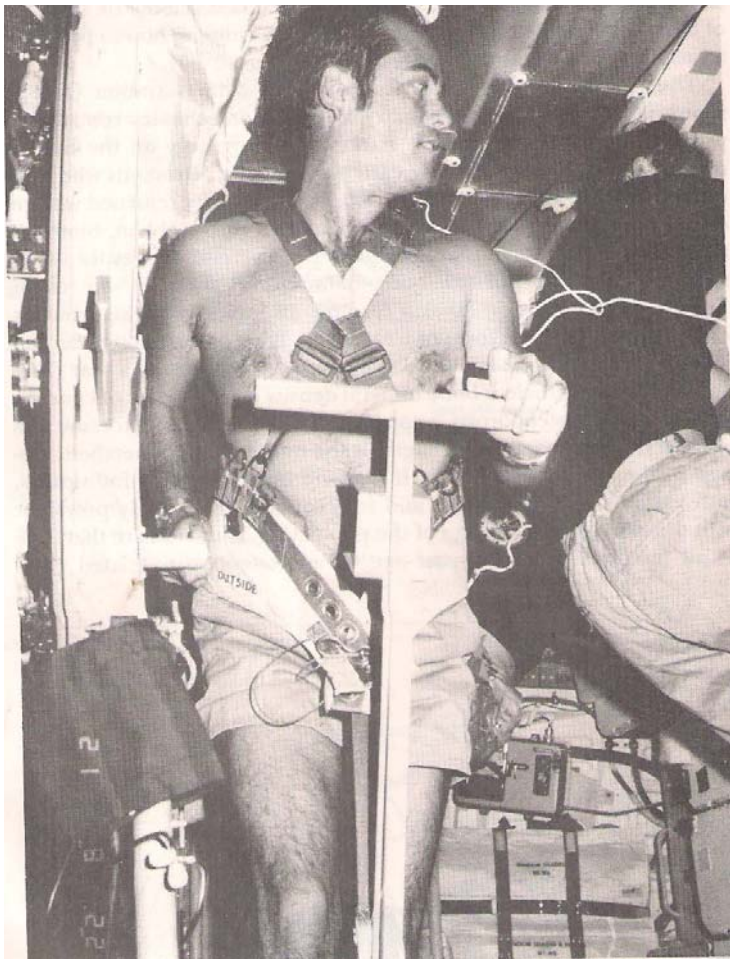
وقد أشارت التقارير المشجعة للعلماء الروس إلى إن التمارين القوية باستخدام دواسة الجري (Treadmill) كالمشي عليها او الركض يمكن بالنتيجة إن تحافظ على صحة وديمومة العظم في الفضاء لفترة قد تصل السنة.

إن المحافظة الكافية على الكثافة المعدنية للعظم هي نظرية مهمة على الأرض وكذلك حالة (Osteoporosis) والتي تعني الفقدان المستقر للكثافة المعدنية للعظم وتخلخل العظام وهي من أكثر الأمراض شيوعا في الولايات المتحدة وأيضا عند كبار السن مثلما هي موجودة عن نساء صغيرات السن ، وتشير التقديرات إلى ما نسبته 90% من حالات الكسور بعد عمر 60 سنة مرتبطة بحالة تخلخل العظام(Osteoporosis) أي ضعف العظام ، وعلى الرغم من إن سبب حالة (Osteoporosis) ضعف العظم غير معروفة ،فالدراسات توضح إن البرنامج المنتظم لتمرين رفع الإثقال عند الأشخاص المصابون في هذا المرض يمكن إن يرفع نشاط المعادن داخل العظم.

هنالك مشكلة أخرى تعترض علم البايوميكانيك وهي عدم قدرة كبار السن على التنقل والحركة ومن الواضح فان البالغين الكبار يتأرجحون ويميلون إلى السقوط بشكل اكبر من البالغين الشباب والسبب غير واضح أيضا،وقد درس علماء البايوميكانيك خططا عن طريق صعود كبار السن للسلالم وقد تبين

صعوبة المحافظة على التوازن وذلك يضيف عاملا أخرا أكثر تعقيدا للحركة عند التنفيذ.

إن غالبية البحوث تتطلب معرفة المعوقات التي تنتاب الحركة خصوصا عملية التوازن وكيفية تحسين البرامج العلاجية لكبار السن .



التمارين في الفضاء تقلل من مرض فقدان كثافة العظم لرائد الفضاء.

استخلصت البحوث التي أجراها علماء الحركة الطبي بأن أسلوب المشي قد تطور عند الأطفال المصابون بالشلل الدماغي (cerebal palsy) عند الأطفال ذوي المخ المتطور وهي حالة تستلزم مستويات عالية من الشد والتشنج العضلي، في أسلوب مشي هؤلاء الأطفال أصحاب هذه الحالة (Cerebal Palsy) حيث يتصف هولاء بثني الركبة بشكل كبير عند الوقوف ويمكن علاج هذه الحالة بالاطالة الجراحية لمجموعة اوتار الركبة (Hamstring) بهدف تحسين امتداد الركبة عند الوقوف.

اتضح بعد إجراء البحث بان المصابون بهذه الحالة اظهر انقباضا لافتا في العضلات الفخذية المستقيمة مع مجموعة أوتار الركبة عند المرجحة وقد بدا العلماء يتعاملون مع هذه الحالة جراحيا عن طريق ربط العضلة المستقيمة بمعرز عضلة(Sartorius) .

خلق علماء البايوميكانيك فكرة عظيمة باتجاه طريقة المشي الطبيعية عند الأطفال الذين يعانون من حالة Cerebalpalsy . وهو عبارة عن احد الإمراض الدماغية، مصطلح يشمل مجموعة من الاضطرابات بسبب التلف الدائم الذي يصيب الجهاز الحركي والعصبي مسببا الإعاقة البدنية متمثلة في اضطراب الحركة وعدم تناسقها وفقدان الاتزان ، وينشأ هذا التلف من خلل يصيب الدماغ في طور النمو – غالبا حتى سن 3 سنوات ، وربما يصاحب هذه الإعاقة الحركية اضطرابات أخرى مثل الصرع أو الإعاقة الذهنية أو فقدان حاسة السمع أو البصر أو القدرة على الكلام وضعف العضلات ليس هو المشكلة الوحيدة ، فإصابة الدماغ تؤدي إلى مشاكل أخرى مثل تأثر الحواس الخمس والقدرات اللغوية والفكرية.

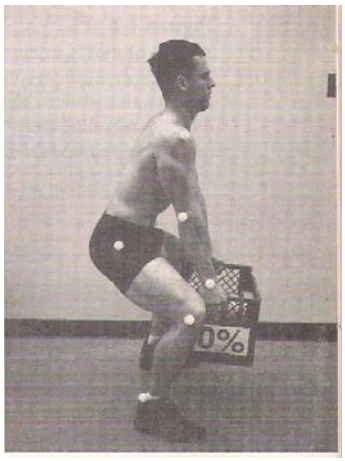
أسهم البحث عن طريق مهندسي علم الحركة في إنتاج أسلوب حركي متقدم للأطفال والبالغين المصابون ببتر أسفل الركبة ،إضافة إلى ذلك فهناك مطلب (ميتا بولوجي) مهم بشكل كبير لأصحاب البتر من كبار السن وكذلك

الشباب النشطين الذين يشاركون في سباقات تتطلب نظام الطاقة الهوائي (aerpic) وللإحاطة بمثل هذه المشكلة طور الباحثون صنفا جديدا من الأقدام الاصطناعية يمكنها الحفاظ وإعادة الطاقة الميكانيكية عند المشي وهذه الأقدام المرنة تشير بشكل مشابه لمسير قدم الإنسان وتعمل على تقليل المتطلبات الايضية (الميتابوليكية) للمشي عند الأطفال والبالغين.

يعتبر علم البايوميكانيك المهني حقل كبير يركز على الوقاية من الإصابات المرتبطة بالعمل وتحسين ظروف العمل وانجازه، ويدرس المهندسون في هذا المجال أسئلة واستفسارات عديدة من قبيل الوزن المسموح به على أسس متكررة للفرد القوي ضمن إعداد خاص وكذلك تأثير الدوران على الجذع وفي أوضاع مختلفة والحمل (الايسومتري)على فعالية عضلة الجذع أثناء الرفع.

كذلك أسهم المهندسون في هذا المجال في تحسين الانجاز في رياضات محددة، فالإبداعات الأخيرة في تصميم الخوذة وعجلة الدراجة في سباق الدرجات ما هي ألا نتاج التجارب التي نفذت وهذه البحوث استلزمت اصطناع مسيطر عليه لمقاومة الهواء في سباق الدراجات كذلك فان تجارب الإنفاق الهوائية قادت إلى تشخيص وضع الجسم في القفز على الجليد ، واثأر مقاومة الهواء والارتفاع في العاب الساحة والميدان كالعدو السريع.

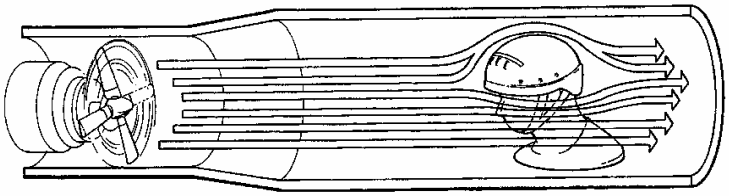
كذلك اعتمد علماء البايوميكانيك جهودا أخرى في تحسين الانجاز الرياضي فقد عرفوا على سبيل المثال إن أسلوب الركض في المستويات العالية هو احد الميزات الشخصية بدرجة عالية وهذا ما ولد صعوبة كبيرة بالنسبة لتدريب



وظيفة البايوميكانيك تشمل دراسة العوامل المهمة لسلامة عملية الرفع

العدائيين وفي مختلف المستويات وبالنتيجة فليس هناك أسلوب دقيق ومحدد للركض.

تتضمن العوامل الموجودة في سباقات الوثب الطويل، الوثب العالي،القفز بالزانة التي تمهد للحصول على انجازات متقدمة : سرعة انطلاق أفقية كبيرة باتجاه النهوض وتقصير الخطوة الاخيرة والتي تؤدي بدورها إلى توليد ارتفاع متزايد لكتلة مركز الثقل الكلية .



(الشكل 6-1) يمثل نفق هوائي مصمم لقياس القوة الديناميكية الهوائية وتصميم جديد لخوذة سباق الدراجات ناتجة عن اختبارات النفق الهوائي.

وقد أوضحت دراسة سباقات السباحة الحرة للإناث بان دوران الجذع عامل مهم مثل حركة اليد بالنسبة للجذع في تحديد الحركة الجاذبة الوسطية لليد خلال ضربة الدوران. أما تحليل حركة لاعبي كرة المنضدة الذين يقومون برد الكرات الدفاعية بشكل مبكر وهو ما يتميز به اللاعبون ذوي المستويات العالية إضافة إلى إن نهوضهم يكون اكبر من لاعبي المنضدة الأقل مستوى واقل مهارة وفي الغالب فهم يقومون برد الكرات الهجومية عندما تتحرك الكرات إلى الأسفل لتوليد حركة دورا نية عالية، وبالمقابل فهناك مثال دراماتيكي لتحسين الانجاز وبالإمكان ملاحظته من قبل محللي البايوميكانيك هو ما تمثل في الدورات الاولمبية الأربعة المتتالية في سباق رمي القرص للاعب الاورتر (Al Oerter).

يستعرض محللي الحركي وسباق رمي القرص تقييما دقيقا للعوامل الميكانيكية الأكثر تأثيرا على طيران القرص وهذه العوامل هي :

- ✓ سرعة القرص المطلق بواسطة الرامي.
- ✓ زاوية الرمي التي ينطلق عندها القرص.
- ✓ ارتفاع القرص في لحظة الانطلاق .
- ✓ زاوية الانطلاق (مواجهة القرص لمجرى الهواء الاعتيادي)

وبواسطة تقنية الحاسوب استطاع الباحثون إن يتنبئوا بالقيم الموجه لهذه المتغيرات وذلك ما سيودي إلى تحقيق أقصى مسافة للرمي.كذلك فان الكاميرات ذات السرعة العالية يمكن إن تسجل الانجازات في تفصيلات أكثر دقة وعندما يتم تحليل الفلم أو الفيديو يمكن إن نقارن ارتفاع الرمي الحقيقي، سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق مع القيم الظاهرة في الجهاز المطلوب.

لتحقيق أرقى انجاز في عمر (43) سنة طور اورتر (Oerter) انجازه الاولمبي 8،2 متر كنتيجة لتحسين تكنيكه بإتباع التحليل البايوميكانيكي للحركة.

يقدم تكنيك الأداء الفني للرياضيين الذين يمتازون بالمهارات العالية نتائج دقيقة وبذلك يمكن تشخيص انجازاتهم العالية من خلال الأداء التكنيكي الأكثر دقة، قسم من البحوث قدم في العقد الماضي عن طريق علماء البايوميكانيك الذين عمدوا إلى ربط البايوميكانيك بعلم الطب الرياضي قسم اللجنة الاولمبية الأميركية (usoc) وكان الهدف الرئيسي من البحث مركزا على اختيار الطرق التي تحدد عندها العوامل الميكانيكية معدلات الانجاز بالنسبة لتدريب رياضي النخبة الاميركان ذوي المستويات العالية استعدادا للاولمبياد والبطولات الدولية الأخرى حيث انجز العمل بالتعاون المباشر مع المدرب الوطني لضمان النتائج بشكل عملي وبالنتيجة أدى البحث إلى استنتاج معلومات جديدة حول المميزات الحركية للانجاز عالي المستوى وفي مختلف أنواع الرياضة وذلك بسبب التطور المستمر في مستلزمات التحليل العلمي وكذلك دور علماء البايوميكانيك في المساهمة في تحسين الانجاز وهو ما يمكن إن يكون أكثر أهمية مستقبلا.

كذلك فهناك أهمية أخرى لعلماء البايوميكانيك في تقليل وتجنب حدوث الإصابات عند أداء التمارين الخطرة وكذلك في عملية تصميم التجهيزات الواقية وعلى سبيل المثال فالبحث أوضح بان غالبية العوامل التي تؤدي إلى حدوث الإصابات بالنسبة للعدائيين الهواة في الحقيقة هي أخطاء تدريبية كالزيادة المفاجئة في مسافة الركض أو الشدة أو الجهد المفرط ،الركض فوق سطوح منحنية وكذلك ارتداء الأحذية غير المناسبة والعمل على تامين الخوذ الواقية ودراسة أهميتها لتامين تأثيراتها الكبيرة والتي تعطي وقاية تامة يعتمد عليها عند الاستخدام في السباقات.

فقد توسع البحث ليشمل تأثير الإشكال المتعددة لأربطة الركبة والتي يمكن استخدامها لتعطي ثباتا إضافيا اكبر لركبة الرياضي وبشكل خاص للاعبي كرة القدم، كذلك نظام ربط متزلجي الجليد الذي يتيح للرياضيين في هذا السباق الإدراك التلقائي عند الحالات الخطرة فعلماء البايوميكانيك أدركوا بان الأرض أو سطح اللعب وحذاء الإنسان تمثل نظاما متداخلا، فالأحذية الرياضية في هذا الوقت تصمم للوقاية من الحمل الزائد ولتقليل التعرض للإصابات وأيضا لتعزيز الانجاز وبناء على ذلك تصمم الأحذية الرياضية بأشكال محددة ولاعتبارات تشريحية فعلى سبيل المثال تصنع أحذية الرقص الرياضي لدعم حركات الثني والانحناء ، وكذلك تصمم أحذية كرة القدم فوق الثيل الاصطناعي بشكل يساعد في تقليل إصابة الركبة اما أحذية الركض فهي متوفرة للقيام بالتدريب والسباق والركض على الجليد وساحة الركض في جامعة هارفارد مصنوعة بشكل خاص وبسطح يساعد الرياضي وبشكل كبير في زيادة سرعة الركض.

كل هذه الأمثلة المذكورة آنفا تعطي وبوضوح إن تنوع علم البايوميكانيك والمساهمات المختلفة لهذا العلم يمكن إن تمنح تصورا شاملا لمعرفة حركة الإنسان من المراحل الأولى لمشي الطفل حتى تكنيك رياضيي النخبة وذوي المستويات العالية وعلى الرغم من ان البحث الوصفي يكون مختلفا إلا انه

يعتمد على مبادئ ميكانيكية في حل مشاكل محددة في أنظمة الحياة وقد صمم هذا الكتاب ليكون مدخلا إلى العديد من المبادئ وان يركز على الطرق التي يمكن للمبادئ البايوميكانيكية إن تطبق من خلالها في تحليل حركة الإنسان.

لماذا ندرس البايوميكانيك ؟

Why Study Biomechanics ?

كما ثبت لما تقدم في الجزء السابق فان مبادئ البايوميكانيكية طبقت بواسطة العلماء والمهنيين في العديد من الحقول لتشخيص المشاكل المتعلقة بصحة الإنسان والانجاز ،كذلك فان معرفة الأفكار والمبادئ البايوميكانيكية جوهرية ومهمة جدا بالنسبة لمعلم التربية الرياضية المتكامل ،المنظر الرياضي ،المدرب،والقائد الهاوي.

لدينا فصل مدخلي أساسي في علم البايوميكانيك يدعم الفهم الأساسي لمبادئ وأسس الميكانيك وكيفية تطبيقها في عملية تحليل حركة الإنسان . إن معلم الحركة المتمرس يجب إن يكون قادرا على الإجابة العديد من الأسئلة المتعلقة بالبايوميكانيك مثل:

- ✓ لماذا تكون رياضة السباحة غير ملائمة بالنسبة لإجراء التمرين للأشخاص ذوي العظام الضعيفة (osteoporosis)؟
- ✓ ما هو مبدأ البايوميكانيك وراء حركة تمرين المقاومة المتنوع؟
- ✓ ما هي الطريقة الأكثر آمانا عند رفع مادة ثقيلة ؟
- ✓ هل يمكن الحكم عن ماهية الحركات الأكثر والأقل من الناحية الاقتصادية ؟
- ✓ ما هي الزاوية التي يجب إن تكون عندها الكرة لرمي أطول مسافة ؟
- ✓ ما هي الزاوية والمسافة الأفضل عند نزول مريض معين أو لاعب كرة الطائرة لتنفيذ عملية الضرب (serve) ؟

- ✓ ماهي الخطط التي تساعد كبار السن أو مراقبي خطوط كرة القدم لأداء أفضل
- ✓ لماذا يستطيع بعض الأفراد العوم؟

إن إعادة المواضع في بداية كل فصل تعتبر أسلوب جيد في التمعن بشكل كبير بهدف فهم النظريات البايوميكانيكية في علم الحركة أما حقول التخطيط التي تستلزم المراقبة النظرية وتحليل حركة الإنسان ومعرفة هذه النظريات الحركية بشكل مجرد فستصبح عديمة القيمة.

منهج حل المسالة PROBLEM–SOLVING APPROCH

عادة ما يهدف البحث العلمي إلى إيجاد حلول للمسائل المطروحة أو الإجابة على سؤال محدد وهذه المسائل ضرورية حتى بالنسبة لغير الباحثين لأداء مهماتهم في مجتمع متحضر وان استخدام المسالة هو أيضا طريقة فعالة باتجاه توضيح أفكار البايوميكانيك الأساسية .

المسائل الكمية والمسائل النوعية

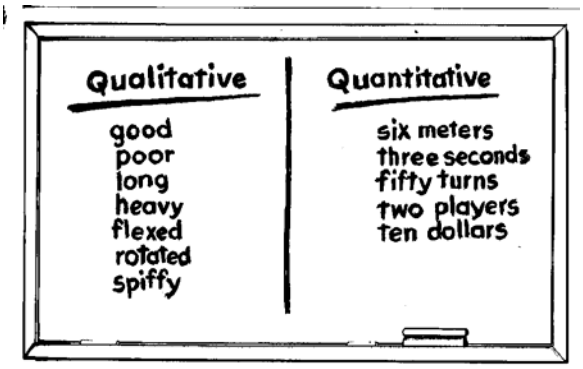
Quantitative versus Qualitative Problem

إن عملية تحليل حركة الإنسان يمكن إن يكون كميا او نوعيا، فكلمة كمي تعني بان الأرقام محددة أما كلمة نوعي فتعني وصف النوعية دون استخدام الأرقام، فعلى سبيل المثال فعند مراقبة انجاز الوثب الطويل سيتضح من الناحية النوعية بان تلك الوثبة كانت جيدة لمراقب، مراقب آخر يسجل نفس الوثبة ويعطي رقما 1،2م وهذا يعني بأنه أعطاها وصفا كميا.هناك أمثلة أخرى معروضة في (شكل 7 –1) (شكل 8–1) ومن الضروري إن نفهم بان مصطلح نوعي لا يعني عام ،فأوصاف النوعي يمكن إن تكون عامة ولكنها يمكن إن تكون مفصلة تماما وربما تكون محددة بشكل نوعي عام وعلى سبيل المثال فذلك الرجل الذي يمشي على الشارع ، انه يمكن أن نقول بان نفس الرجل يسير بشكل

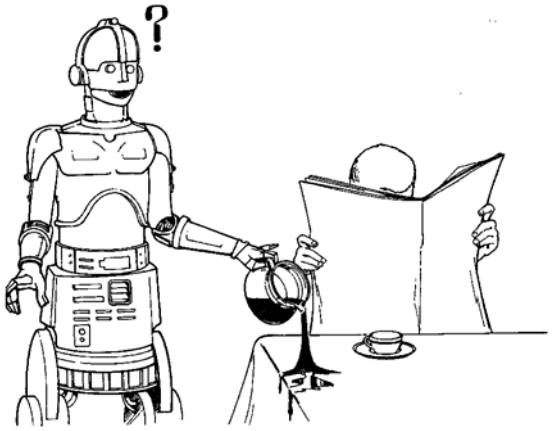
بطي ويظهر بأنه يسير مائلا إلى جهة اليسار وحاملا وزن على ساقه الأيمن لأقصر فترة ممكنة ،الوصف الثاني عبارة عن وصف نوعي تماما ولكنه يعطي صورة مفصلة للحركة.

كلا الوصفين النوعي والكمي يلعبان ادوار وظيفية هامة في عملية التحليل الحركي للإنسان.

- ✓ الكمية Quantitative:تشمل استخدام الأرقام.
- ✓ النوعية Qualitative:تشمل وصف نوع الأرقام.

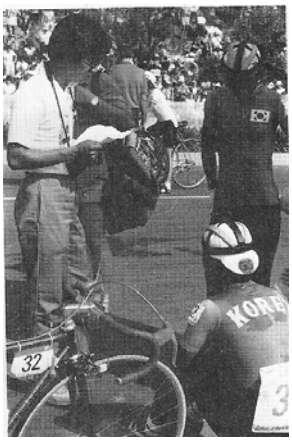


(شكل7–1) الوصف الكمي والوصف النوعي



(شكل 8–1) كميا الإنسان الآلي يخفق بمقدار 5 سم عن كوب القهوة ونوعيا الإنسان الآلي عاجز

أعتمد الباحثون بشكل كبير على التحليل الكمي لمحاولة الإجابة على أسئلة محددة تتعلق بنظام حركة الحياة ويعتمد الأطباء والمدربين ومعلمي التربية الرياضية وبشكل نظامي على الملاحظة النظرية لمرضاهم ولرياضيهم أو طلابهم في أبداء الآراء التقويمية والنصائح .



المدربون يعتمدون بشكل كبير على الملاحظة النوعية في الانجاز الرياضي عند طريق إعطاء النصيحة حول التكنيك المستخدم.

حل المسائل النوعية Solving Qualitative problems

بشكل عام فالمسائل النوعية تكثر في الفعاليات اليومية الاعتيادية إذ يتبادر إلى الذهن بان هذا النوع من المسائل غير ضروري وربما يساعد في توليد صعوبات ومشاكل أخرى عديدة.

إن تحليل حركة الإنسان سواء كان لإغراض تحديد أسلوب المشي أو تصحيح تكنيك الطالب هو عملية ضرورية وجوهرية في عملية حل المسالة سواء كان كميا أو نوعيا وهذا يتضمن تشخيص ودراسة وتحليل وبالتالي الإجابة على الأسئلة وأهمية المسالة.

ولتحليل فعال للحركة فانه من الضروري أولا صياغة سؤال أو مجموعة من الأسئلة مرتبطة بالحركة تعتمد على هدف محدد في عملية التحليل والأسئلة المطروحة يجب إن تكون عامة أو محددة .

فعلى سبيل المثال يجب إن تحتوي الأمثلة العامة ما يلي:

1. هل تودى الحركة بقوة كافية.
2. هل تودى الحركة بمعدل مناسب من الحركة.
3. هل عملية تتابع حركات الجسم مناسبة لتنفيذ المهارة.
4. لماذا تكون النساء الكبيرات ميالات إلى السقوط؟
5. لماذا لا يأخذ رامي الثقل مسافة أطول؟

والكثير من الأسئلة الدقيقة يجب إن تكون

1. هل يحدث إطلاق الكرة عند مد المرفق.
2. هل يحدث ميل متزايد عند مرحلة الوقوف.

الخطوة الثانية في تحليل حركة الإنسان هي عملية جمع البيانات ،شكل البيانات التي تجمع في الغالب عن طريق المعلمين والمدرسين وهي بيانات مراقبة عينية ونوعية وذلك ما يجعلنا نقول بان المحلل الحركي يراقب بإمعان.

المسائل الشكلية مقابل غير الشكلية

Formal versus Informal Problems

عندما نتصدى لمسالة مأخوذة من علم الرياضيات او أي علم فان هناك العديد من الأفراد يعتقدون بأنهم سيجدون الحل بشكل واضح ،إن طبيعة المسالة الرياضية تختلف عن مسالة أخرى ومن قبيل مالذي سترتديه في تجمع اجتماعي خاص اضافة الى ذلك فان المسالة غير الشكلية هي من أصعب المسائل واستنادا ل(Wickelren) فان المسالة الشكلية (مشكلة رياضية محددة) تحدد بثلاث عناصر:

1.تهيئة المعلومات المتوافرة

2.الهدف الخاص

3. تهيئة الطرق والعمليات التي يجب استخدامها في الإجابة على الأسئلة المطروحة.

- ✓ عند التعامل مع المسائل الغير شكلية فان الأفراد يجب أن يجدوا المعلومات المتوفرة. العمليات التي يجب إن تستخدم وحتى الهدف نفسه ربما يكون غير مشخص.

حل المسائل الكمية الشكلية

Solving Formal Quantitative Problems

إن المسائل الشكلية فعالة في ترجمة أفكار معرفية بشكل جيد وان مبادئ محددة يمكن فهمها وتطبيقها في عملية تحليل حركة الإنسان والأشخاص الذين يعتقدون بأنهم غير قادرين على حل المسائل لا يميزون ذلك وبان مهارات حل المسالة بالإمكان معرفتها وتعلمها والكتب الأخيرة التي تتعرض لمثل هذه المواضيع موجودة ومتوفرة وعلى أي حال فان غالبية الطلبة لم يطلعوا على فصل دراسي يتطلب خططا لحل المسألة.

الإجراء البسيط لحل المسائل يستلزم تتبع الخطوات المثالية وهي:

1. أقرأ المسالة بعناية: قراءة المسالة عدة مرات قبل تناول الخطوة التالية فقط في حال كون المعلومات المعطاة والسؤال الذي يتوجب الإجابة عليها مفهومة بشكل واضح في هذه الحالة يجب تجاوز الخطوة رقم (2)

2. دون المعلومات بشكل قائمة وبالإمكان استخدام الرموز مثل (حرف v) للإشارة إلى السرعة في عملية تمثيل العمليات الفيزياوية .

3.دوّن ما هو مطلوب وما الذي يتوجب تحديده باستخدام صيغة قائمة في حال إيجاد أكثر من مقدار.

4.ارسم مخطط يمثل المسالة ويشير بوضوح إلى الكميات المعلومة والمشخصة بعلامات الاستفهام بالرغم من إن هناك أنواع من المسائل لا تمثل تخطيط منطقي .

5.شخص ودون القواعد التي يمكن إن تكون مفيدة في حل المسالة .

6.من القواعد التي دونت في الخطوة رقم (5)اختر القاعدة (س) لكلا المتغيرين (في الخطوة2) والمتغيرات الغير معلومة (في الخطوة 3) إذا تضمنت الصيغة متغير واحد غير معلوم، اذن فالمتغير سيكون محدد عبر الخطوة(7)والخطوة رقم (8).

7.إذا لم نستطيع تشخيص القاعدة (في أكثر المسائل صعوبة) فمن المحتمل غدم القدره على تحديد المعلومات الجوهرية ولكنه بالامكان تحديدها باستخدام الاستنتاج والمزيد من التفكير والتحليل للمعلومة المطروحة فان اتضح ذلك فيجب إعادة الخطوة (1) وإعادة المعلومات المتعلقة بالمسائل المطروحة في الملخص.

8.الصيغة أو القاعدة المناسبة (s) شخصت اكتب القاعدة s بدل الكميات المعلومة في المسالة للرموز المتغيرة.

9. استخدم التقنيات الجبرية في مراجعة الإضافة (أ) ،حل المتغير غير المعلوم بواسطة (أ) اعد كتابة المعادلة لكي يصبح المتغير غير المعلوم معزول في

جانب إشارة التساوي وكذلك (ب) تقليل الأرقام في الجانب الأخر والمساواة في الكمية المنفردة .

10 .افحص الإجابة بشكل عام .هل تبدو صغيرة أو كبيرة جدا؟ فإذا كانت كذلك اعد فحص الحسابات مرة أخرى للتأكد.

11. احكم الإجابة وضمنها الوحدات الصحيحة للقياس.

الشكل يعطي ملخص لهذا الأجراء لحل المسائل الكمية الشكلية وهذه الخطوات يجب أن تدرس بعناية ويتم استخدمها في المسائل الكمية الموجودة في نهاية كل فصل

مسالة (1) و(2) يوضحان هذا الإجراء.

شكل 9-1 لاعب A يبعد عن المرمى 15 م ويبعد اللاعب B 10 م ،سدد اللاعب A الكرة باتجاه الهدف بسرعة 5 م/ثا ،وسدد اللاعب B الكرة بسرعة 9 م/ثا ، أي الكرتين ستصل الهدف أولا.

$$\text{الزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$$

الحل

1.اقرأ المسالة أولا.

2.دون المعلومات المذكورة:

أ. سرعة لاعب A =9م/ث

ب.سرعة اللاعب B =5م/ث

ج.المسافة بين اللاعب A والهدف=15م

ع.المسافة بين اللاعب B والهدف =10م

3.اكتب المتغير ليكون معلوما، جد أي الكرتين ستصل الهدف أولا؟

4.نرسم مخطط لحل المسالة

5.اكتب المعادلة المستخدمة

6.شخص القاعدة أو الصيغة مناسبة وذلك لعدم وجود معلومات ممثلة ترتبط بالحل.

7عندد قراء المسالة يجب إن تتوفر المعلومات اللازمة.

8.غذ المعلومات المذكورة إلى الصيغة.

$$\text{الزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$$

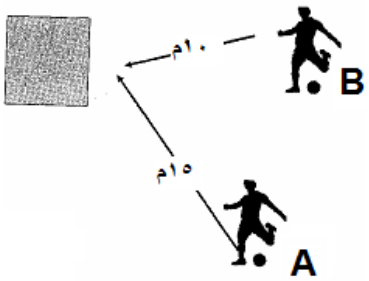
$$\text{اللاعب B} \quad \text{الزمن} = \frac{١٠\text{م}}{٥\text{م}}$$

$$\text{لاعب A} \quad \text{الزمن} = \frac{١٥\text{م}}{٩\text{م}}$$

9.حل المعادلات

$$\text{اللاعب B} \quad \text{الزمن} = \frac{١٠\text{م}}{٥\text{م}} = ٢\text{ثا}$$

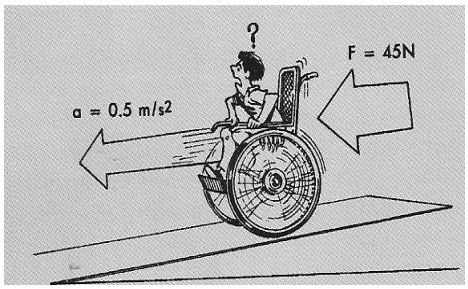
$$\text{لاعب A} \quad \text{الزمن} = \frac{١٥\text{م}}{٩\text{م}} = ١.٦٧\text{ ثا}$$



10.فحص الجواب بشكل معقول ومتكامل

11.الجواب لاعب A تصل كرته الهدف اولا ب 0.33 ثانية

شكل 10-1 رجل يجلس في كرسي متحرك يزن 20كيلو في قمة منحدر قصير فعندما تطلق الكوابح في الكرسي بشكل مفاجئ يبدأ الكرسي في الدوران هابطا إلى الأسفل ،معدل التعجيل 0.5 ثا، فإذا كانت القوة التي تسبب هبوط العجلة على المنحدر هي 45 نيوتن . فماهي كتلة الرجل؟



حل المسالة :

القوة=التعجيل × الكتلة

وحدة القوة= 45 نيوتن

كتلة الكرسي =20كيلو

التعجيل =0.5م

جد كتلة الرجل

الكتلة الكلية =كتلة الكرسي+ كتلة الرجل

القوة =الكتلة × التعجيل

45 نيوتن=كتلة الكرسي في كتلة الرجل في 0.5م/ثا

45 نيوتن =(20كيلو+ كتلة الرجل)

0.5م/ثا

45نيوتن −20كيلو= كتلة الرجل

0.5م/ثا

كتلة الرجل =70كغم

وحدات القياس Unite of Measurement

إن عملية إيجاد الوحدات الصحيحة للقياس المرتبط بالإجابة عن المسالة الكمية مهم جدا فالإجابة عن 2سم تختلف كثيرا عن الإجابة عن 2 كيلومتر، ومن المهم أيضا تمييز وحدات القياس المرتبطة بالكميات الفيزياوية فمن غير المناسب إن نعطي 10كيلو مترات من الكازولين في بلد اجنبي .

ان النظام السائد للقياس والذي لازال يستخدم في الولايات المتحدة هو النظام الانكليزي وهو نظام للوزن والقياس ويستخدم في عدة بلدان وبشكل أساسي لإغراض التجارة والرزم.هناك وحدات قياس محددة جاءت وبأوامر ملكية مثل الياردة وعرفت على أنها المسافة من نهاية انف الملك(هنري)الأول حتى أبها الذراع الممدود.

النظام الانكليزي للقياس يعرض منطق مصغر،فهنالك 12 انج الى القدم،3 أقدام للياردة، 5280 قدم للميل، 16 اونسه للباون و2000 باون للطن.

يعتمد ذلك القياس في كل الدول باستثناء الولايات المتحدة (النظام الدولي للوحدات)المعروف (s.i)أو (النظام المتري) كنتيجة لطلب الملك لويس (xvi) للأكاديمية الفرنسية للعلوم في بداية عام 1790 وعلى الرغم من إن النظام لم يعتمد بسرعة في فرنسا آنذاك ولكنه اعتمد فيما بعد في عام 1875.

معاهدة المتر وقعت من قبل 17 بلد اتفقت على تبني نظام المتر ومنذ ذلك الحين انتشر النظام المتري بشكل واسع لعدة أسباب:

1.انه يشترط أربعة وحدات ،أساسية المتر للطول والكيلوغرام للكتلة والثانية للزمنو ودرجة الكالفن لدرجة الحرارة.

2.فالوحدات الأساسية معرفة بشكل مختصر كميات يمكن أعادة تكوينها وهي لا تعتمد على عوامل مثل قوة الجاذبية وبعيدة عن تأثيراتها.

3. كل الوحدات المرتبطة بالعوامل العشرة بالتضاد مع العوامل الرقمية المعاكسة وهي ضرورية في نظام قياس الوحدات الانكليزي.

ونتيجة لتلك الأسباب وعلى الرغم من إن النظام المتري يستخدم حصرا بين المجتمع العلمي فان نفس النظام الذي استخدم في هذا الكتاب لأولئك المعروفين باستخدام النظام المتري فمن الضروري إن يكونوا قادرين على تمييز النظام الانكليزي التقريبي مساو للكميات المترية هناك عاملين لهما قيمة خاصة وهما 2.24 سم لكل انج و4.45 نيوتن لكل باوند،جميع الوحدات المرتبطة بالقياس في كل النظامين والنظام الانكليزي الشائع موجودة في الملخص (2).

إن علم البايوميكانيك علم نظامي يتطلب تطبيق المبادئ الحركية في دراسة أنظمة الحياة ذلك لان علم البايوميكانيك مستمد من حقول وقواعد أكاديمية وعلمية مختلفة والبحث البايوميكانيك يشخص ملامح كثيرة تعكس طبيعة الأسئلة المطروحة والمسالة التي ينبغي دراستها بالإضافة إلى ذلك فإن المعرفة الأساسية لعلم البايوميكانيك ضرورية في عملية التحليل الحر لحركة الإنسان بشكل مهني متكامل، بالنسبة لمعلم التربية الرياضية ،المدرب الخاص والمدربين وقادة الإبداع الرياضي.

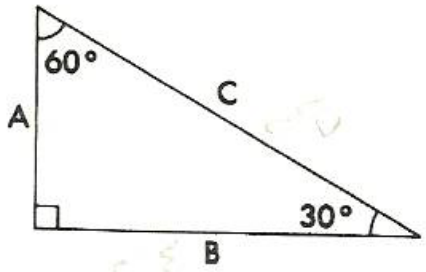
إن موضوع النظرية الحركية موجودة في هذا الكتاب ومستمر لتسهيل عملية تشخيص وتحليل حل المسائل والأسئلة المتعلقة بحركة الإنسان.

أختبر معلوماتك

ضع واقرأ ثلاث بنود من الأدب العلمي الرياضي التي تقرر نتائج الأبحاث البايوميكانيكية من قبيل (مجلة علم الحركة،الطب وعلم الرياضة والتمرين) وشخص فيما أذا كان البحث يرتكز على المظاهر المتحركة أو الساكنة وعلى أفكار الكينتك أو أفكار الكينماتك.

1. ضع قائمة ب8–10 مجلات تحتوي على مقالات بشكل نظامي متعلقة بالبايوميكانيك.
2. ناقش كيف يكون علم البايوميكانيك نافعا في حرفتك أو مهنتك.
3. اذكر ثلاث مهن وناقش أي منها كمية وأي منها نوعية.
4. اكتب وصف مسالة شكلية ومسالة غير شكلية.
5. بتعبيرك اكتب ملخص لخطوات حل المسالة المشخصة في الفصل.
6. خطوة بعد الأخرى وضح كيفية الوصول إلى الحل لواحدة من المسائل الموصوفة في المسالة (5).
7. طفلان يلعبان في ساحة كرة القدم. يبدأ تيم الركض لمسافة 15م عن الكرة ويبدأ جان بالركض لمسافة 12م عن الكرة ،معدل سرعة تيم 4.2م/ ثا أما معدل جان فهي 4.0م/ثا فمن منهما سيصل الكرة أولا؟ وضح كيف توصلت للإجابة
8. اختر حركة رياضية او مهارة معينة واقرأ اثنان أو ثلاثة مواضيع من الأدب العلمي التي تشير إلى نتائج الأبحاث البايوميكانيكية المتعلقة بالموضوع. اكتب في قصاصة تجمع المعلومات لوصف الحركة المختارة.
9. سارة تذهب إلى البقال وتنفق نصف المال،تتوقف في الطريق إلى البيت لشراء ايس كريم بمبلغ 0.78 سنت ثم تتوقف لتنفق ربع المبلغ المتبقي 5.50سنت فكم تملك ساره أصلا. الجواب 45.56 سنت .

10. وتر الزاوية القائمة في المثلث (a,b,c)بطول 4سم . ماهي أطوال الضلعين الآخرين. الجواب أ=2 ،ب=3.5 سم



11. في المثلث أ،ب،ج طول الضلع 4سم وطول الضلع ج هو 7سم ،فإذا كانت الزاوية ب،ج تساوي 50 فما هو طول الضلع (الجواب 5.4سم)
12. عداء يركض بدرجة 300م شمالا و400 جنوب غرب في درجة 45 شمالا فإذا ركض بسرعة ثابتة فكم يبعد عن نقطة الانطلاق الجواب (283.4م)
13. جون واد يشتركان في سباق 15 كيلو يركض جون بمعدل 4.4م/ثا خلال النصف الأول من السباق ومن ثم يركض بسرعة 4.2 م/ثا حتى 200م الأخيرة قطعها بمعدل 4.5م/ثا فبأي معدل سرعة يتوجب على اد إن يركض للوصول إلى جون؟ الجواب 4.30م/ثا
14. زورق يتجه شمالا في 3م/ثا في ساعة ثم يعود جنوب غرب في 45 درجة شمالا في 2م/ثا لمدة 45 دقيقة

أ . ما هو البعد الذي أبحره الزورق؟

ب. ما هو البعد من نقطة الانطلاق؟

الجواب(أ.16.2 كيلو ،ب.8.0 كيلو)

15. العمل مع مجموعة من الطلاب 3-5 اختر ثلاث حركات بشرية او مهارات حركية على سبيل المثال القفز العالي،اكتب قائمة بثلاثة أسئلة عامة لكل حركة وثلاثة أسئلة محددة بإمكان المحلل إن يجيب عليها.

16. العمل من مجموعة من الطلبة تتألف من 3–5 اختر حركة أو مهارة معروضة واختر احد الطلاب الذين يمكنهم تأديتها عدة مرات بينما يراقب بقية الطلاب المجموعة اكتب قائمة لا تقل عن ثلاث أسئلة عامة وثلاث أسئلة خاصة بإمكان المحل أن يعطي الإجابة التي تتعلق بالحركة.
17. اعمل مع مجموعة تتألف من 3–5 طلاب ستشاهد عن طريق الفيديو حركة او مهارة وبعد عرض الحركة عدة مرات اكتب قائمة على الأقل من ثلاثة أسئلة عامة وثلاث أسئلة محددة يمكن لمحلل إن يختار الإجابة المتعلقة بالحركة .
18. جد قيمة x للبيانات الآتية:

a. $x = 5^3$
b. $7 + 8 = x/3$
c. $4 \times 3^2 = x \times 8$
d. $-15/3 = x + 1$
e. $x^2 = 27 + 35$
f. $x = \sqrt{79}$
g. $x + 3 = \sqrt{38}$
h. $7 \times 5 = -40 + x$
i. $3^3 = x/2$
j. $15 - 28 = x \times 2$

19. وجه احد طلابك لتنفيذ عملية المشي بينما يراقب بقية زملائه جانبا إماما وخلفا فوق جهاز السير المتحرك Treadmill أو على الأرض ماهي الملاحظات التي يمكن تشخيصها للمشي من كل جانب وما هو المرئي والظاهر لأي جانب آخر.
20.