الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

معـهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

مطبوعة

محاضرات مقياس الميكـانيكا الحيويـة

قسم: الإدارة والتسيير الرياضي

المستوى: ليسانس

السنـة: الثانية ل.م.د

السداسي: الأول

إعداد: نويري بوبكر "أستاذ محاضر -أ-"

السنة الجامعية: 2024/2023

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

معـهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

مطبوعة

محاضرات مقياس الميكـانيكا الحيويـة

قسم: الإدارة والتسيير الرياضي

المستوى: ليسانس

السنـة: الثانية ل.م.د

السداسي: الأول

إعداد: نويري بوبكر "أستاذ محاضر -أ-"

السنة الجامعية: 2024/2023

- **الأرصدة: 04 – المعامل 02:**

المستوى: الثانية ليسانس

أهداف التعليم:

- القواعد الأساسية والمعارف النظرية والتطبيقية المرتبطة بالتخصص.
- الرفع من المستوي المعرفي والتقني والخططي للطالب في التخصص
- الربط بين مختلف العلوم الطبيعية وعلاقتها بالعلوم الأخرى

المعارف المسبقة المطلوبة:

- معرفة القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.
- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

محتوى المقياس:

1- مدخل لعلم البي وميكانيك.

2- مفاهيم البيوميكانيك الرياضية. (الحركة وخصائصها، انواعها، القوانين، التحليل الحركي).

3- استخدامات قوانين البيوميكانيك في تقييم برامج التعلم الحركي.

4- كينماتيك الحركة المستقيمة: السرعة المحيطة والزاوية والعجلة الزاوية.

5-كينتيك الحركة الانتقالية: القوة ،الدفع ،الشغل ،الطاقة والقدرة.

6- خصائص ومؤشرات القوة الميكانيكية ، عزم القوة ، دفع القوة ، قوة الاحتكاك.

7- التحليل البيوميكانيكي للمهارة الرياضية :الزمني ، البيوكينماتيكي ، البيوكنتيكي.

8- تطبيقات التحليل البيوميكانيكي لبعض الانشطة الرياضية.

9- تأثير القوة الداخلية والخارجية علي جسم الانسان.

***طريقة التقييم: المتابعة الدائمة ،امتحان.**

المراجع باللغة العربية:

تقديم المطبوعة:

في الوقت الحاضر يعد علم البيومكانيك من أهم العلوم في التربية البدنية والرياضية لاستعماله الواسع في مختلف المجالات بل أصبح العلم الجوهري لكل العمليات التعليمية والتدريبية ولا يمكن الاستغناء عنه، وعلى أساس هذا يتم تفسير مجريات العمليات كافة ومع التطور الحديث الذي اجتاح كافه الأنشطة الرياضية، أصبح من الصعب على العاملين في مجال التدريب الرياضي متابعه كل ما يحدث من تطور، وأظهرت المنافسة أهميه دراسة المكونات المهارية بأسلوب أكثر تفصيلا للتعرف على خصائصها الدقيقة ووضع أساليب التنمية المناسبة بهدف محاولة الوصول إلى مثاليه الأداء ، فالتمييز بين العوامل المساعدة والمعينة في نجاح أي أداء حركي لا يأتي إلا من خلال المعرفة الدقيقة لكافه المعلومات المحيطة بهذا الأداء سواء كانت معلومات كميه أو كيفيه ،ويشمل البيومكانيك القوانين الفيزيائية وتطبيقاتها المتنوعة على حركات جسم الانسان لمعرفة قابلية وحدود قدرات الفرد غير المتناهية فضلا عن تحليل الحركات باستعمال التصوير لغرض عرض النماذج بتكرارات عديدة ومختلفة تهدف الي تحديد الاخطاء الفنية للأداء.

وعلم البيومكانيك في مقدمه العلوم التي تهتم بدراسة وتحليل الأداء الحركي للإنسان، بهدف الوصول إلى انسب الحلول الميكانيكية للمشاكل المطروحة للبحث والدراسة، وتعميم المعلومات المكتسبة حول فن الأداء الأنسب لمختلف الأنشطة الرياضية ، ووضع ذلك في أسس ثابتة للبيومكانيك ، وتظهر أهميه بحوث البيومكانيك في تعديل وتحسين طرق الأداء المهاري للاعبين وتتمثل الواجبات الأساسية للبيومكانيك في المجال الرياضي في تحليل وتوضيح وتعديل وتحسين طرق الأداء الفنية والفردية الخاصة بالألعاب المختلفة سواء في مراحل التعلم أو التدريب للوصول بالحركة إلى أقصى كفاءة ممكنه .

يذكر كل من بارو Barow، (2000) والبيوتElliot، (1992) أن تقييم الأداء الحركى يتم من خلال ثلاث أبعاد رئيسية أهمها البعد الميكانيكي لما يتميز به من موضوعية في التقييم لاعتماده على أساليب موضوعية، كما أن دراسة الخصائص الميكانيكية تسهم فى تحسين التكنيك الرياضي عن طريق تصحيحه وتطويره وفقا لنظريات التدريب.

واشار جمال علاء الدين (1994) أنه من الضروري استحداث وتوظيف الطرق الميكانيكية (الحركية) وكذا الحلول التكنولوجية (التقنية) والتربوية المتقدمة لتسجيل ودراسة مؤشرات وخصائص الحركة الإنسانية للكشف عن طبائع الأداء الحركي ، ومن ثم الخصائص الفردية للأبطال للوصول لما يسمي بفن الأداء الأمثل ، وبين مختلف صيغ وأشكال التمرينات والوسائل التدريبية المستخدمة في الاختيار الصحيح لأكثر هذه التدريبات مناسبة لرياضي المستوي العالي ، فضلاً عن أساهمها في حل القضايا المتعلقة بطرق تعليم وصقل فن الأداء الرياضي وتلك المتعلقة بوضع الأساس العلمي لترشيد عملية التدريب .

ويذكر عادل عبد البصير (1990) أن المجال الرئيسي للميكانيكا الحيوية هو البحث عن القواعد والشروط الفنية لمختلف المهارات الحركية بطريقة موضوعية مما يساهم فى إيجاد الأسس والقواعد المناسبة لأفضل وأعلى أداء مهاري ممكن.

لذلك جاءت هذه المطبوعة لتلبي حاجيات الطالب في هذا المجال من اجل الالمام بمختلف العوامل والمتغيرات الميكانيكية لأداء مختلف الحركات والمهارات الرياضية، وحتى يتمكن الطالب من تحصيل مادة البيومكانيك، ويجب أن يكون ملما بالمبادئ الأساسية للبيومكانيك في المجال الرياضية، كما يجب أن يكون الطالب متحكما في مبادئ الفيزياء والرياضيات، والعمليات الحسابية الأساسية.

العنوان	الصفحة
مدخل الي علم البيوميكانيك (الحصة الاولي)	
تمهيد	12
1.مفهوم علم الميكانيكا الحيوية:	12
2.التطور التاريخي لعلم الميكانيكا الحيوية:	14
3. مجالات ودراسات البحث في علم الميكانيكا الحيوية	16
مدخل الي علم البيوميكانيك (الحصة الثانية)	
1.علاقة البيوميكانيك بالعلوم الأخرى	18
2.تقسيمات الميكانيكا الحيوية	19
3.أهمية دراسة الميكانيكا الحيوية	21
البيوميكانيك في المجال الرياضي	
تمهيد	23
1.مفهوم البيوميكانيك الرياضي	23
2. الحاجة الى البيوميكانيك في المجال الرياضي	24
3. مجالات البيومكانيك في الرياضة	25
4. الأهداف البيوميكانيك في المجال الرياضي	25
5.الأهداف الأساسية لبعض المهارات الرياضي	27
استخدامات قوانين الميكانيكا الحيوية في تقييم برامج التعلم الحركي	
تمهيد	29
1.تقييم برامج التعلم الحركي وفق الهدف والواجب الميكانيكي	29
2.تقييم برامج التعلم الحركي وفق السلوك الميكانيكي للجهاز الحركي	30

3.تقييم برامج التعلم الحركي وفق القوانين الميكانيكية الخاصة بالجسم البشري	31
المحاور والمستويات	
تمهيد	34
1.المحاور والمستويات (المسطحات) التشريحية	34
1.1.المحاور التشريحية	35
2.1. المستويات التشريحية	39
2.امثلة عن المحاور والمستويات في بعض الحركات الرياضية	41
الحركة وخصائصها	
تمهيد	43
1.مفهوم الحركة	43
2. مميزات الحركة	44
3.تصنيف الحركات من الناحية الميكانيكية	44
اولا: من حيث (المسار الهندسي)	44
ثانياً: تقسم الحركة وفقاً (**المسار الزمني**)	48
دراسة بيو ميكانيكية للحركات الانتقالية (كينماتيكا الحركة الخطية)	
تمهيد	52
1.المسافة والإزاحة Distance and Displacement	52
2.أهم معايير التحليل الكينماتيكي للحركة الخطية:	55
أ.السرعة VELOCITY	55
ب.التسارع Acceleration	61
كينماتكية الحركة الدورانية	

تمهيد	63
1.المسافة والإزاحة الزاوية	64
2.السرعة في الحركة الدورانية	65
أ.السرعة المحيطية	65
ب.السرعة الزاوية angular Velocity	65
ج.العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية	65
3.التسارع الزاوي:Angular Acceleration	66
1.3.العلاقة بين التسارع الزاوي والتسارع الخطي	67
كيناتيكية الحركة الانتقالية أو (الخطية)	
تمهيد	69
اولا: الكينتك الخطي (المستقيم)	69
ثانيا: قوانين نيوتن في الحركة الانتقالية (الخطية)	74
1. القانون الأول: قانون القصور الذاتي	74
1.1.الزخم الخطي	74
2.القانون الثاني: قانون التعجيل أو التسارع	75
3 . القانون الثالث: قانون رد الفعل	76
4. قانون الجاذبية لإسحاق نيوتن	77
كيناتيكية الحركة الدورانية(الزاوية)	
تمهيد	79
اولا: القوى والعزوم في الحركة الدورانية	79
1.القوة اللامركزية	79

2.قوى الجذب والطرد المركزية	80
3.العزم المزدوج	81
4. عزم القوة	81
ثانيا: قوانين نيوتن في الحركة الدورانية (الزاوية)	81
1-قانون القصور الذاتي في الحركة (الدورانية)	81
2-قانون التعجيل أو التسارع في الحركة الدورانية	83
3-قانون رد الفعل في الحركة الدورانية	83
مركز ثقل الجسم	
تمهيد	85
1.تعريف مركز الثقل	85
2.أهمية مركز الثقل	86
3.تحديد مركز ثقل الجسم	86
4.مركز ثقل الأجسام المنتظمة والغير منتظمة	86
5.الثبات والاتزان وعلاقتهم بمركز الثقل	89
6.قواعد وتقويم الحركات الرياضية	89
دراسة بيو ميكانيكية لحركة الروافع	
تمهيد	93
1.تعريف الرافعة:	93
2.مكونات الروافع في الجسم البشري	94
3.انواع الروافع	94
4.التأثير الميكانيكي للرافعة	99

5. قانون الروافع	100
6.أهمية الدراسة البيوميكانيكية لحركة الروافع في التحليل الحركي للمهارات	100
كنيماتكية حركات الرمي (المقذوفات)	
تمهيد	102
1.مفهوم المقذوفات	102
2. مصطلحات تتعلق بالمقذوفات	103
3.حركة المقذوفات	104
4.العوامل المحددة لحركة المقذوفات	105
5.مبادئ المقذوفات وتطبيقاتها في المجال الرياضي	109
كنيماتكية حركات الرمي (المقذوفات) الحصة الثانية	
1.التحليل الحركي للمقذوفات	113
أ.متجهة التسارع	114
ب. متجهة السرعة	115
ج. المعادلة الزمنية للحركة	116
د. أعلى ارتفاع (الذروة) H	117
و.ابعد مسافة (المدي) Xp	118
التحليل البيومكانكي للمهارة الرياضية	
تمهيد	121
1.مفهوم التحليل البيومكانكي	122
2.طرق التحليل الحركي	122
3.مستويات التحليل الحركي	123

4.مراحل التحليل الحركي للمهارات الرياضية	124
تأثير القوة الداخلية والخارجية على الجسم	
تمهيد	126
1.القوي المؤثرة على جسم الانسان	126
1.1.القوى الداخلية المؤثرة على الجسم البشري	127
2.1.القوى الخارجية المؤثرة على الجسم البشري	127
المراجع	**130**

المحاضرة الاولي: مدخل الي البيو ميكانيك (الحصة الاولي)

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

مرت عملية دراسة حركة الجسم البشري بمراحل تطوير متعددة ارتبطت بظهور العديد من الأجهزة والأدوات التي استعانت بها العلوم الأخرى في شتى مجالات الدراسة العلمية، فبالقدر الذي يحقق فيه تطور لهذه الأجهزة والأدوات تطورت دراسة الحركة سواء كان في الحياة العامة او في الأداء المتميز كالأداء الرياضي.

ولذلك اهتم الباحثون منذ مطلع القرن العشرين بدراسة حركة الإنسان بشكل عام واستنادا إلى الأسس العامة لهذه الحركة وفق القوانين الطبيعية بدا المختصون في مجال التربية البدنية والرياضية بدراسة أنواع الحركة وأشكالها والقوى المسببة لها.

1.مفهوم علم الميكانيكا الحيوية:

الميكانيكا الحيوية هي تعريب لمصطلح البيو ميكانيك" BIOMECANIQUE " وهو العلم الذي يهتم بدراسة حركة وسكون الأجسام كما يتناول دراسة وتحليل الأداء الحركي من أجل الوصول إلى انسب الحلول الميكانيكية المطروحة لتقييم نتائجها باختلاف متطلبات الأداء الحركي للمهارة المراد دراستها.

والميكانيكا الحيوية هي ذلك العلم الذي يبحث في حركة أي كائن حي من جميع النواحي التشريحية الفيزيولوجية، الفيزيائية.....) والذي يتعامل مع القوة المؤثرة على الأجسام الحية سواء في حالة السكون او الحركة، كما أن فهم ومعرفة القوانين الميكانيكية يسمح أيضا بإيجاد حلول جديدة للأعداد وكذلك فإنها تعمل على أن تكون الفترة التعليمية قصيرة، وبالتالي إيجاد مقدرة ممتازة من خلال التحليل البيو ميكانيكي يمكن من خلالها التوصل إلى حالات جديدة وملائمة لتطوير الأداء الفني وتحقيق مبدأ الاقتصاد في الجهد.

لقد تعددت تعريفات هذا العلم من باحث لأخر فوضعوا عدة تعريفات نذكر منها:

– يعرف الدكتور قاسم حسن حسين البيوميكانيك"هو علم دراسة القوانين العامة للحركة والتأثير الميكانيكي المتبادل بين الأجسام والحركة هي إزاحة الجسم بالنسبة لأخر في الفراغ والزمن، والتأثير الميكانيكي هو ذلك التيار المتبادل بين الأجسام الذي يغير أو يحاول تغيير طبيعة الحركة".

– يعرف علي زكي الميكانيكا الحيوية أنها "تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركة الرياضية تحت شروط بيولوجية معينه

– حسب كمال عبد الحميد "هو العلم الذي يبحث في حركة جسم الإنسان او الحيوان او بعض أجزائها بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الأرض أو في الفضاء الخارجي".

– يشير فؤاد توفيق السامرائي إلى إن "كلمة بيو ميكانيك (Biomechanics) أصلها إغريقي وهي مكونة من كلمتين (Bio) وتعني الحياة و (mechanic) وتعني الواسطة أو الأداة، فان تركيب الكلمة يعني الآلة الحيوية وهو العلم الذي يبحث في حركة الأجسام الحية والمادية من وجهة القوانين المادية من دون استثناء

– " إن كلمة بيو ميكانيك باختصار هي العلم الذي يبحث في تأثير القوى الداخلية والقوى الخارجية على الأجسام الحية، ونعني بالقوة الداخلية العضلات والأعصاب، أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة".

– "البيو ميكانيك هو أحد فروع علم الفيزياء وهو العلم الذي يبحث في حركة وسكون الأجسام المختلفة".

– "البيو ميكانيك هو علم دراسة القوانين العامة للحركة والتأثير الميكانيكي المتبادل بين الأجسام وأصبح مصطلح الميكانيكا الحيوية شائع الاستخدام منذ السبعينات على أنه مجال الدراسة الذي يختص بالتحليل الميكانيكي لحركة الأجسام الحية".

"يعرف البيو ميكانيك في المجال الرياضي على أنه العلم الذي يقوم بتحليل ودراسة المهارات الحركية للرياضي أثناء انجازه مهارة حركية معينة".

2.التطور التاريخي لعلم الميكانيكا الحيوية:

مر علم البيو ميكانيك بكثير من التطور على أيدى العديد من العلماء من العصر قبل الميلاد حتى العصر الحديث وكان أرسطو (284/322ق م) أول من أشار إلى هذا العلم وأثره على حركة الأجسام وشرح اثر حركة الذراعين على سرعة العدو ووصف حركة المشي.

_ كما ساهم أرخميدس (212/278ق م) في تطور العلم بطريقة غير مباشرة بتطوير قوانين الحركة في السوائل كما برهن جالنا الطبيب المعروف (201/131م) إن الدفع الحركي ينتقل من المخ إلى العضلات عن طريق الأعصاب، وكان تشريح جالن يمارس على الحيوانات (القردة، والكلاب ،والأغنام ، وكذل الفيلة) ولكن لم يحدث عندئذ تطور كبير جديد بالذكر ويرجع السبب في قصر أبحاثه على الحيوانات ، حيث لم يكن بالإمكان في ذلك الوقت إجراء هذه الأبحاث على الإنسان أو على حركاته

_ وكان ليوناردو دافنشي (1519/1452) له أثره في تطوير العلم حيث اهتم بدراسة حركة الإنسان وتركيب حثته وأوضح إن جسم الإنسان يخضع إلى قوانين الميكانيكا ووضح وصف ميكانيكا لجسم الإنسان في عدة أوضاع باستخدام النماذج.

_ وجاء ألفونسو بوريلى (1679/1608م) وهو طبيب وعالم رياضيات ايطالي وكان تلميذ جاليليو، واهتم بتطبيق المعادلات الرياضية لحل مشاكل الحركة واظهر عمل الروافع في جسم الإنسان وأوضح إن العضلات تعمل وفقا لمعادلات ميكانيكية واضحة، ووضع كل أبحاثة في كتاب يعتبر في الواقع خاصا بالميكانيكا الحيوية ويعتبر بوريلى أول من وضع تدريبات العلاج الطبيعي على أساس ميكانيكي.

_ كما ساهم نقولا اندريا (1742/1658م) في وضع أساس العلاج الطبيعي.

_ وفى عام 1836م نشر عالمان من علماء وظائف الأعضاء الألماني هما ى.ب فيبر أبحاثهما المنتظمة عن الحركة الانتقالية للإنسان وعن حركة المشي (ميكانيكا آلات المشي الإنسانية)، ولقد استخدم في ابحاثهما طرقا رئيسية متعددة وكانت النظرية الخاصة بهما والمتعلقة بحركة المشي الحركة البندولية البحثية

وحركة تبديل الأرجل تتم فقط على أساس تأثير قوة الجاذبية الأرضية أساس للأبحاث التي قامت فيما بعد بمعارضة هذه النظرية.

ـ وكان نيوتن (1727/1642م) علامة بارزة من علامات تطور علم دراسة الحركة الإنسانية بوضعه القوانين الميكانيكية الأساسية كما ساهم توماس اديسون (1880م) في تطور علم الميكانيكا الحيوية بطريقة غير مباشرة عن طريق تطوير لأجهزة التصوير السينمائي.

ـ وقد حقق العلم تطورا باكتشاف أبحاث العالمان الألمانيان فيشر وبراون عام (1938م) في أوزان وكتل أجزاء الجسم ومركز الثقل وقد استنبطا عن طريق أبحاثهما طريقة جديدة لتحديد مركز الثقل، وقد استكمل العالم السوفياتي برتشتاين الأبحاث التي قام بها فيشر وبراون والتي تختص بالتصوير المتتابع الدائري والخاص (بالمسافة /الزمن).

ـ ويعتبر لسجافن (1837/1909م) من العلماء الذين اهتموا بالتشريح والفسيولوجيا كأساس لعلم الميكانيكا الحيوية ولتوضيح الارتباط بينهما في المجال الرياضي، كما عالج علاقة البيئة المحيطة وإثرها على الجسم البشرى.

ـ وفى عام (1939م) واصل كراسوكوفا تلميذ لسجانت ومعه كونيكوف وهو أستاذ الميكانيكا الحيوية بمعهد لينجراد للثقافة البدنية الأبحاث وأثبتوا أن للبيو ميكانيك دورا كبيرا في إعداد الرياضيين.

ـ كما أدى التطور في الرياضات المختلفة إلى الإسراع بتطوير الميكانيكا الحيوية ، وقد طورت معظم الدول الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية في إطار المناهج الرياضية ، وعندما تطور البحث العلمي لدراسة وتحليل عناصر حركات الإنسان وسلوكه الحركي واجه نفس المشكلة ، واقترحت مسميات عديدة لاختيار اسم لهذه المساحة الجديدة ، فقد استخدم مسمى علم الحركة للإنسان، والذي يتعامل مع معطيات متعلقة بعمل ووظيفة الجهاز العضلي والعظمي لجسم الإنسان ، وفيما بعد لاقت الدراسة المتعلقة بتطبيق مبادئ الميكانيكا على حركات الإنسان قبولا واسعاً كجزء متكامل من علم الحركة للإنسان ، ثم عقدت أول ندوة عالمية في البيو ميكانيك سنة 1967 تحت رعاية لجنة البحوث للمجلس الدولي للرياضة والتربية الرياضية التابعة لمنظمة اليونسكو العالمية ،كما أنشأت الجمعية الدولية للبيو ميكانيك سنة 1973 بغرض تبادل الأفكار والإنتاج العلمي وتقديم المشورة العلمية للباحثين.

ـ وفي عام (1985م) صدرت مجلة الميكانيكا الحيوية الرياضية ، ومع تطور التقنيات الحديثة في التصوير والإمكانيات الهائلة في تكنولوجيا المعلومات وخاصة في وضع وتصميم برامج الكمبيوتر إلى تطوير كبير جدا في طرق تطبيق القوانين والقواعد الخاصة بالميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي مع ظهور شركات خاصة في تصميم الأدوات وأجهزة التصوير الحديثة وتصميم برامج التحليل الحركي على أجهزة الكمبيوتر ووجود منصات لقياس القوى وكذلك التقدم في آلات التصوير ذات السرعات العالية في كاميرات فيديو أو سينما ، لذا اهتمت الميكانيكا الحيوية في العصر الحديث باستنباط القوانين الطبيعية التي تحكم حركة الجسم البشرى في ضوء خصائصه التشريحية والفسيولوجية و النفسية و علاقتها بإنجاز الواجب الحركي المطلوب ، وينصب الاهتمام الخاص بالممارسة العملية للرياضة – مستعينة بالميكانيكا الحيوية – على إكمال فن أداء الرياضة سواء عن طريق التدريب أو من خلال دروس التربية الرياضية أيضا.

3. مجالات ودراسات البحث في علم الميكانيكا الحيوية:

* يدرس حركة وسكون الأجسام المختلفة الأحجام والخصائص مثل حركة الكواكب والذرات الإلكترونية.
* يبحث في الحركة النسبية للأجسام مستخدمة مقوماتها وشتى صورها وكذلك سكونها النسبي.
* يبحث في حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائهما بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الأرض أو الفراغ الخارجي بهدف إيجاد وتحديد التكنيك المثالي.
* يدرس القوى الداخلية والخارجية المتعلقة بحركة الجسم الإنساني بهدف الوصول إلى الكفاءة الحركية.
* يدرس تطبيق القوانين الميكانيكية على الأجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركي لجسم الإنسان.
* يقوم بدراسة الأداء الحركي للإنسان بغرض الوصول بالأداء إلى أعلى مستوى تسمح به إمكانات البشر.
* يدرس الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة المبادئ والعلاقات المتواجدة.

المحاضرة الثانية: مدخل الي البيو ميكانيك (الحصة الثانية)

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

1.علاقة البيو ميكانيك بالعلوم الأخرى:

تطور علم البيو ميكانيك في الوقت الحاضر بفعل التطور الكبير للمعرفة والتقدم في صناعة الأجهزة المختلفة ذات العلاقة بتحديد الخصائص والمتغيرات المؤثرة في حركة الرياضي، ولمعرفة دقائقها التي قد تختفي عن العين المجردة في ملاحظتها لتثبتها، وما الأرقام القياسية والمستويات العالية في الأداء والتي وصلت إلى درجة متقدمة جاءت نتيجة لدراسة الحركة دراسة وافية من حيث زمانها ومكانها والقوى المسببة في حدوثها والمؤثرة على مسارها الحركي، وإن أهم ما يحتاج إليه العاملون في التربية الرياضية هو دراسة حركة الرياضي وتحليلها لمعرفة دقائقها، وضم النواحي الديناميكية ومكوناتها وقيمها مع دراسة المسار الحركي الهندسي و الزماني للوقوف على العوامل المؤثرة على التوازن في الجسم مثلاً عن طريق القوانين التي تطور نظريات التربية الرياضية كأساس للتقويم حيث نجد أن البيو ميكانيك يعتمد على:

أ–علم التشريح: بصفته علماً يهتم ببناء جسم الإنسان وتكوينه (عظام ، مفاصل ، عضلات ، أنسجة ، أوتار) واعتماد العمل العضلي في الجسم على نظام الروافع في حركاته المختلفة ، فلا بد من معرفة منشأ و اندغام العضلة كنقطة لتأثير القوة أو المدى الحركي للمفاصل وأنواعه وحركاتها مثل حركة الساق والقدم عند الثني أو المد في حركات ضرب الكرة وتأثير الثني فيهما على حركات مفصل الفخذ كمحور للحركة يتميز بأنه من المفاصل ذات الثلاثة محاور ، أي تسمح حركته بالثني والمد الزائد ، فضلاً عن التبعيد والتقريب وحركات التدوير ، لذا فإن الجهاز الحركي هو المعني بشؤون حركة أجزاء الجسم بمختلف أنواعه ، وإن جسم الإنسان يحكمه تكوينه وتركيبه من الناحية التشريحية ، لذا نجد أن دراسة الحركات لكل مفصل طبقاً لطبيعته من الأمور المهمة الواجب فهممها فهماً عميقاً.

ب–الفسيولوجيا: هو علم يهتم بدراسة وظائف جسم الإنسان وأنسجته لأن جسم الإنسان يعمل وحدة واحدة متكاملة ، أي أن هناك علاقة بين الجهازين العصبي المركزي والعضلي ، وتطور علم البيو ميكانيك يهتم بتطور النظريات المختلفة لفسيولوجية الجهاز العصبي العضلي.

ج–الرياضيات والفيزياء: من خلالهما يمكن إيجاد الحلول الكثيرة المتعلقة بقياس جسم الإنسان والدقة في وضع النتائج بإيجاد العلاقة والأسباب التي تؤدي حدوث الحركة من خلال قوانين التعجيل والقصور الذاتي والمقذوفات والاحتكاك والجذب الأرضي وعلم الموائع التي جميعها اهتمت بدراسة النقاط المادية لجسم الإنسان سواء فيزيائية الموائع ذات العلاقة بطوفان الجسم ، أو قوانين الإزاحة ، وسرعة سقوط الأجسام قد ساهمت في الحصول على نتائج ذات نتائج موضوعية ساهمت في تقدم علم البايوميكانيك وتطوره.

د–علم النفس: حيث نجح أن العلماء السيكولوجيين دأبوا في دراسة حركة الإنسان لأنها صور مختلفة عن سلوكه الذي يعبر بطريقة غير مباشرة عن نفسية الكائن الحي وجميع المعلومات التي حصل عليها من تفسيرات للتركيب السيكولوجي في عملية التعلم هي نتيجة لملاحظة حركة الإنسان في المواقف التعليمية المختلفة.

هـ–العلوم التربوية: كما أن للبيو ميكانيك علاقة بنظريات التربية الرياضية لأنه يهتم بإيجاد الحلول ووضع الطرق والنتائج الملائمة والمطابقة لحركات الإنسان للوصول إلى التكنيك الجيد.

2.تقسيمات الميكانيكا الحيوية:

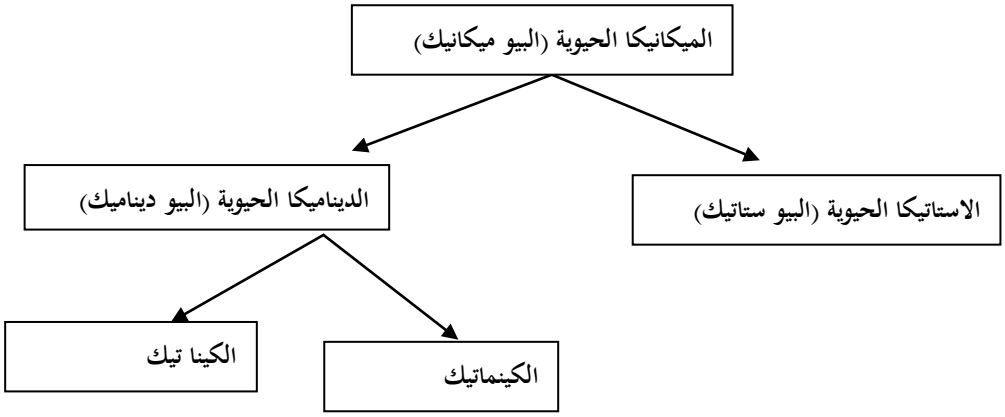
البايوميكانيك هو الميكانيكا الحيوية وهو العلم الذي يعنى بدراسة حركات جسم الإنسان باستخدام الارتباط الوثيق بين الجانب الميكانيكي mécaniqueالذي يحدد بقوانينه الحركة وكذلك الجانب العضوي Bio الذي له التأثير المباشر في الحركة، للوصول إلى الأفضل من خلال إيجاد التكنيك الأمثل. وينقسم البايومكانيك الي:

2. 1.الأستاتيك الحيوية (البيو ستاتيك): ويهتم هذا القسم بدراسة الحركات ووضعيات الرياضي التي تكون في حالة السكون فمثلا الرياضي الذي يقوم بحركة الوقوف على اليدين في رياضة الجمباز هو يؤدي حركة رياضة من على السكون وتحت تأثير قوتين متساويتين في الشدة ومختلفتين في الاتجاه هما (قوة الجاذبية وقوة رد فعل الذراعين)

2. 2.الديناميكا الحيوية (البيو ديناميك): وهي قسم من البيو ميكانيك تقوم بدراسة المهارات الحركية المتغيرة المكان (المتنقلة) بسرعات متغيرة سواء كانت متزايدة أو متناقصة، أي يتعامل مع الانظمة التي يكون لها تسارع في الحركة، وهو فرع يبحث في حركة الاجسام، وتنقسم الى قسمين:

ا–الكينماتيكا: وتهتم بدراسة حركة الأجسام من الناحية الكمية (الزمن، المسافة، السرعة، الزوايا التردد، التسارع ...)، أي وصف الحركة وصفا مجردا دون التعرض للقوي المسبب لها، وكذلك يهتم الكينماتيك بتحليل الميكانيك الحيوية من الجانب الكيفي أي الوضعيات والكيفيات اللازمة لتنفيذ الحركة المهارية بشكل صحيح فمثلا: في رمي كرة السلة يجب ملاحظة حركة كل من مفصل الركبة والحوض والمرفق والساعد توالي (تتابع) اشتراك هذه المفاصل فيما بينها.

ب–الكيناتيكا: ويهتم بدراسة مسببات الحركة أي القوى اللازمة لأداء الحركة سواء كانت داخلية او خارجية.



شكل (01) يوضح أقسام الميكانيكا الحيوية

3.أهمية دراسة الميكانيكا الحيوية:

1- يساعد الفرد على إتقان الأداء الحركي والوصول بالحركة إلى المستوى المطلوب بكفاءة وكفاية

2 - يساعد الفرد على تفهم الحركات التي يقوم بها مما يساعد على أدائها بطريقة سليمة وكذا تجنبه الحوادث والخطورة

3- يساعد الفرد على الإحساس بالقوام المعتدل وحسن استخدام أطراف الجسم وأجزائه المختلفة

4- يوفر للفرد القدرة على تقويم الحركات من حيث تأثيرها على التكوين البدني وكذا معرفة الأخطاء وأسبابها

5- يساعد الرياضي في الوصول إلى مستوى البطولة إذا توفرت لديه الإمكانيات وذلك بتطبيق المبادئ والقوانين الميكانيكية والحركية في التدريب

6- يوفر للفرد القدرة على تحليل الحركات المختلفة

7- يسهل على المعلم عملية التعليم وذلك باستخدام الأسس العلمية من حيث تحليل الحركات الرياضية وبالتالي امكان تحديد الأخطاء واكتشافها والعمل على إصلاحها مع معرفة النقاط الفنية الخاصة بكل مهارة حركية.

8- يساعد المعلم على وضع البرنامج المناسب تبعا للسن والجنس والحالة الصحية وكذا وضع برنامج للمعاقين.

المحاضرة الثالثة: البيو ميكانيك في المجال الرياضي

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

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

1.مفهوم البيو ميكانيك الرياضي:

البيو ميكانيك الرياضي يعتبر الحجر الأساس لتقدم الرياضيين في أدائهم الحركي الفني، حيث انه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الرياضي تحليلا يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيك) بالإضافة إلى التعرف على مسببات الحركة الرياضية (الكينتيك)، بما يكفل اقتصادا وفعالية في الجهد.

وعلى الرغم من تعدد مجالات علم البيو ميكانيك بشكل عام فالبيو ميكانيك الرياضي يقتصر على مدرس ومدرب التربية الرياضية، واللاعبين، وممكن إضافة الباحثين في هذا المجال سواء على مستوى التحليل الحركي أو عمل النماذج المثالية للحركات الرياضية او دراسة الأدوات الرياضية وعلاقتها بالإنجاز الرياضي مثل الأحذية وأدوات التدريب.

ومن الجدير بالذكر بان مدرس التربية البدنية والرياضية لابد أن يعي ويفهم الأداء الفني للمهارات قبل أن يقوم بتدريسها وهذا يعتمد على فهم المدرس للأسس العلمية لشروط الخاصة ببيو ميكانيكية هذه المهارات، والتي يعتبر من الأمور الأساسية المهمة جدا للمدرب الرياضي وخصوصا إذا كانت اللعبة التي يدربها تعتمد بتطبيقها على استخدام المبادئ البيو ميكانيكية في الانجاز الحركي مثل الجمباز وألعاب القوى والألعاب الأخرى.

2. الحاجة الى البيو ميكانيك في المجال الرياضي:

في السنوات الأخيرة أصبحت الحاجة إلى البيو ميكانيك ماسة كونه يمثل أحد علوم الرياضة التي تعتمد عليها الألعاب بدرجة كبيرة من الأهمية وقد يرجع ذلك الى سببين هما

أ.أصبحت الفروق الفنية (التكنيك) بين الأبطال العالميين والمستويات الرياضية محدودة يصعب ملاحظتها بالعين المجردة.

ب.عادة ما تكون متطلبات العمل او الأداء على أجهزة وأدوات التدريب والمنافسات كبيرة بالدرجة التي يصعب معها أن ينهي عددا كبيرا من الرياضيين حياتهم الرياضية دون التعرض لإصابة.

إن الفلسفة المتبعة في التعامل مع جسم الإنسان من خلال دراسة التحليل الميكانيكي بالاعتماد على التحليل البيولوجي، يعتمد على محاولات العلمية لدراسة الترابط بين عمليات التدريب الرياضي وبين طرق تحسين الأداء الرياضي من خلال تحسين أدوات والمستلزمات الخاصة بالرياضي والتي تساعده على الحصول على انسب المسارات الحركية والتي يؤديها بالشكل الاقتصادي لكل المستويات التدريب، وهي تتطلب في الحقيقة معرفة ما يلي:

- المعلومات الأساسية التي تدخل في بناء مختلف القوانين الميكانيكية المستخدمة في المهارات الرياضية.
- تحديد القدرات البدنية لأداء وتحديد المداخل الميكانيكية الخاصة بدراسة هذا الأداء.
- معرفة الأسس الحركية للأداء البشري والذي يعتبر القاعدة الأساسية التي يبنى عليها محتوى أي برنامج تدريبي.
- عند دراسة قانون السرعة والذي يعني النسبة بين المسافة المقطوعة وزمن قطع هذه المسافة التي يمكننا أن نطورها بالتدريب لدى اللاعب.

ومن جهة أخرى فان مميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المميزات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لأداء هذه الخطوة، وبهذا يمكن أن يكون معدل السرعة هو ناتج لكل من طول الخطوة وترددها (معدل الخطوة) والعلاقة بينهم هي:

معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها، والتي سنتناولها لاحقا.

3. مجالات البيو مكانيك في الرياضة: إن تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية خلال حركة الجسم مع السيطرة والتحكم الكامل بهذا الأداء من خلال الجهاز العصبي وردود الأفعال والإدراك الحسي ووفقا للهدف من الأداء او الحركة لغرض تنفيذ هذا الأداء وتحقيق الانجاز بالاعتماد على توضيح العلاقة بين السبب والنتيجة أعطى ذلك في أن يكون هناك مجالين لرئيسيين للبيو ميكانيك في الرياضة وهما:

1.مجال تحليل الأداء: وفي هذا المجال تطرح عادة بعض الأسئلة منها

ماهي خصائص تكنيك أفضل الرياضيين؟

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

ماهي الاختلافات الفنية بين كل من الرجال والنساء عن تطبيق الأداء لمختلف الحركات الرياضية؟

2.مجال تحليل الحمل: ونستعرض بعض الأسئلة في هذا المجال

-ماهي القوى المؤثرة في حركات متعددة؟

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

-كيف يمكن التغيير في التدريب لتخفيض الأحمال؟

4. الأهداف البيو ميكانيك في المجال الرياضي:

يعتبر تحديد الأهداف البيو ميكانيكية الرياضية لكل مهارة أمرا أساسيا فبغض النظر عن طبيعة الهدف سواء كان تعليم مهارة حركية معينة عند المبتدئين أو تطوير بعض المهارات في المستوى العالي (عند الرياضيين المحترفين) فأن النجاح في تحقيق هذا الهدف لابد أن يحدد له مجموعة من الأهداف الميكانيكية كان تكون الأهداف كمية أو كيفية أو كيناتيكية.

وعليه يمكن القول إن الغاية من وضع بعض الأهداف الميكانيكية الأساسية للحركة هو السماح للمربي الرياضي أو المدرب بتحليل الأداء المهارى الحركي من جهة وتطوير فاعلية الأداء من خلال معرفة هذه الأهداف مسبقا من جهة أخرى.

مثال: تحدد الأهداف البيو ميكانيكية الاساسية في مهارة دفع الجلة بمعرفة ما يلي:

المهارة الحركية	الهدف البيو ميكانيكي		
	الهدف الكمي	الهدف الكيفي	الهدف الكيناتيكي
دفع الجلة	-زاوية الذراع 40° -الرمي لأبعد مسافة -الرمي في التوقيت المحدد	-عدم الخروج عن الدائرة -التنسيق بين العضلات -عدم خروج الجلة عن مجال الرمي	الرمي بأقصى قوة

جدول01 يمثل الأهداف البيو ميكانيكية الاساسية في مهارة دفع الجلة

بصفة عامة أهداف الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي:

-تحسين الأداء

-منع الإصابة وعمليات التأهيل بعد الإصابة

-تحسين الأداء الفني (التكنيك)

-تطوير واستخدام أدوات جديدة

-تحسين التدريب

-تكنيكات لتقليل من فرص الإصابة

-تقليل الإصابة عن طريق تصميم المعدات.

5.الأهداف الأساسية لبعض المهارات الرياضية:

الرقم	الهدف الميكانيكي الأساسي	المهارة الرياضية
01	انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى مسافة أفقية	رمي الرمح، القرص، الجلة، الوثب الطويل، الثلاثي...
02	انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى ارتفاع رأسي	الوثب العالي، القفز بالزانة
03	تحريك الجسم أو أجزائه لأداء نمط حركي	الجمباز، كمال الاجسام...
04	انطلاق الأداة بأعلى مستوى دقة	الرماية، تصويب الكرة...
05	انطلاق الأداة بأعلى مستوى دقة مع توافر عنصر السرعة لتعزيز فعالية الاداء	الإرسال في التنس، الإرسال في الكرة الطائرة، الضرب الساحق

جدول 02 يمثل الأهداف الأساسية لبعض المهارات الرياضية

المحاضرة الرابعة: استخدامات قوانين الميكانيكا الحيوية في تقييم برامج التعلم الحركي

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

الميكانيكا الحيوية كعلم حديث قائم بذاته يعتمد على أسس تطبيقية تخصه، فهو يستخدم على نطاق واسع في دراسة الحركات الرياضية بمختلف أنواع الرياضة الفردية منها والجماعية (صريح،2010،ص7) ، فالنتائج الخاصة بالأداء الحركي سواء النتائج الكمية أو النوعية، تعد من أهم الضروريات في معالجة الأداء الحركي، وتطبيق المهارات الرياضية المختلفة، والتي تمهد الطريق لبناء حلول علمية تهتم بوضع البرامج التعليمية والتدريبية وتقييمها، اعتمادا على ما يتم قياسه من خلال التحليل الحركي بشقيه الكمي (نتائج القوانين الميكانيكية) والنوعي (الملاحظة العلمية للأداء) ، واصبحت الحاجة ملحة إلى بيان أهمية تناول القوانين الميكانيكية بشكل عملي في الميدان للمساعدة في تقييم التعلم الحركي ، بما ينسجم والحصول على النتائج التي تساعد المعلم والمدرب لمعرفة مدى نجاحهما كل في مجاله .

فالميكانيكا الحيوية ما هي إلا نتاج تفاعل للقوى الميكانيكية في حركة الجسم البشري، وعليه فهي تعمل على التعرف على الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي، وعلاقاتها بعضها ببعض. كما تمكن من تطبيق القوانين الميكانيكية على الجهاز الحركي للتلميذ أو اللاعب، وتهتم أيضا بدراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الداخلية والخارجية وتأثيرها على جسم التلميذ أو اللاعب. وهذا كله يفيد المعلم والمدرب على حد سواء عند تطوير الأداء الحركي والتدريب البدني بالشكل الذي ينسجم مع الهدف من الأداء، أو عند تقييم الأداء وكشف الأخطاء المتعلقة به (صريح،2010، ص8)

1.تقييم برامج التعلم الحركي وفق الهدف والواجب الميكانيكي:

مما سبق ذكره، يمكن الاستفادة من الميكانيكا الحيوية عند تقييم برامج التعلم الحركي، من خلال تقييم الهدف أو الواجب الميكانيكي من المهارة أو النشاط الحركي، وهذا بناءا على توصيف المهارات الرياضية وتصنيفها حسب الأهداف الميكانيكية الأساسية للمهارات (طلحة،15،12،1993)، فمثلا الهدف

الميكانيكي الأساسي من الضربة الساحقة في الكرة الطائرة، يتمثل في ضرب الكرة بأقصى سرعة في اتجاه ملعب الخصم، وعليه تصبح الكرة جسما مقذوفا يمكن معالجته ميكانيكيا بقوانين المقذوفات.

أما المهارات التي تتميز بتعدد الأهداف الميكانيكية الأساسية، فإن تصنيفها تحدده أولوية هذه الأهداف، فكما في المثال السابق، هل السرعة هدف أهم من الدقة أم العكس؟ وهكذا، لذا فقد وضعت قائمة بالأهداف الميكانيكية الأساسية، وهذا لتصنيف المهارات الرياضية في ضوئها للاسترشاد بها عند تحليل الأداء، فمثلا؛ هل الهدف هو انطلاق الأداة أو الجسم إلى أقصى مسافة أفقية (مهارات الرمي والوثب الطويل) أو الهدف هو انطلاق الأداة أو الجسم إلى أقصى ارتفاع رأسي (الوثب العالي والقفز بالزانة) أو يكون الهدف هو التغلب على المقاومات (السباحة، المصارعة، الجودو)، وهكذا فإن استخدام الهدف الميكانيكي الأساسي كقاعدة لتصنيف المهارات ليس إلا مجرد تحديد مبدئي يساعد في العديد من الأمور التي ترتبط باحتمالات التقييم بين مهارات الرياضات المختلفة.

2.تقييم برامج التعلم الحركي وفق السلوك الميكانيكي للجهاز الحركي:

ويمكن للمدرس والمدرب تقييم برامج الأداء للتلميذ أو اللاعب وفق مدى تطابق الأداء مع السلوك الميكانيكي للجهاز الحركي للجسم البشري، حيث أن فهم الاساسيات المتعلقة بالنواحي التشريحية والفسيولوجية والميكانيكية لحركة الجسم تساعد في تعلم وتعليم المهارات الرياضية وتحسين الأداء، وفي تقييم النتائج (صريح،2010،ص148،ص168) ، فمن ناحية، أن فهم المبادئ البيو ميكانيكية تساعد عند أداء المهارة بتقليد أسلوب خاص بلاعب معين على تقييم الأداء وادراك المشاكل المترتبة على ذلك ؛ حيث ان الخصائص البدنية ليست متماثلة بين الأفراد (كالقوة، والسرعة، والمرونة، ..) وكذلك القياسات الأنتروبومترية لكل فرد، إضافة إلى تفرد كل شخص بصفات نفسية تخصه، مما قد يؤدي إلى نتائج سلبية.

ومن ناحية أخرى، أن نظام الحركة بالجسم البشري يعمل بنظام الروافع؛ حيث أن جميع حركات الجسم هي حركات زاوية تتعلق بعزوم العضلات التي تسبب هذه الحركات، وهذا الأمر يتطلب فهم العمل على مستوى العضلات سواء القابضة أو الباسطة، وواجب كل عضلة على كل مفصل بالعضو من اجل تعزيز العمل فيها ضمن واجباتها الحركية الخاصة بنوع المهارة المنجزة، ففهم هذا النظام من طرف المعلم أو

المدرب أو حتى التلميذ أو اللاعب سوف يساعد على تطوير الأداء الحركي وتقييم النتائج بطريقة أفضل. إن معرفة حركة المفاصل ومدى مرونتها واتجاه حركتها الزاوية، والعضلات المرتبطة بها، والمجاميع العضلية المشتركة في الواجب الحركي، مفيد جدا في اقتصاد الوقت والجهد عند التعلم أو التدريب، وهذه الخاصية تمكن من تقييم أفضل للأداء، فمثلا لتقييم المسافة المناسبة التي ينبغي على لاعب كرة اليد تحقيقها لاكتساب التسارع عند أداء مهارة التصويب البعيد ينبغي تحديد ودراسة العلاقة بين ما يتحقق من سرعة نتيجة القوة العضلية في المجاميع العضلية العاملة، ومرونة المفاصل فيها وامتدادها بالذراع الرامية، فهي التي تؤثر في اتجاه السرعة وطول مسافة التسارع؛ حيث أن مسار الكرة يتأثر بعمل العضلات المرتبطة بالواجب الحركي (الرمي) وشغلها الميكانيكي ، والذي له علاقة بتحقيق مسار تسارع عالي للذراع الرامية مما يسبب مسار حركة خطي للكرة وبأقصى زخم. وعليه فتحقيق الأداء وفق الشروط الميكانيكية المطلوبة وتقييمه، يمكن من خلال معرفة عمل هذا النظام الميكانيكي بالجسم البشري، من أجل تبسيط الأداء المهارى، وتعزيز الجوانب البدنية اللازمة له.

3.تقييم برامج التعلم الحركي وفق القوانين الميكانيكية الخاصة بالجسم البشري: كما يمكن للمدرس والمدرب تقييم برامج الأداء للتلميذ أو الرياضي وفق المبادئ والقوانين الميكانيكية الخاصة بالأداء الحركي للجسم البشري. ويتعلق الأمر هنا بتطبيق قوانين نيوتن في الحركة الخطية والزاوية على مختلف المهارات الرياضية، (صريح،2010،ص148،ص162) ان حركة الجسم البشري هي نتاج قوى داخلية وخارجية، ولها قوانينها ومبادئها التي تحكمها، فالمدرس أو المدرب يمكنه من تقييم الأداء للتلميذ أو اللاعب من خلال تقييم وحساب القوى المؤثرة على العضو الذي يتم من خلاله الواجب الحركي، أو الجسم ككل من الناحية الكينيتكية، كما يمكن تقييم صفات الحركة بالواجب الحركي من زخم وسرعة وتسارع بالأداء الحركي من جهة كينيماتيكية، وهذه الأخيرة مترتبة في خصائصها على القوى المؤثرة بالجسم أو العضو المنهمك في الواجب الحركي، أي أنها تؤثر على الزخم الذي قد يكون بين أجزا ء الجسم، أو بين الجسم والأرض مثلا. والذي يتولد عنه انتقال للزخم من خطي إلى زاوي أو العكس، وعليه ينبغي معرفة هذه العلاقات عند تقييم الأداء الحركي للتلميذ أو اللاعب.

إن مبدأ نقل الزخم يمكن أن يكون مبدأ تعليمي، حيث أن التحكم بأنصاف أقطار أجزا ء الجسم يمكن أن يسبب زيادة الزخم الزاوي أو نقصانه وفقا للأداء. فمثلا عمل الجذع يكون جد مهم في حركة الرمي النهائية للاعب رمي الرمح، أو الملاكم عند تسديد قبضة للخصم، أو للرباع عند التحضير لرفع الأثقال...؛ حيث أن الجذع يشكل 50% تقريبا من كتلة الجسم ، الزخم الزاوي الناتج عن حركته الزاوية يكون كبير جدا إذا ما قورن بزخم الأجزاء الأخرى، فمعرفة القوانين المرتبطة بنوع الأداء الحركي في المهارات الرياضية سواء المتعلقة بالناحية الشكلية للحركة (الكينماتيكا،) أو المتعلقة بأسباب الحركة (الكينيتيكا) يمكن من فهم الواجب الحركي لتنفيذه على أكمل وجه، ومن ناحية أخرى يساهم في تقييم وتحليل أوجه النقص أو الخلل في الأداء الحركي للتلميذ أو اللاعب ومن ثم تداركه وتصحيحه مستفيدين من مبدأ الاقتصاد في الجهد والوقت.

المحاضرة الخامسة: المحاور والمستويات

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

إن ميكانيكية المحاور والمستويات في المجال الرياضي هما مفاهيم أساسية في الرياضيات والفيزياء فالمحاور هي خطوط تمتد في اتجاهين بينما المستويات هي مجموعة من النقاط التي تكون في نفس السطح، في ميكانيكية المحاور والمستويات ندرس الحركة والتفاعلات بين الأجسام والمستويات والمحاور التي تحدث فيها. هذه المفاهيم الأساسية تشكل جزءاً هاماً من دراسة الفيزياء والرياضيات، وهي ضرورية لفهم العديد من الظواهر والتطبيقات في العالم الحقيقي.

1.المحاور والمستويات (المسطحات) التشريحية.

إن جميع حركات الاجسام المادية الجامدة والحية ومنها جسم الانسان تخضع دون استثناء الى قوانين الميكانيكا الأساسية وذلك لأن كل حركة تعد ناتجا ميكانيكيا ينتج عن تغير المكان الخاص بأجزاء الكتلة في حيز من المكان والزمان معا.

ان استخدام المحاور والمستويات هو لأجل التصنيف، حيث أن نقطة التقاء هذه المحاور والمستويات (تمثل نقطة مركز ثقل الجسم) وهذا التصنيف يساعد في فهم وصف الحركة التي يتحركها الجسم بكامله او جزء منه والتي يجب ان نقرنها الى المحاور والمستويات وهي عبارة عن خطوط ومستويات وهمية، وان حركات الجسم تتم حول محور وتقع ضمن مستوى (مسطح).

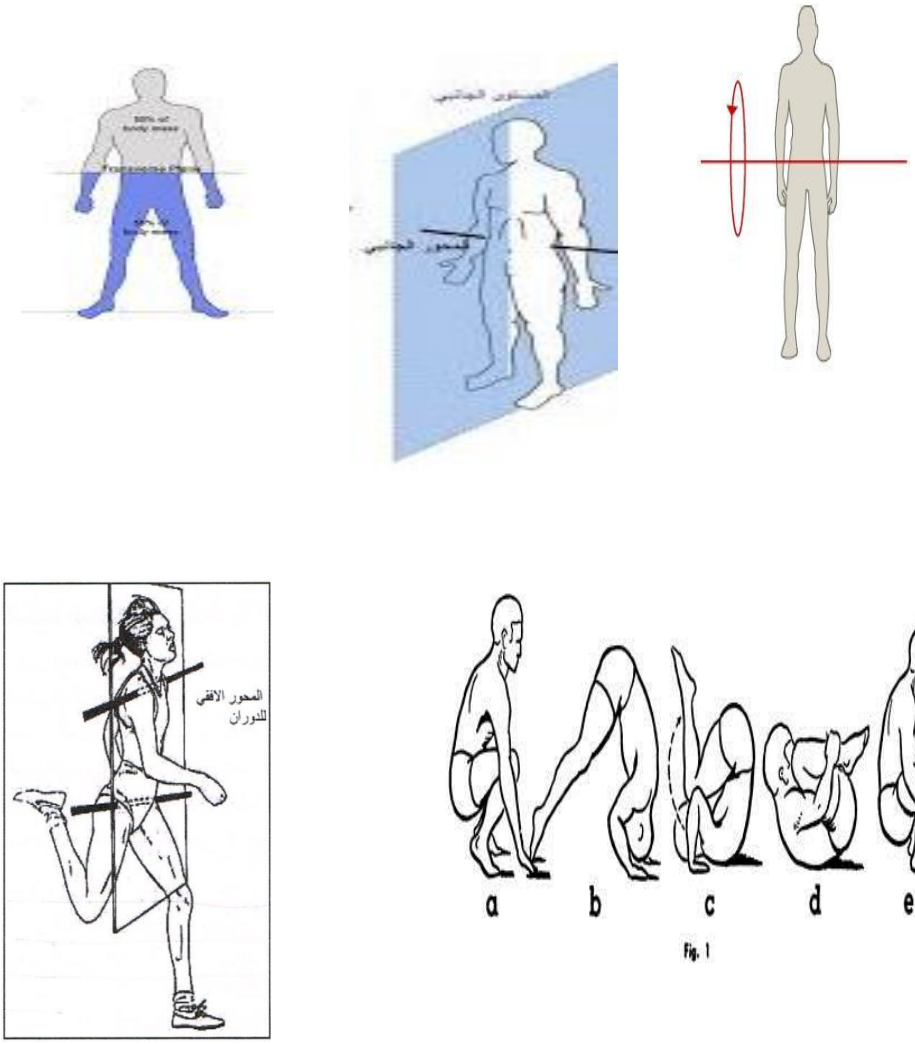
1.1.المحاور التشريحية.

نشاهد الحركة في ثلاثة ابعاد او محاور ويمكن الحكم عليها من بعدين إلا ان البعد الثالث وجد لتحليل المشاهد غير القابلة للرؤية، وهذه الابعاد او المحاور هي:

أ.المحور الطولي (Y): وهو المحور الذي يمر وهمياً من اعلى نقطة في الرأس وحتى منتصف القدمين، ويتعامد هذا المحور مع المستوى العرضي، ومثال عليه دوران الجسم حول نفسه ومهارات الجينماستيك التي يدور فيها الجسم حول نفسه بشكل طولي او حركة فتل الجسم يميناً او يساراً او فتل الرأس الى الجانبين.

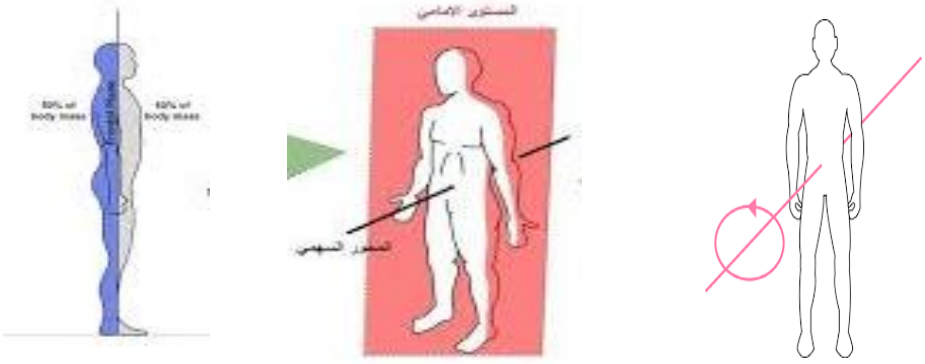
الشكل–02–يوضح المحور الطولي في جسم الانسان

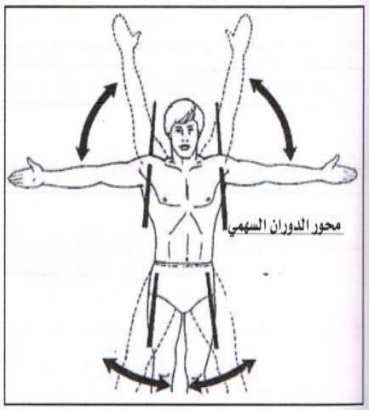
ب.المحور العرضي (X): وهو المحور الذي يمر وهمياً من الجانب الايمن الى الجانب الايسر، ويتعامد هذا المحور مع المستوى العميق (السهمي)، ومثال عليه حركات الدحرجات في الجينماستيك والقلبات الهوائية وغيرها من الفعاليات الرياضية الاخرى، او حركة جزء من الجسم مثل ثني الجذع الى الامام او للخلف او ثني الذراع حول المحور العرضي.

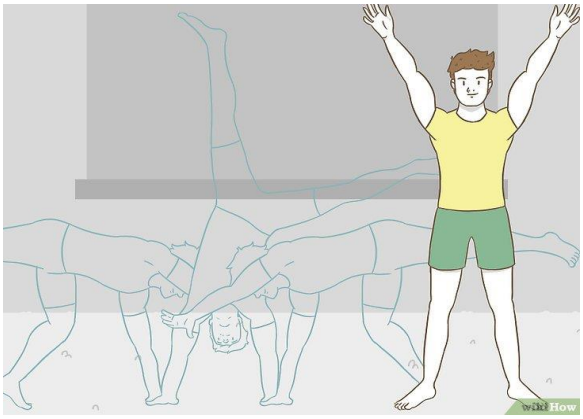


الشكل-03-يوضح المحور العرضي في جسم الانسان

ج.المحور العميق (السهمي) (Z): وهو المحور الذي يمر وهمياً من الامام الى الخلف، ويتعامد هذا المحور مع المستوى الامامي (الطولي)، ومثال عليه العجلة البشرية في الجينماستيك، او حركة جزء من الجسم مثل ثني الجذع جانباً، او حركة الذراعين جانباً اعلى.

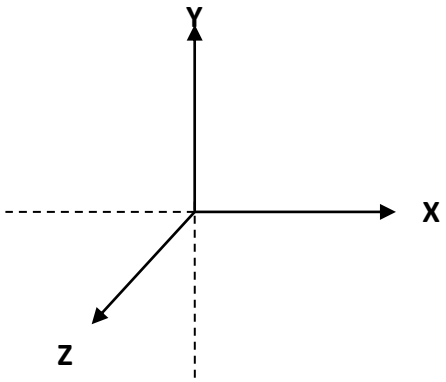




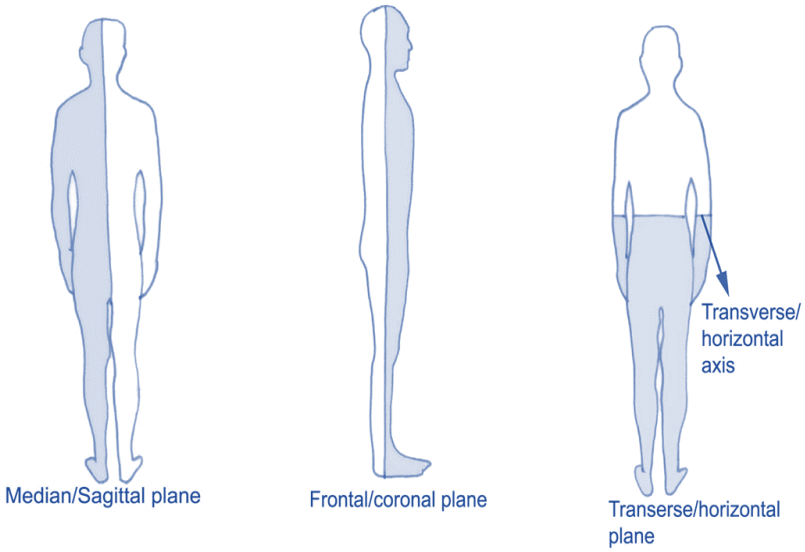


الشكل–04–يوضح المحور السهمي في جسم الانسان

ولدراسة الحركة من الناحية الميكانكية ينبغي ان تتم من خلال ثلاث محاور أحدهما عمودي والآخرين افقي، بحيث يكون المحور الطولي العمودي باتجاه الجاذبية الارضية اما المحور الافقي الاول فهو في اتجاه الموازي السطح الارض وفي اتجاه الحركة والثاني يكون موازي السطح الارض أيضا وبشكل متعامد مع المحورين الافقي والعمودي.



الشكل –05–يوضح اتجاه وتقاطع المحاور الثلاثة



الشكل –06–يوضح المحاور في جسم الانسان

2.1.المستويات التشريحية.

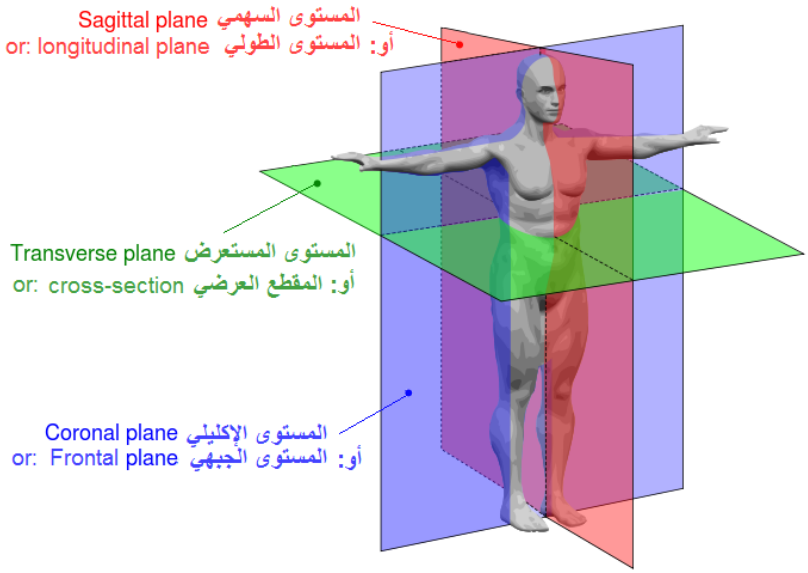
-المستوي هو عبارة عن مسطح له وجهين ومن الناحية الهندسية فهو المستوي المنظم في الفراغ، ويتفق جل الباحثين والدارسين في مجال الحركة والهندسة على انه يتم تحديد الحركة في الفراغ بثلاثة أسطح او مستويات فراغية متعامدة تلتقي في نقطة هي مركز ثقل الجسم

أ.المستوى الامامي: وهو المستوى الذي يقسم الجسم الى نصفين متساويين، امامي وخلفي ويكون المحور العميق عمودياً عليه، وان الحركة تحدث في المستوى بمعنى آخر ان اتجاه الحركة يكون باتجاه امتداد المستوى، فحركة الجسم بأكمله في هذا المستوى هي العجلة البشرية في الجينماستيك، ولحركة جزء من الجسم رفع الذراعين عالياً وثني الجذع الى الجانبين من وضع الوقوف.

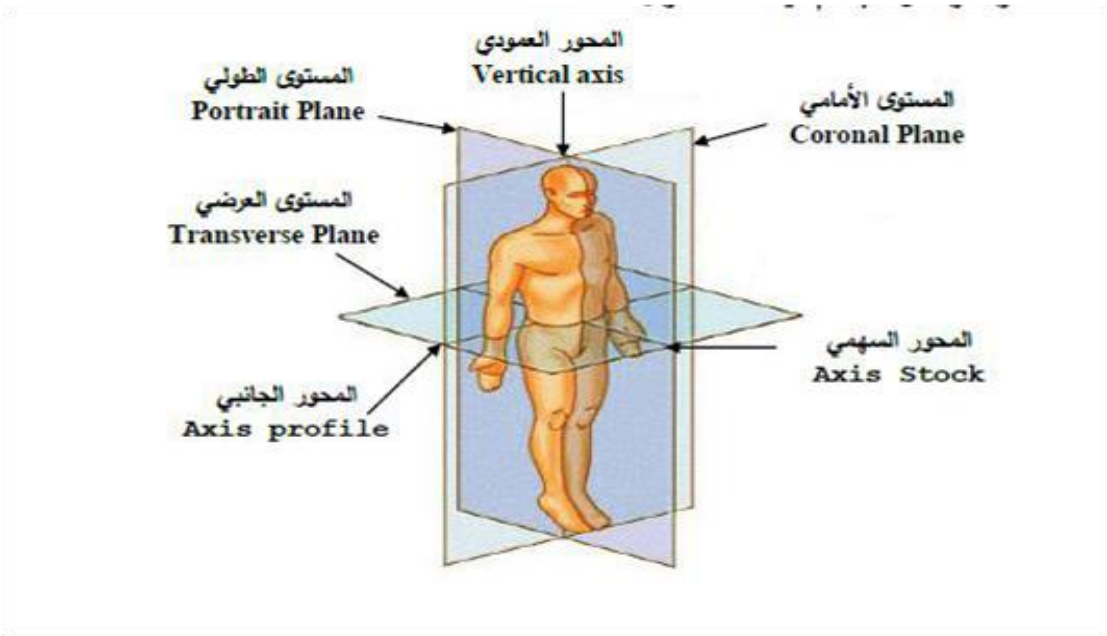
ب.المستوى العرضي: وهو المستوى الذي يقسم الجسم الى نصفين علوي وسفلي، ويكون المحور الطولي عمودياً عليه، وكمثال لحركة الجسم بأكمله هو دوران الجسم حول نفسه، ولحركة جزء من الجسم هي فتل الرأس الى الجانبين وفتل الجذع يميناً ويساراً.

ج.المستوى الجانبي: وهو المستوى الذي يقسم الجسم الى نصفين متساويين ايمن وأيسر ويكون المحور العرضي عمودياً عليه، وكمثال لحركة الجسم بأكمله الدحرجة الامامية في الجينماستيك ولحركة جزء من الجسم هي ثني الجذع للإمام او حركة ثني الذراع الى المرفق.

والشكل–07–ادناه يوضح المستويات في جسم الانسان.



وشكل –08–ادناه يوضح المحاور والمستويات في جسم الانسان



2.امثلة عن المحاور والمستويات في بعض الحركات الرياضية:

- ثني الرقبة اماماً وخلفاً يحدث حول المحور العرضي وفي المستوى العميق (السهمي).
- ثني الرقبة يميناً ويساراً يحدث في المحور العميق وفي المستوى الامامي.
- دوران الرقبة من اليمين الى اليسار يحدث حول المحور الطولي وفي المستوى العرضي
- الدحرجة الامامية المتكورة تحدث حول المحور العرضي وفي المستوى الجانبي.
- العجلة البشرية تحدث في المحور العميق وفي المستوى الامامي.
- الدوران حول الجسم يحدث حول المحور الطولي وفي المستوى العرضي.

المحاضرة السادسة: الحركة وخصائصها

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

مثلت الحركة أحد المواضيع الرئيسية للعديد من الباحثين ولمختلف التخصصات نظرا لطبيعة النشاط الحركي المبني بالأساس على اداء مختلف الحركات لتجسيد معظم المهارات الحركية والتي تهدف الى تحقيق الاداء الحركي المثالي في مختلف الفعاليات الرياضية.

1.مفهوم الحركة:

إن حركة الإنسان متنوعة في خصائصها وأشكالها وأغراضها، وان مفهومها ومعناها واحد هو انتقال أو دوران الجسم من نقطة إلى أخرى بالمقارنة مع شيء ثابت أو متحرك خلال زمن ما، وهي استجابات عقلية لأوامر أو مثيرات من الدماغ، ومن أمثلة الحركة في الحياة هي الحركات التعبيرية وحركات العمل والحركات الرياضية والتي تعرف على أنها حركات انتقالية أو دورا نية التي تحدث في زمن معين من اجل تحقيق هدف ما.

اذن الحركة هي انتقال الجسم أو جزء منه من مكان إلى أخر في فترة زمنية محددة.

كما تعرف على انها "هي انتقال الجسم او أحد اجزائه من مكان لأخر في اتجاه معين وبسرعة معينه، ومن الناحية البيو ميكانيكية فإنها " هي ان يغير الجسم مكانه في مساره الزمني."

ونسبية الحركة تعني أن الحركة يجب أن تحدث في:

- الفراغ النسبي أو (الفضاء) أو المجال الذي تحدث فيه الحركة ولا يمكن أن يكون مطلقا.
- مقارنة موضع أي جسم في حالة حركة بنقطة ثابتة أو جسم ثابت (نظام نسبي ثابت) وبعد مرور فترة من الزمن.
- النظام الإحداثي للحركة يعني أن الحركة يجب أن تتم خلال ثلاث محاور هي:

+ محور عمودي يكون في اتجاه الجاذبية الأرضية.
+ المحور الأفقي الأول يكون في الاتجاه الموازي لسطح الأرض وفي اتجاه الحركة.
+ المحور الأفقي الثاني يكون موازيا لسطح الأرض أيضا وبشكل متعامد مع المحورين الأفقي والعمودي.

2. مميزات الحركة:

مما سبق تتميز الحركة بمسارها وتطور سرعتها، حيث يتم الاعتماد عليها لتحديد طبيعة الحركة.

المسار:هو مجموعة الأوضاع المتتالية التي يشغلها المتحرك خلال حركته.

السرعة : هي المقدار المحدد للمسافة المقطوعة بدلالة الزمن

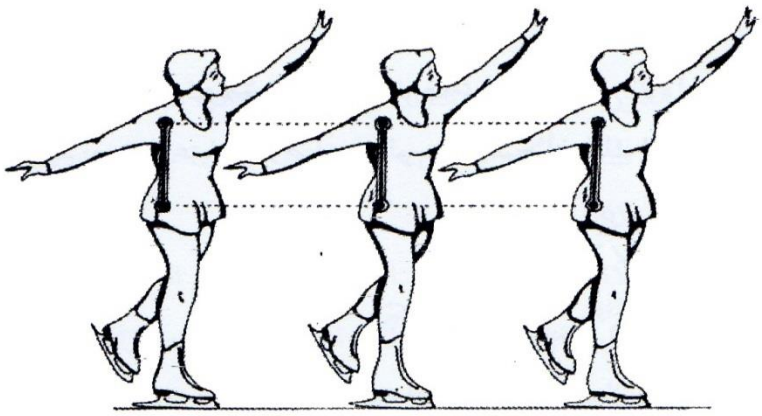
3.تصنيف الحركات من الناحية الميكانيكية:

الأجسام المتحركة تتخذ أوضاعاً مختلفة في الفراغ ومساراتها الحركية أو الخطوط المستمرة لنقاطها أثناء حركتها تسمى بخطوط سير الجسم وتعتبر أشكال هذه المسارات وعلاقاتها المرتبطة ببعض من أهم السمات المميزة للحركة وتقسم الحركات إلى:

اولا –من حيث (المسار الهندسي)

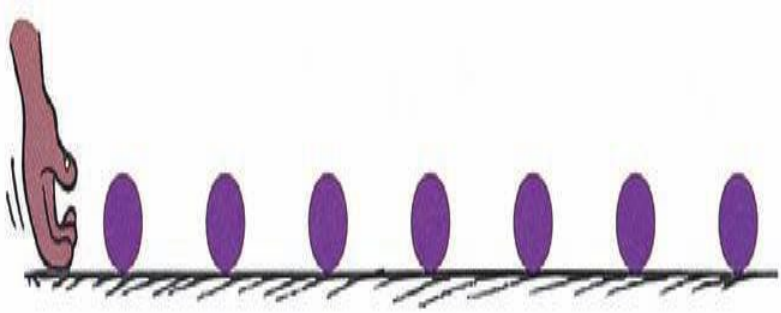
1.الحركة الانتقالية المستقيمة:

ويحدث هذا النوع من الحركة عندما ينتقل الجسم بكامل أجزائه من مكان إلى آخر، بحيث ترسم نقاط الجسم في مسارات خطية مستقيمة متوازية ومتطابقة مع بعضها وتقطع مسافات متساوية اثناء حدوثها، وقد تكون هذه المسارات متوازية مع بعضها بشكل أفقي كما في حركة التسديد في كرة اليد من الثبات أو حركة التزحلق على الجليد، او حركة كرة البولينج، الركض في العاب الساحة او الميدان او بشكل منحني كما في الهبوط بالمظلات.والاشكال-09،10،11- توضح الحركة الانتقالية المستقيمة



الشكل-09-

الشكل-10-



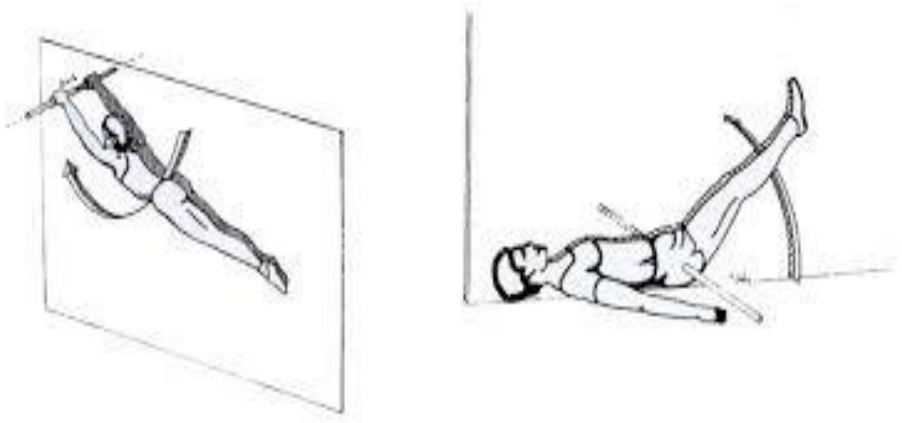
الشكل-11-

2.الحركة الدائرية:

وهي تلك الحركة التي ترسم مساراتها خطوطا منحنية أو دائرية أو على شكل دوائر أو على شكل قوس وتحدث هذه الحركة في معظم الفعاليات الرياضية والتي يشترط لحدوثها محور للدوران سواء كانت حركة جزء من الجسم أو الجسم بأكمله، وتكون ومسارات حركة أجزاء الجسم عبارة عن دوائر تبعد بمقدار ثابت عن محور الدوران اثناء حركتها.

- **حركة جزء من الجسم حركة دورا نية:** كما في ثني المرفق فان تتم حول محور داخلي مفصل المرفق (المحور العرضي)، وحركة الرفع وخفض الرجلين من الاستلقاء.
- **الحركة الدائرية للجسم بأكمله:** تتم حول محور خارجي كما في دوران لاعب الجينماستيك حول العقلة، فترسم اجزاء الجسم دوائر متحدة المركز لكن تختلف انصاف اقطارها باختلاف بعدها عن محور الدوران. والشكلين -12،13-توضح الحركة الدائرية في جسم الانسان

الشكل-12-

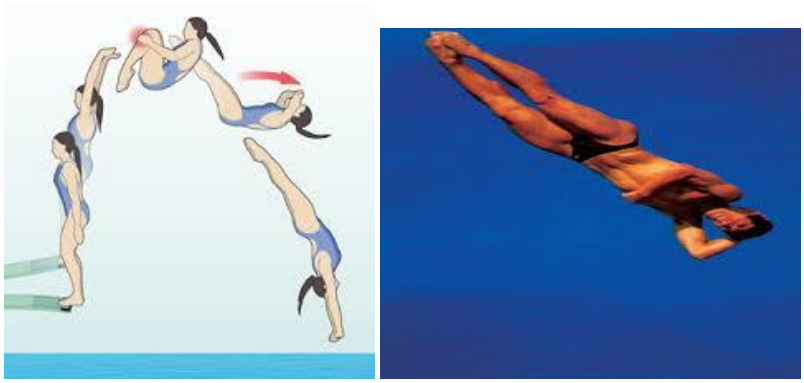


الشكل-13-

3. الحركة المركبة:

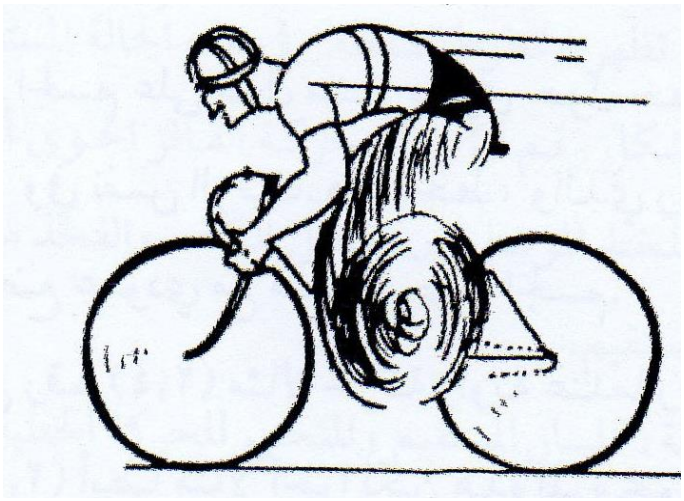
وهي تلك الحركة التي يتحرك فيها الجسم حول محرر مادي أو وهمي وفى نفس الوقت يتحرك المحور حركة انتقالية في خط مستقيم وهي مزيج من الحركة الانتقالية والحركة الدائرية،

1.3حركة دائرية للجسم بأكمله: دوران الجسم حول نفسه وفي نفس الوقت ينتقل حركة انتقالية، كما في حركة الغطس من فوق القفاز الى الماء.



الشكل –14–يوضح الحركة المركبة للسباح اثناء الغطس

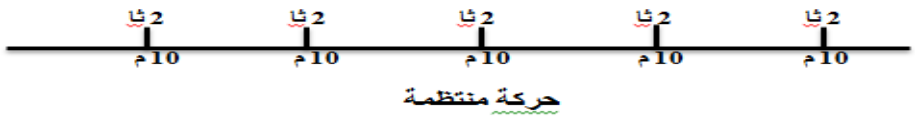
2. 3حركة دائرية لجزء من الجسم: حركة الاطراف السفلى للاعب الدراجات، او كما في حركة الركض حيث تكون الاطراف السفلى والذراعين حركة دائرية، مما يؤدي الى انتقال الجسم من مكان لآخر.



الشكل –15–يوضح الحركة المركبة للدراج

ثانياً: تقسم الحركة وفقاً (المسار الزمني) :

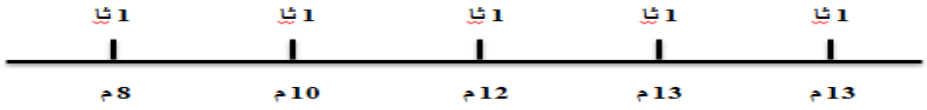
1. الحركة المنتظمة :وهي تلك الحركة التي يقطع فيها الجسم مسافات متساوية في أزمنة متساوية أي أن معدل التغيير في المسافة ثابت ويساوى صفر.



حركة منتظمة

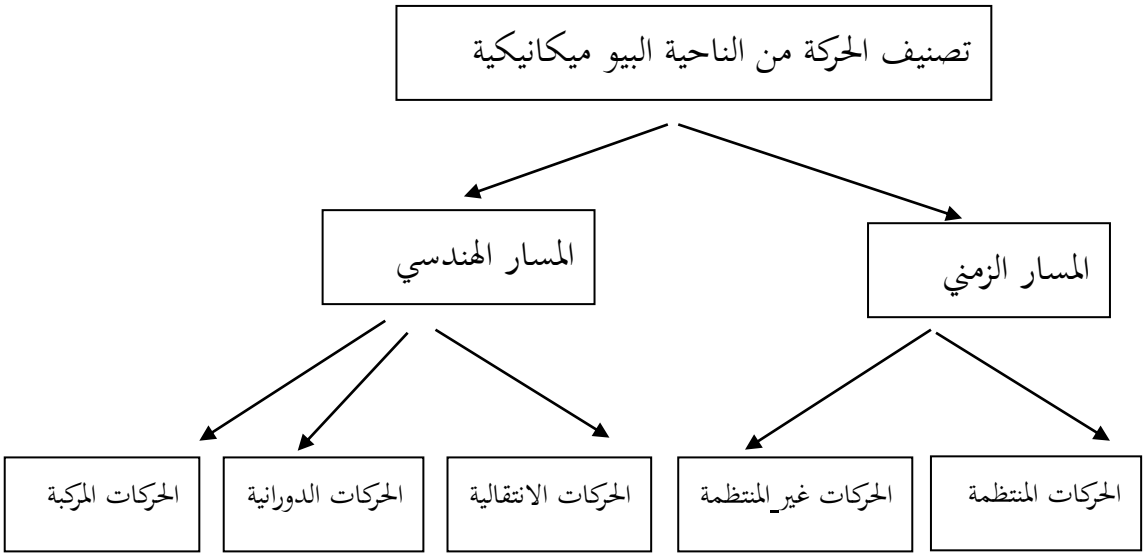
مثال: يقطع عداء مسافة(100م) بزمن قدره (10ثا) كل (10م) بـ(1ثا) يطلق على حركة العداء في هذه الحالة حركة منتظمة

2. الحركة غير المنتظمة: وهي تلك الحركة التي يقطع فيها الجسم مسافات غير متساوية في الأزمنة المتساوية فقد يقطع العداء مسافة (10) في الثانية الأولى ومسافة 8 م في الثانية التي تليها ومسافة (12م) في الثانية الثالثة وهنا تكون حركة العداء حركة غير منتظمة ويظهر ما يطلق عليه مصطلح التسارع.



حركة غير منتظمة

الشكل الموالي يبين تصنيف الحركات من الناحية البيوميكانكية:



شكل –16–يوضح تصنيف الحركات من الناحية البيو ميكانيكية

المحاضرة السابعة: " دراسة بيو ميكانيكية للحركات الانتقالية"

(كينماتيكا الحركة الخطية)

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-

تمهيد:

كينماتيكا الحركة الخطية هي تحليل المهارات والحركات الرياضية التي يتم انجازها في خط مستقيم مثل (سباقات السرعة و السباحة والجري بالكرة في خط مستقيم و الجري قبل القفز عند رياضي الوثب الطويل) ، كما تلعب وضعية مركز الثقل بالنسبة لأطراف الجسم الأخرى و حتى طبيعة حركة الروافع لهذه الأطراف دون نسيان المعايير الكمية عند تحليل الحركة مثل (السرعة ، المسافة ، الزمن ، التسارع ، زوايا الاطراف ، طول الخطوة وترددها ...) حيث يمَكن لهذا النوع من التحليل من فهم مواطن الخطأ و التشخيص السليم وبذلك نستطيع رسم استراتيجية للتصحيح (تصحيح الحركة الرياضية الخاطئة) وبالتالي الوصول الأداء المثالي أو الاقتراب منه .

1.المسافة والإزاحة Distance and Dis placement

ونعني بال**مسافة** انتقال جسم من مكان الى مكان اخر، حيث يقطع رياضي **مسافة** معينة على سطح الارض اثناء الركض او المشي وذلك من خلال اداء حركات معينة في جسمه لينتقل من مكان الى اخر لقطع هذه **المسافة** ويتم قياس هذه **المسافة** بوحدات القياس

- سنتمتر –متر –كيلو متر. وتكون كمية متجهة او غير متجهة.

مثال: إذا انطلق عداء من نقطة بداية سباق 100 متر، او تحرك لاعب كرة القدم من منطقة الجزاء ملعبه في طريق مستقيم من الموقع (أ) الى الموقع (ب) فإن **المسافة** التي تكون قد قطعها هي طول المسار المستقيم (أ ب)

نقطة البداية 100 متر نقطة النهاية

الشكل:17

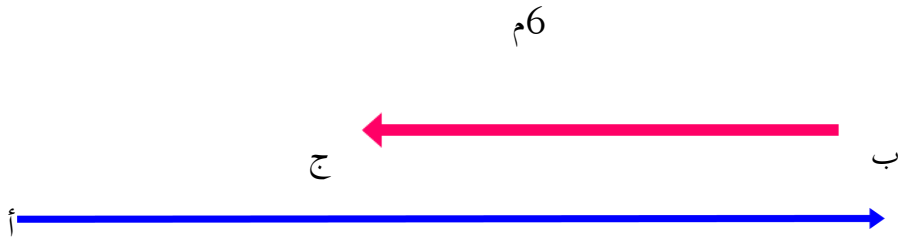
وإذا مشي او ركضي لاعب في مسار مقوس أو متعرج (ذو زوايا متغيرة)، يكون طول المسار الذي قطعه هو مقدار المسافة التي قطعها كما هي الحال عند لاعب الالعاب المنظمة (كرة قدم، سلة، يد، طائرة) والشكل (02) التالي يوضح ذالك:

الشكل:18

أما الإزاحة فهي التغير في المكان، أو الخط الوهمي الرابط بين نقطة النهاية ونقطة البداية، وهي كمية متجهة تشير إلى بعد الجسم عن موضعه الابتدائي.

يتضح الفرق بين المسافة والإزاحة في هذا المثال:

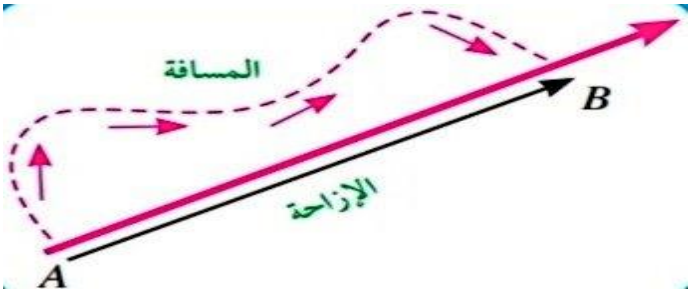
يتحرك جسم من نقطة [أ] إلى [ب] ثم إلى [جـ] كما بالشكل:



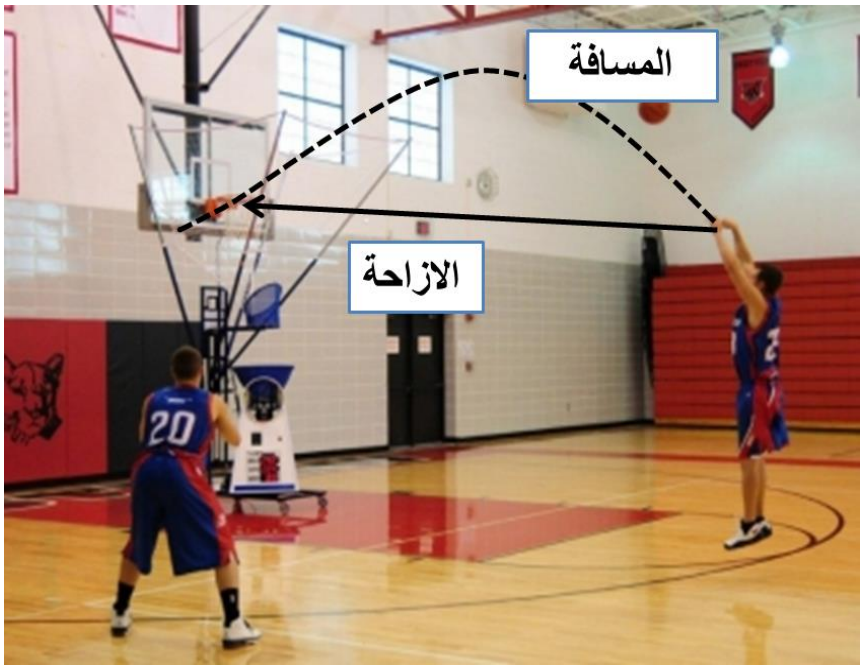
الشكل:19

فإن المسافة =10+6 = 16 م

بينما الازاحة = 10-6= 4م



الشكل:20



الشكل (21): يوضح المسافة والازاحة لمسار كرة السلة

ملاحظة: يمكن للمسافة المقطوعة والإزاحة ان يكونان متساويان في الحركة المعطاة أو ربما تكون المسافة أكبر من الإزاحة، ولكن لا يمكن للإزاحة أن تكون أكبر من المسافة

2.أهم معايير التحليل الكينماتكي للحركة الخطية:

أ.السرعة VELOCITY

حيث يلعب هذا المكون دورا بالغ الأهمية في تحليل المهارات الحركية فمن خلاله يمكن اكتشاف عدة متغيرات أخرى، عندما يتحرك جسم من مكان الى اخر فان حدوث هذه الحركة يتم في زمن معين ويختلف الزمن المستغرق لقطع مسافة محددة من جسم لآخر، وكل بحسب سرعته.

فقطع مسافة 10 كم يختلف في الزمن المستغرق بحسب سرعة المتحرك.

ومنه تعرف السرعة بأنها المسافة المقطوعة في زمن معين، أو هي معدل التغير في المسافة بالنسبة للتغير في الزمن، وهي كمية قياسية

ويمكن حسابها من خلال العلاقة التالية:

(السرعة = المسافة / الزمن)

وحدة قياس السرعة هي (المتر/الثانية) او (م/ثا)

مثال: عندما يتحرك جسم من نقطة (أ) باتجاه نقطة (ب) وكانت المسافة بين النقطتين (30 م) والزمن المستغرق (5 ثا) احسب السرعة؟

سر = المسافة / الزمن ..... (1)

سر = 30 / 5 اذن س = 6 م/ثا

هناك شكلين من السرعة:

1-السرعة الخطية: المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن، وهي كمية غير متجهة (قياسية)

2-السرعة المتجهة: وهي التغير في وضع الجسم، وتكون كمية متجهة

السرعة المتجهة (V) = $\frac{\text{وضع2} - \text{وضع1}}{\text{ن2} - \text{ن1}}$ ..... تقاس متر / الثانية.

مثال: على السرعة المتجهة: عندما شخص يتحرك من نقطة (أ) باتجاه نقطة (ب) التي تبعد مسافة(30) م وبعد بلوغه نقطة (ب) يعود ثانية الى (أ) لنفرض ان الزمن المستغرق لقطع المسافة ذهاب وإياب(10ثا).

فان السرعة المتجهة:

سر(V) = $\frac{\text{وضع2} - \text{وضع1}}{\text{ن2} - \text{ن1}}$ حيث: وضع2= 30+30، ووضع1=0

إذن سر(V) = 60/ 10 = 6م/ثا

والسرعة في المجال الرياضي من القدرات البدنية الأساسية والهامة في تحسين وتقدم مستوى الكثير من الفعاليات والألعاب الرياضية المختلفة.

أ.1العوامل المؤثرة على سرعة الجسم:

1-الجاذبية الارضية: تقل سرعة الجسم في حالة السير بشكل مائل مثلا صعود مرتفع حيث تكون الجاذبية كبيرة لكن يكون تأثير الجاذبية اقل في حال سير الجسم على الارض.

2-الاحتكاك: حيث يتناسب عكسيا مع السرعة، كلما زاد احتكاك الجسم كلما قلة السرعة وبالعكس.

3-كتلة الجسم: تتناسب الكتلة عكسيا مع السرعة، حيث كلما زادت كتلة الجسم قلة السرعة وبالعكس.

4-تغير الاتجاه: عند تغير سرعة اتجاه الجسم تتولد هناك سرعتين أحدهما طاردة والاخرى مركزية تؤدي الى تقليل السرعة.

5-الخصائص التكوينية للعضلات: حيث لكل نوع من الالياف خصائص معينة، حيث تمتاز الالياف البيضاء بالانقباضات السريعة اما الالياف الحمراء تمتاز بالانقباضات البطيئة.

أ.2.الجوانب التي ترتبط بها التدريبات الخاصة بالسرعة:

1-الجانب العصبي:

زيادة في معدل اثارة الوحدات الحركية تزيد من التناغم بين الوحدات الحركية من خلال الشد والارتخاء.

زيادة في معدل استثارة الوحدات الحركية تزيد من معدل التكرار.

التوافق والتوازن بين العضلات المسؤولة عن الفعل الحركي (الاتزان العضلي)

2-الجانب المهارى

طول الخطوة:

_ يتناسب طول الخطوة عكسياً مع السرعة، فكلما كانت الخطوة قصيرة تزداد سرعة الرجلين اي يصبح التردد أكبر.

_ تطبيق القوة في الاتجاه الصحيح.

_ عدد متزن من الخطوات

أ.3.قوانين السرعة وارتباطها بالتدريب المهارى وفق القوانين الميكانيكية

قانون السرعة والذي ينص على النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم الى الزمن المستغرق ويمكن تطوير السرعة بالتدريبات ومن قوانين السرعة الاخرى

1.قانون متوسط السرعة:

ان سرعة العداء خلال السباق تتغير في اي لحظة (بتغير التعجيل) لذلك عند استخراج سرعة العداء تتم من خلال استخراج متوسط السرعة للعداء من خلال القانون التالي:

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{السرعة الابتدائية + السرعة النهائية}}{2}$$

مثال: عداء انطلق بسرعة قدرها 6 م/ثا وأنهى السباق بسرعة قدرها 8 م/ثا، فما هو متوسط سرعته؟

$$\text{الحل / متوسط السرعة} = \frac{\text{السرعة الابتدائية + السرعة النهائية}}{2}$$

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{6 + 8}{2}$$

متوسط السرعة = 7 م/ ثا

2.قانون معدل (متوسط) السرعة:

هو قدرة العداء على اداء حركات متكررة متتالية من النوع الواحد في اقل زمن ممكن.

حيث يرتبط الانجاز بمعدل السرعة والذي يرتبط بالمسافة والزمن المستغرق للأداء، ويرتبط الانجاز من جهة اخرى بطول الخطوة وترددها.

معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها

طول الخطوة: –هي مقياس كمي يقاس بالمتر.

تردد الخطوة: عدد الخطوات في زمن معين.

ملاحظة: يعتبر طول الخطوة من العوامل الكنيماتكية المهمة في تحديد سرعة العداء فلا ينبغي أن يكون طولها مبالغا فيه حتى لا تؤثر على التردد ولا يجب أن تكون قصيرة جدا فتؤثر على عدد الخطوات اللازمة لأداء المهارة كما يتأثر طول الخطوة بطول رجل الرياضي.

تمرين 1:

أجرى أحد المدربين اختبارا أوليا لعدائيه في سباق 100م فتحصل عل النتائج الآتية:

العداء الأول: قطع المسافة في 48 خطوة بزمن قدره 11ثا

العداء الثاني: قطع المسافة في 46 خطوة بزمن قدره 10ثا

_ أحسب معدل السرعة وطول الخطوة لكل عداء؟

_ بكم يتقدم العداء الفائز عن العداء الخاسر؟

الحل:

–حساب معدل السرعة وطول الخطوة للعداء الأول:

حساب السرعة V= المسافة/الزمن = 100/11=9.09م/ثا

طول الخطوة = المسافة/عدد الخطوات = 100/48=2.08 م

_ حساب معدل السرعة وطول الخطوة للعداء الثاني:

حساب السرعة V= المسافة/الزمن = 100/10=10م/ثا

طول الخطوة = المسافة/عدد الخطوات = 100/46=2.17 م

_ يتقدم العداء الفائز عن العداء الخاسر:

–الفرق بين طول الخطوتين:

طول الخطوة للعداء الثاني –طول الخطوة للعداء الأول= 0.09 م

اي انه في كل خطوة يكون الفرق 0.09 م وهذا الفرق يكون لصالح العداء ذو الزمن الأقل (العداء الأول) ويكون 0.09x 46=4,14 م

يتقدم العداء الفائز عن العداء الخاسر بـ 4,14. م.

تمرين 2. / ركض عداء مسافة 100م وانهي السباق بعدد (35خطوة) وبزمن قدرة (9ثا) إما العداء الثاني فقد أنهى السباق (38خطوة) وبزمن قدره (9.5ثا)

-اوجد معدل طول الخطوة ومعدل تردد الخطوة؟

طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

= 100 / 35

= 2.85 م

معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

= 35 / 9

= 3.88 خطوة/ثا

إذن معدل السرعة = 2.85م * 3.88 = 11.05م/ثا

إما اللاعب الثاني طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

= 100 / 38

= 2.63م

تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

= 38 / 9.5

= 4 خطوة/ثا

إذن معدل السرعة = 2.63م *4 = 10.52م/ثا

ب.التسارع Accélération :

ففي العديد من الأنشطة البدنية الرياضية يلعب عامل الزيادة والتخفيض من السرعة أهمية بالغة في تحقيق الهدف من المهارة فمثلا: تلعب قدرة الرياضي على تخفيض سرعته أمرا مهما في تجنب الوقوع في وضعية تسلل عند لاعبي كرة القدم وهذا يعني انه عند تحليل مهارة حركية لابد من فهم متطلبات هذه الحركة وذلك لتقديم التحليل الصحيح.

والتسارع هو تغير السرعة بالنسبة للزمن وهو اداء حركات غير منتظمة فعندما تتغير السرعة من لحظة الى اخرى، يطلق على مقدار تغير السرعة بمصطلح التسارع.

وعند تزايد السرعة تدريجيا يسمى بتسارع موجب.

اما إذا كان تناقص بالسرعة فيسمى بالتسارع السالب.

ويمكن صياغة العلاقة بين التغير بالسرعة والتغير في الزمن لاستخراج التسارع كالاتي:

$$\text{التسارع} = \frac{\text{السرعة } 2 - \text{السرعة } 1}{\text{الزمن } 2 - \text{الزمن } 1}$$

$$\text{تع} = \frac{\text{سر}2 - \text{سر}1}{\text{ز}2 - \text{ز}1}$$

مثال: ينطلق عداء من نقطة أ وبسرعة 4م/ثا وعندما يصل الى نقطة ب تبلغ سرعته 8م/ثا وكان زمن قطع المسافة هو 2ثا ما هو مقدار التسارع.

$$\text{تع} = \frac{\text{سر}2 - \text{سر}1}{\text{ز}2 - \text{ز}1}$$

$$\text{تع} = \frac{4 - 8}{2} = 2 \text{ م/ثا}2$$

المحاضرة الثامنة: كينماتكية الحركة الدورانية

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

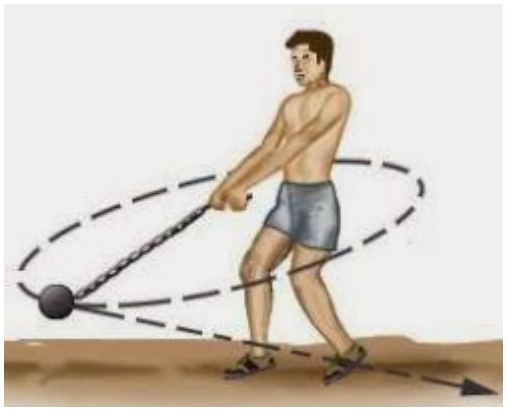
3-.....

تمهيد:

الكينماتيك الزاوي هو أحد فروع البايوميكانيك الذي يختص بدراسة الحركات الدورانية (الزاوية) والذي يشترط بوجود محور للدوران خارجي او داخلي ويعرف المحور بأنه " خط وهمي متعامد على السطح الفراغي الذي يدور فيه الجسم ".

فعندما يتعلق لاعب الجمناستك بالعقلة يقوم بمرجحات الى الامام وللخلف بحركات بندوليه يقع فيها المحور خارج الجسم، بينما حركة دوران اللاعب حول محوره الطولي اثناء رمي المطرقة فان المحور يقع داخل الجسم أي ان جميع نقاط الجسم تشكل مساراً دائرياً فيشكل دائرة او جزء منها وان سرعة اجزاء الجسم تختلف باختلاف بعدها عن محور الدوران فكلما ازداد نصف القطر ازدادت السرعة.

أحد أشكال الحركات الدورانية (رمي المطرقة) شكل22



الشكل:22

1.المسافة والإزاحة الزاوية:

ان **المسافة الزاوية** في الحركة الدورانية يمكن قياسها بالدرجات التي يقطعها الجسم في حركته حول المحور (محور الحركة)، وعندما يتحرك بندول الساعة نجد انه يدور حول محور (نقطة اتصاله برقاص الساعة) وعلى المستوى الفراغي الذي يتحرك فيه البندول، فإذا ما تحرك بزاوية (30) فهذا يعني ان المسافة الزاوية مقدارها (30) ايضاً أي ان المسافة الزاوية تعني: " مجموع التغيرات الزاوية التي يحققها البندول "

اما في حركات جسم الانسان فان حساب المسافة الزاوية لأجزاء الجسم في حركات حول محور المفصل، ففي مفصل الكتف إذا ما تحرك بزاوية (180°) وتحرك (40 °) فان المسافة التي تحرك بها (180° _ 40 °= 140°)، وعندما يعود المرفق الى وضعه الاصلي (المد الكامل) فهذا يعني اضافة مساحة جديدة مقدارها (140 °) فيكون المفصل قد حقق مسافة زاوية مقدارها (28 °)، كذلك لاعب العقلة في حركته الدورانية حول العقلة إذا تحرك من نقطة الى اخرى فان المسافة الزاوية تحسب من بداية الحركة الى نهايتها بعدد الدرجات المقاسة.

اما الازاحة الزاوية : فهي الفرق بين وضعي البداية والنهاية فإذا كان دوران لاعب العقلة دورة كاملة أي بمعنى (360 °) فاذا تحرك من نقطة أ الى نقطة ب لمسافة (320 °) فإنها تعبر عن مقدار المسافة الزاوية التي قطعها حول العقلة ، الدائرة الواحدة فان الزاوية (360 °) لذلك فان مسافة الزاوية تكون مساوية للإزاحة الزاوية باستثناء الدورة الواحدة الكاملة فأنها تبدأ من الصفر (0 °) وتنتهي بـ (360 °) فان ازاحتها = صفر ، وحتى الزاوية (359 °) فان مسافتها الزاوية تساوي ازاحتها الزاوية ، فمثلاً الازاحة الزاوية لزاوية (90°)هي نفسها ، اما الدرجة (370 °) فان ازاحتها (370° – 360° =10°)، اما اذا تكررت هذه الدورة لعدة مرات فان الازاحة تكون لمرة واحدة فمثلاً مطرقة تدور 3 دورات كل دورة (360 °) المسافة الزاوية = 3 × 360 °، اما الازاحة الزاوية = 360° × 1

والازاحة الزاوية كمية متجهة يمكن تنسيبها الى حركات عقرب الساعة، فالدوران في اتجاه عقرب الساعة يكون ذا **قيمة** موجبة (+).

2.السرعة في الحركة الدورانية: نميز في الحركة الدورانية نوعين من السرعة من حيث مسار الحركة هما كالتالي:

أ.السرعة المحيطية :تكون في الحركة الدورانية، وتمثل النسبة بين الزيادة في المسافة على محيط الدائرة إلى الزمن المقابل لهما.

أي $vc = d / t$

ووحدة قياس السرعة هي (**المتر / الثانية**). وأن قياسها هو نفسه بالنسبة للسرعة الخطية،

حيث أن $v = vc$

ب.السرعة الزاوية angular Velocity : تكون في الحركة الدوار نية، هي معدل الانتقال الزاوي أو الإزاحة الزاوية للجسم في وحدة زمنية معينة. كما تبينه المعادلة التالية:

السرعة الزاوية (ω) = الفرق في الإزاحة الزاوية ($\theta 2 - \theta 1$) /الفرق في الزمن ($t2 - t1$)

أي $\omega = \theta / t$

وتقاس السرعة **بالراديان / الثانية** (Rad/s) .سوزان، 2014 ، 378 ،376)

ج.العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية :(سوزان، 2014،387)

الزاوية (θ) = طول القوس(dc) / نصف القطر(r))

بمعنى : $\theta = dc / r$ و $d = dc$ ونعلم أن $d = v . t$

وبالتعويض $\theta = v.t / r$

وبالتعويض في معادلة السرعة الزاوية : $\omega = (v.t / r) / t$

ومنه فإن $\omega = v / r$

أو تصبح معادلة السرعة الخطية $v = \omega . R$

فالسرعة الزاوية = السرعة الخطية / نصف القطر،

والسرعة الخطية = السرعة الزاوية. نصف القطر.

ومن هنا نستنتج أنه في حالة ثبات السرعة الزاوية، فإن السرعة الخطية (المحيطية) تزداد بازدياد نصف القطر، وتنقص بنقصان نصف القطر.

فمرجحة جسم اللاعب على العمود الثابت تظهر مثلا أن المسافة التي يقطعها الكتف من أ إلى ب أقل من المسافة التي يقطعها الورك، وبما أن الجسم يتحرك ضمن زاوية واحدة وبزمن ثابت، اذن تكون السرعة الزاوية لحركة الكتف هي ذاتها لحركة الورك، بينما طول القوس أو المسافة التي يقطعها الكتف أصغر من المسافة التي يقطعها الورك، مما يعني أن السرعة المحيطية لحركة الورك هي أكبر من حركة الكتف وبطريقة أخرى فإن نصف قطر الورك أكبر من نصف قطر الكتف، وبتطبيق المعادلة السابقة

(السرعة الخطية = السرعة الزاوية xنصف القطر)

نجد أن السرعة الخطية تتأثر طرديا بطول نصف القطر زيادة ونقصانا، في حالة ثبات السرعة الزاوية.

3.التسارع الزاوي: Angular Acceleration

كما أن في حركة الجسم المستقيمة غير المنتظمة تتغير السرعة بالزيادة أو بالنقصان مع الزمن، وهذا ما يطلق عليه بالتعجيل أو التسارع الخطي، والمعبر عليه بالمعادلة التالية: (سوزان،2014، 381)

التسارع الخطي= الفرق في السرعة (ع2–ع 1) /الفرق في الزمن(ن2–ن1)

$$a = \Delta v/\Delta t \quad \text{أي}$$

فإن في حركة الجسم الدورانية غير المنتظمة تتغير السرعة الزاوية بالزيادة أو النقصان مع الزمن، وهذا ما يطلق عليه بالتعجيل أو التسارع الزاوي (تع ز)، والمعبر عليه بالمعادلة التالية:

التسارع الزاوي = الفرق في السرعة الزاوية (ω1–ω2)/الفرق في الزمن(ن2–ن1)

$$\alpha = \Delta\omega/\Delta t \quad \text{أي} \qquad \alpha = \omega/t \quad \text{أو}$$

ويقاس التسارع الزاوي بالراديان / الثانية مربع (Rad/s^2)

1.3.العلاقة بين التسارع الزاوي والتسارع الخطي:

التسارع الزاوي = التسارع الخطي / نصف القطر

أيضا كما توضحه المعادلة التالية : $\alpha = a / r$

بما أن $\omega = v / r$

ومنه فإن $\alpha = (v/r) / t$ أي $\alpha = v / (t.r)$ و $a = v/t$

فنحصل في الأخير على العلاقة بين التسارع الزاوي والتسارع الخطي كما في المعادلة السابقة

$$\alpha = a / r$$

α: التسارع الزاوي.

a: التسارع الخطي.

r: نصف القطر.

المحاضرة التاسعة: كيناتيكية الحركة الانتقالية أو (الخطية)

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

كيناتيكا الحركة الانتقالية تبحث في تأثير القوى المسببة للحركة الخطية وتغييرها، وهي وصف حركة الاجسام من جهة الوزن والكتلة والزخم والقوة والعمل والطاقة. وفي ما يلي نتعرض لأهم هذه العناصر.

اولا: الكينتك الخطي (المستقيم): هو أحد أقسام الكينتك الذي يعد أحد فروع علم البايوميكانيك، يعنى بدراسة الحركة من خلال دراسة القوى التي تؤثر في الحركة وكيفية التعامل مع هذه القوى.

إن الحركة التي تحدث في المجال الرياضي أو في الحياة الاعتيادية هي عبارة عن تأثير متبادل بين القوى الداخلية للرياضي أي القوى الذاتية (العضلية) والقوى الخارجية المتمثلة بقوة الجاذبية الأرضية وقوة الاحتكاك وقوة دفع الماء الى غير ذلك من القوى المحيطة بالفرد والتي تؤثر بشكل مباشر في الأداء.

1.القوة Force: الفعل الميكانيكي الذي يغير أو يحاول تغيير حالة الجسم المؤثرة فيه. ووحدة قياسها هي النيوتن.

2.النيوتن: هو مقدار القوة التي إذا أثرت في جسم كتلته (1) كغم أكسبته تعجيلا مقداره 1م/ ث2.

ولدراسة القوة ككمية ميكانيكية يجب علينا الأخذ بمواصفات القوة وهي:

1-مقدارها

2-اتجاهها

3-نقطة تأثيرها

3.الكتلة: Mass يسمى مقدار المادة التي يتألف منها جسم بالكتلة، وهي مقياس مباشر للقصور الذاتي للحسم ويرمز للكتلة ككمية مقاسه بالرمز (ك) أو (m)ووحدة قياسها الكيلوغرام.

4.الوزن: كمية متجهة يختلف مقدارها للجسم من موقع لآخر نتيجة اختلاف قوة الجاذبية الأرضية لذلك الجسم، وحدة قياسه النيوتن وأجزائه.

5.الضغط:Pressure يعرف الضغط بأنه مقدار القوة المؤثرة على مساحة معينة، ويرمز له بالرمز P وتكون معادلته كالاتي:

الضغط = القوة / المساحة، أي ق/ م ^{2} أو **P = F /A**

حيثP :الضغط و:F القوة الضاغطة

و:A منطقة الضغط. ووحدة قياسه هي النيوتن / المتر مربع، أو الباسكال) (pa)

6.الوزن: Weight القوة الجاذبة أو الجاذبية الأرضية التي تبذلها الأرض يطلق عليها وزن الجسم، أو الوزن هو كمية كتلة الجسم مضروب في تسارع الجاذبية الأرضية، ويرمز له بالرمز w وتكون معادلته كالاتي : **w =m.g**

حيثW : وزن الجسم

و m :كتلة الجسم

و g :تسارع الجاذبية الأرضية.

فمثلا مصارع يتعرض لقوة جذب 600 نيوتن يقال أن وزنه 600 ن، وكما أن g ترمز لتسارع الجاذبية الأرضية، فإنها ترمز إلى وزن الجسم ، ووحدة قياسه نيوتن (N) وتوصف الوزن بمقدار، ونقطة التأثير على مركز الجسم واتجاه نحو الأسفل ويشير قانون الجاذبية لنيوتن أن قوة الجذب التي تبذلها الأرض تختلف قليلا بناءا على موقعها، حيث يتغير ثابت الجاذبية الأرضية قليلا من موقع إلى أخر، ولهذا لا ينبغي الخلط بين الكتلة والوزن، فالكتلة مقدار ثابت لا يتأثر بتغيير الموقع، بينما الوزن يتأثر بتأثير جذب

الموقع.

وبالرجوع إلى قانون التسارع $\mathbf{f = m . a}$

وبالتعويض في الوزن كقوة نجد المعادلة التالية $\mathbf{W = m . g}$

أي $\mathbf{m = w / g}$

7.الحجم: **Volume** يطلق مصطلح الحجم على الفراغ الذي يشغله الجسم، وهذا الفراغ عبارة عن مركبة طولية من ثلاث أبعاد (الطول والعرض والعمق)، ويرمز للحجم بالرمز (V)ووحدة قياسه السنتيمتر مكعب أو اللتر.

8.الكثافة Density: هي العلاقة بين كتلة الجسم بالنسبة لحجمه، فهي تعرف بالكتلة لكل وحدة حجم، ويرمز للكثافة بالرمز (($\mathbf{d}$ وتكون معادلتها كالاتي:

كثافة الجسم =الكتلة / الحجم

أو باختصار: كثافة الجسم = ك /ح

أو $\mathbf{d = m /v}$

حيث$\mathbf{d}$: كثافة الجسم، و m :كتلة الجسم، و V :حجم الجسم.

9.عزم القوة: **Torque** هو عزم دوران الجسم؛ في نقطة تأثير قوة الدفع أو السحب لجسم من نقطة بعيدة عن مركز ثقل كتلته يسبب في تحرك الجسم حركة دورانية، وهذه القوة تسمي بعزم التدوير أو عزم القوة. ويرمز له بالرمز، T ووحدة قياسه هي النيوتن. المتر.

ومعادلته كالتالي: عزم التدوير = القوة في الذراع

أو

$$\mathbf{T = F. d}$$

حيثT :عزم القوة، و:F القوة، و d :المسافة من مركز محور الدوران إلى مركز ثقل الجسم

10.الدفع وكمية الحركة:

1.10كمية الحركة: هي عبارة عن حاصل ضرب كتلة × سرعة.

فنقول إن كمية الحركة التي تمتلكها مطرقة كتلتها 20كغم وبسرعة 10م/ثا هي نصف كمية حركة المطرقة نفسها فيما أذا تحركت بسرعة 20م/ثا.

2.10دفع القوة: مصطلح ميكانيكي يعبر عن تأثير القوة في فترة زمنية معينة.

دفع القوة = القوة × الزمن.

الدفع = ق × ز.

ولما كان التغيير في كمية الحركة هو ناتج عن تأثير القوة الحادثة في زمن معين حيث يمكننا اشتقاق أن:
دفع القوة = التغير في كمية الحركة.

أن كمية الحركة هي من الكميات الميكانيكية المتجهة إذ أن ما يفقده الجسم من زخم في اتجاه معين يساوي الزخم الذي يكتسبه الجسم الثاني في الاتجاه المعاكس، من هذا المبدأ يمكن القول إن كمية حركة الأجسام الكلية عند تأثيرها بعضها في بعض يكون ثابتا وهذا ما يعرف بقانون حفظ أو بقاء الزخم.

11.الشغل :مصطلح ميكانيكي يساوي القوة في الإزاحة التي تحدث نتيجة الحركة .

الشغل = القوة × الإزاحة

ووحدة قياسه (نيوتن. متر) ويطلق عليها (جول)

12. القدرة :هي الشغل المنجز في وحدة الزمن. ووحدة قياسها (واط) وهي مأخوذة من قسمة وحدة الشغل جول على وحدة قياس الزمن (ثانية)

القدرة = الشغل / الزمن

القدرة = القوة × الإزاحة / الزمن

وبما أن الإزاحة / الزمن تساوي السرعة فان قانون القدرة سوف يساوي:

القدرة = القوة × السرعة.

أي إن فعل تأثير القوة يكون أكبر عندما تؤدى الحركة بفترة زمنية قصيرة أي أن هنالك تناسبا طرديا بين قدرة الشخص وسرعة الحركة.

13.الطاقة :من أشكال الطاقة هي الطاقة الميكانيكية والتي يمتلك الجسم منها أنواع مختلفة حسب اختلاف وضعه أثناء الحركة كما يأتي:

1 – عندما يكون الجسم في حالة حركة فانه يمتلك طاقة تدعى بالطاقة الحركية ويختلف مقدارها تبعا لاختلاف:

1–كتلة الجسم المتحرك.

2–سرعته أثناء الأداء.

ويمكن أن يعبر عن مقدار الطاقة الحركية بالمعادلة الآتية :

الطاقة الحركية = 1 / 2 × الكتلة × (السرعة)2

ط ح = 1 / 2 ك س2

وتقاس الطاقة بوحدات الكتلة (كيلوغرام) ووحدات السرعة (متر / ثانية) أو (سم / ثانية) وتسمى بوحدة الجول أي وحدة قياس الشغل نفسها

2 – النوع الآخر من الطاقة الميكانيكية هو ما يسمى بالطاقة الكامنة أو طاقة الوضع ويقصد بها الطاقة التي يمتلكها الجسم في وضع معين أثناء الثبات .ووحدة قياسها كباقي أنواع الطاقة بالجول .

ففي حالة رمي ثقل الى الأعلى فانه يتحرك بطاقة حركية ولكن سرعته أثناء الصعود تتناقص تدريجيا وعليه تقل طاقته الحركية تدريجيا وتتحول الى شكل آخر يخزن في الجسم الى أعلى نقطة عندئذ يصبح

مقدار الطاقة الحركية صفرا أي تتحول بكاملها الى طاقة مخزونة في الجسم على ذلك الارتفاع، ويمكن ان يستدل على مقدار الطاقة الكامنة التي يمتلكها الجسم وهو في اعلى وضع من ضرب وزن الجسم في ارتفاعه أي :

الطاقة الكامنة = وزن الجسم × الارتفاع

ط ك = و × ع.

ثانيا: قوانين نيوتن في الحركة الانتقالية (الخطية)

هي ثلاث قوانين أساسية جاء بها العالم إسحاق نيوتن لتفسير الحركة وهي

1– القانون الأول: قانون القصور الذاتي Law of Inertia:

ينص قانون نيوتن الأول على أن الجسم يستمر على حالته من السكون او الحركة في خط مستقيم ما لم يؤثر عليه من قبل قوة خارجية، والقصور الذاتي هو مصطلح لاتيني يعني الجمود والكسل، ويمكن تفسير قانون القصور الذاتي بان كل شيء في الكون هو خامل (غير قادر على تحريك ذاته)، مما يتطلب قوة لجعله في حالة حركة (والذي تحدث بعد ذلك في خط مستقيم)

1.1–الزخم الخطي Linear Momentum: وحسب نيوتن فكمية الحركة الخطية أو

الزخم الخطي Linear Momentum تتأثر بالسرعة على اعتبار أن الكتلة ثابتة، فكلما زادت خاصية الجسم في مقاومة الحركة والمتمثلة في كتلته، أو زادت سرعته زادت كمية حركته. لذا

فالزخم الخطي (م) = الكتلة في السرعة الخطية.

أي **م= ك. ع أو.v. M = m**

حيث M :الزخم الخطي للجسم المتحرك.

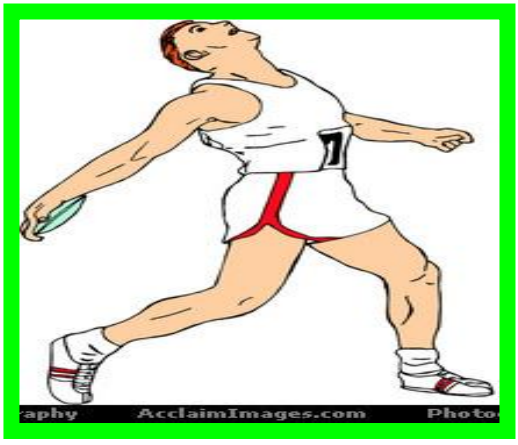
وm :كتلة الجسم المتحرك.

و:v سرعة حركة الجسم المتحرك.

بالنسبة للجسم الساكن، فإن الزخم عنده يساوي صفر وهذا لأن سرعة حركته معدومة، ولهذا نقول في الحركة المستقيمة أن المؤثر الوحيد على الزخم الخطي هو سرعته، وليس كتلته. فمثلا أشخاص متصلون مع بعضهم في شكل سلسلة ويتحركون بفعل حركة الشخص الأول على سطح جليدي يسهل الحركة، فإن الزخم الخطي لأولئك الأشخاص هو نفسه لأكل واحد منهم وان كانت أوزانهم مختلقة

2-القانون الثاني: قانون التعجيل أو التسارع Law of Acceleration

عندما تؤثر قوة على جسم ما، فإنها تنتج تسارع (التعجيل) لذلك الجسم يتناسب طرديا مع كمية القوة المؤثرة عليه، وعكسيا مع كتلة ذلك الجسم، وبالتالي فإن الزيادة بالقوة مع ثبات الكتلة يؤدي الى زيادة التسارع، ومع تطبيق القوة الثابتة فإنه كلما كبرت الكتلة قل التسارع.



الشكل:23 يوضح تأثير قوة اللاعب على تسارع الاداة-القرص-

ويمكن قول نفس الشيء بطريقة أخرى وهو "إن سرعة الجسم المتحرك سوف تظل ثابتة ما لم تؤثر عليها قوة، كما تبينه المعادلة التالية : **التعجيل = القوة / الكتلة**

أي **تع = ق / ك** او **a = f / m**

اذن: **ق = ك. تع** او **f = m. a**

حيث:f قوة المؤثرة على حركة الجسم المتحركa :التسارع الخطي للجسم المتحركm . كتلة الجسم المتحرك.

وذكرنا أن كمية الحركة تتأثر بالسرعة على اعتبار ثبات الكتلة، لذا:

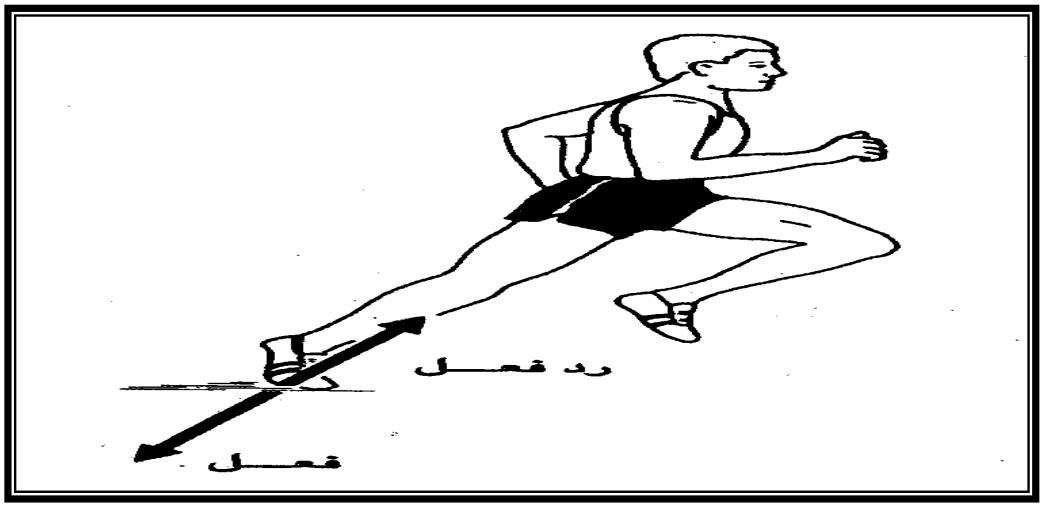
فالزخم الخطي = الكتلة في السرعة الخطية.

بينما القوة هي مسببة لتعجيل وتغيير في سرعة الحركة، فمثلا كلما زاد مقدار القوة في ركل الكرة في كرة القدم كلما قذفت الكرة بسرعة أكبر.

3 – القانون الثالث: –قانون رد الفعل:

ينص قانون نيوتن الثالث على أن إذا كان أحد الأجسام يمارس قوة على جسم آخر، فإن الجسم الثاني سوف يبذل قوة مساوية ومعاكسة على الجسم الأول، ولذلك يشار في بعض الأحيان على أنها مبدأ الفعل ورد الفعل، والتي يمكن القول: " لكل قوة هناك قوة رد فعل مساو لها ومعاكس.

والشكلين:24،25 يوضحان نص قانون نيوتن للفعل ورد الفعل



الشكل:24

الشكل:25

4.قانون الجاذبية الارضية لإسحاق نيوتن: Law of Gravitation

تكلم نيوتن عن وجود قوى أخرى تؤثر على الجسم سواء كان الجسم في اتصال مع جسم أخر أو لم يكن في اتصال، وخاصية هذه القوى تجعل الأجسام تنجذب إلى بعضها البعض، وبناءا عليه صاغ نيوتن قانون بات يعرف بقانون الجاذبية لنيوتن: (جيمس، 2007، 67)

يتجاذب أي جسمين من المادة بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما،

ويختصر القانون كالاتي:

$$F = m1.m2 / I^2$$

حيث: F =القوة المؤثرة في كل جزيء

m1m2 =كتلتيهما.

I =المسافة بينهما.

المحاضرة العاشرة: كيناتيكية الحركة الدورانية(الزاوية)

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

هو احد أقسام الكينتك الذي يعد احد فروع علم البايوميكانيك يعنى بدراسة القوة المسببة للحركات الدائرية التي تحدث حول محور معين ويعبر عن الكميات أثناء الحركات الزاوية بعزومها مثل عزم القوة وعزم القصور الذاتي، إن الفرق بين حدوث الحركة المستقيمة والزاوية يتمثل في موضع تأثير القوة المسببة للحركة فإذا كان خط عمل القوة مارا بمركز ثقل الجسم المؤثر فيه تحدث الحركة الانتقالية أما إذا كان خط عمل هذه القوة لا يمر بمركز الثقل عندئذ تحدث حركة دائرية (زاوية)، بالإضافة الى ذلك تحدث حركة انتقال الجسم الى موضع أخر في حال عدم تثبيته من محور الدوران.

فيتحدد بذلك مقدار تأثير القوة فإذا كان موضع تأثير القوة قريب من مركز الثقل فان كمية حركة الجسم تكون اقل مما لو كان موضع تأثيرها ابعد من ذلك لان القوة في الحركات الدائرية لا يكون تأثيرها بمقدار فقط وإنما ببعدها عن محور الدوران.

من الضروري جدا في الحركات الدائرية (الزاوية) عند دراسة عزم القوة إن يؤخذ بعين الاعتبار البعد العمودي بين خط عمل القوة والمحور أي يجب أن تكون الزاوية قائمة بين خط عملها وبعدها عن محور الدوران أي أن:

عزم القوة يساوي القوة × ذراعها.

اولا: القوى والعزوم في الحركة الدورانية :(جيمس، 122،117،2007)

.1. القوة اللامركزية Excentric Force: إذا أثرنا على جسم بقوة دفع أو سحب محركة من مركز ثقله، فإن الجسم سينتج حركة انتقالية. وكلما ابتعدت نقطة تأثير القوة عن مركز ثقل الجسم انتقالية دورانية، وهذه القوة التي نقطة قوة تأثيرها بعيدة عن مركز الجسم تسمى القوة اللامركزية.

2.قوى الجذب والطرد المركزية

1.2.قوة الجذب المركزية: Centripetal Force عندما يقوم الجسم بالحركة

الدورانية حول محور ثابت فإنه يتعرض لقوة تجذبه باتجاه مستقيم نحو مركز محور الدوران، وتسمى هذه القوة بقوة الجذب المركزية. ومعادلة هذه القوة كالاتي :

$$Fc = mv^2/r$$

حيث:Fc قوة الجذب المركزية.

m :كتلة الجسم المتحرك،

v :السرعة المماسية للجسم التحرك في لحظة معينة.

r : نصف قطر محور الدوران.

ومعادلتها بمصطلحات السرعة الزاوية كما يلي : $Fc = m\,r\,\omega^2$

حيث Fc : قوة الجذب المركزية.

وm : كتلة الجسم المتحرك.

وr : نصف قطر محور الدوران.

و ω : السرعة الزاوية للجسم.

ويظهر من هذين المعادلتين أن العامل الأكثر تأثير على مقدار قوة الجدب هي السرعة.

2.2.قوة الطرد المركزية: Centrifugal Force وكما جاء في االقانون الثالث لنيوتن

فإن قوة الجذب المركزي تتولد عنها قوة معاكسة في الاتجاه ومساوية لها في المقدار، تسمى قوة الطرد المركزية. ورياضة رمي المطرقة تمثل مثالا مناسبا للتعرف على هذه القوى سواء قوة الجذب نحو اللاعب وسواء قوة الطرد المعاكسة لها نحو مجال الرمي.

3 العزم المزدوج Couple: عند التأثير على جسم بقوة (دفع أو سحب محركة) بعيدا عن مركز ثقله، وفي ذات الوقت التأثير عليه بنفس القوة (دفع أو سحب محركة) بالاتجاه المعاكس، وبنفس البعد عن مركز ثقله بالجهة المقابلة؛ فإن الجسم سينتج حركة دورانية. أي أن القوتان تعملان معا مما يسهل انتاج الحركة الدورانية أكثر، أي أن القوتان تؤثران بعزم مزدوج Kومثال ذلك حركة الكتفين عند تدوير الجذع على المحور الرأسي للجسم

4. عزم القوة: Torque وهو عزم دوران الجسم، فنقطة تأثير قوة الدفع أو السحب لجسم من نقطة بعيدة عن مركز ثقل كتلته يسبب في تحرك الجسم حركة دورانية، وهذه القوة تسمي بعزم التدوير أو عزم القوة .ويرمز لعزم القوة بالرمز Tووحدة قياسه هي النيوتن. المتر.

ثانيا: قوانين نيوتن في الحركة الدورانية (الزاوية)

ذكر نيوتن ثلاث قوانين أساسية للحركة سواء الانتقالية الخطية أو للحركة الزاوية، وهي:

1. قانون القصور الذاتي في الحركة (الدورانية) في الحركة الدورانية يميل الجسم إلى البقاء في حالة دوران، بكمية حركة زاوية ما لم يؤثر عليه عزم قوة خارجية تلزمه تغيير حالته. وهذه الخاصية تسمى بعزم القصور الذاتي أو عزم عطالة الجسم والتي تتأثر بكتلته وبمربع بعد (نصف قطر) الجسم المتحرك عن محور الدوران، وتتناسب معها طرديا، وبعبارة أخرى فإن عزم القصور الذاتي للجسم هو حاصل كتلة الجسم ضرب بعد مركز ثقل الجسم عن محور الدوران.

ويعبر عنها بالمعادلة التالية: $\mathbf{ط = ك \cdot نق^2}$ أو $\mathbf{I = m \cdot r^2}$

حيث I : عزم القصور الذاتي للجسم المتحرك.

و m : كتلة الجسم المتحرك.

r:نصف القطر (بعد مركز كتلة الجسم التحرك عن محور الدوران.)

من خلال هذه المعادلة فإن قوة القصور الذاتي للجسم البشري أو لأحد أ جزائه تختلف في الحركة حسب محاور دوران الحركة التي تتم حولها، فمثلا قوة القصور الذاتي للجسم أو لأجزاء الجسم على محور الدوران الرأسي أقل من قوة القصور على المحور السهمي أو الجانبي.

1.1.الزخم الزاوي Angular Momentum :

وحسب نيوتن فكمية الحركة الزاوية أو الزخم الزاوي Angular Momentum تتأثر بالسرعة الزاوية وبعزم قصوره الذاتي ، فكلما زادت خاصية الجسم في مقاومة الحركة والمتمثلة في عزم القصور(أي يتأثر بموضع الكتلة من محور الدوران)، أو إذا زادت سرعته زادت كمية حركته أيضا .لذا فالزخم الزاوي (مى) هو حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية.

أي **مى = ط . ى** أو $\mathbf{M\alpha = I . \omega}$

عزم القصور الذاتي=الكتلة Xمربع الطول أو نصف القطر مربع،

ع قص = ك × نق2

حيث يمثل الطول هنا طول الجسم (كالمرجحة على العمود الثابت) أو أحد أجزائه (كثني الذراع ومدها،) أي نصف قطر الدوران حول المحاور المختلفة (مفاصل الجسم.) ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة عند تعليم الحركات الرياضية لتحقيق مبدأ الاقتصاد في الجهد. فمثلا في حركات التعلق بالعمود الثابت للتغلب على قوة جذب الأرض عند المرجحة، فإن اللاعب سيعمل على إطالة نصف قطر الحركة (ممثلة في الطول الجسم) إلى الأسفل لزيادة
سرعة الجسم المحيطية (الخطية) أو الزاوية، بينما يعمل على تقليل نصف القطر عند اتجاهه للأعلى محافظا بذلك على سرعته الزاوية، وهذا ما يسمي بالزخم الزاوي.

2.1.العلاقة بين الزخم الزاوي والزخم الخطي:

كما في المعادلة التالية: الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي . السرعة الزاوية

الزخم الزاوي = ك. نق^2. ى

وبما أن السرعة الزاوية (ى) = ع / نق

فإن الزخم الزاوي (مى) = ك . نق^2 (ع /نق) أو مى = ك . ع . نق

ولما كان الزخم الخطي (م) = ع . ك

فإن الزخم الزاوي (مى) = نق. الزخم الخطي

أي **مى = م . ك** أو $\mathbf{M\alpha = M . r}$

2.قانون التعجيل أو التسارع في الحركة الدو ارنية

وحسب نيوتن كما في خاصية القصور الذاتي، فإن معدل التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم (التسارع الزاوي) تتناسب طرديا مع عزم القوة الخارجي المؤثر عليه أو عزم التدوير، وفي تناسب عكسي مع عزم قصوره الذاتي. كما تبينه المعادلة التالية:

التعجيل = عزم القوة / عزم القصور الذاتي

أي $\alpha = T / I$ أو $T = I . \alpha$

حيث α التسارع الزاوي لحركة الجسم

T : عزم التدوير الخارجي

و I : عزم أو قوة القصور الذاتي للجسم المتحرك.

وهذه المعادلة حول الزخم الزاوي تخص الأجسام الصلبة، بينما جسم الأنسان المركب من عدة وصلات أو اجزاء مترابطة، فالزخم الزاوي لعضو أو جزء معين من اجزء الجسم يعتمد على الزخم الزاوي للعضو حول مركز ثقله إضافة إلي زخمه الزاوي حول مركز ثقل الجسم الكلي.

3. قانون رد الفعل في الحركة الدورانية

لكل عزم مؤثر من جسم لأخر هناك عزم آخر مساوي له في المقدار ومضاد له في الاتجاه. وهذا يعني أن تأثير جسم على جسم أخر بعزم ما، فإن هذا الأخير يؤثر على الجسم الأول بمقدار مماثل من العزم المضاد، تسمى هذه القوة بقوة رد الفعل، فمثلا عند قيام لاعب الكرة الطائرة بسحق الكرة، فإن ذراعه الساحقة عند ضرب الكرة تنتج عزم فعل في مقابل إنتاج الرجلين لعزم مضاد كرد للجسم.

(جيمس، 2007، 163، 166)

المحاضرة الحادية عشر: مركز ثقل الجسم

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.
- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

يتطلب التحليل البيو ميكانيكي لحركة الرياضيين دراسة وضعية مركز الثقل، فمثلا يحتاج لاعب كرة القدم الى تجميع أطرافه بالشكل الملائم حول مركز ثقله حتى يستطيع رمي الكرة بأكثر قوة ودقة وسهولة في الأداء (انسيابية)، فتحليل تغير وضع مركز الثقل جد مهم لوصف الصعوبات التي تعترض أداء المهارة بشكل صحيح وفعال.

1.تعريف مركز الثقل:

عرف بمركز الثقل أو مركز الثقالة لجسم ما على أنه نقطة في هذا الجسم الذي يكون العزم مساوياً للصفر.

*فمركز ثقل الجسم هو النقطة التي يتوزع حولها ثقل هذا الجسم بالتساوي، بحيث إذا علق منها أو ارتكز عليها يحافظ على توازنه.

*فمركز ثقل الجسم هو تلك النقطة الثابتة التي يمر بها خط عمل محصلة قوى الجاذبية الأرضية لهذا الجسم عند أي وضع له في الفراغ.

*مركز الثقل هو النقطة التي يتوازن عندها الجسم بالنسبة للمحاور الثلاثة.

*كما يعرف مركز ثقل الجسم بأنه النقطة التي تكون عندها محصلة كل القوى و العزوم المؤثرة على الجسم تساوي الصفر، وهي اتزان الجسم ،هذا ويعتبر مركز الثقل أحد أهم المفاهيم الميكانيكية التي تلعب دورا أساسيا عند حمل الأثقال برافعة أو إلقاء ثقل بمظلة من طائرة وفي الفيزياء تحتاج بعض المسائل معرفة مركز ثقل نظام لحلها.

*هو النقطة المركزية لجميع النقاط التي تملك كتلة في الجسم ، أما أثناء أداء المهارة الحركية فان مركز الثقل يصبح النقطة التي تلتقي فيها جميع القوى المؤثرة عل الجسم أثناء ادئه الحركي.

ويتأثر مركز الثقل بعدة عوامل منها: (الكتلة، الطول، طبيعة المهارة التي يقوم بأدائها الرياضي، عرض وطول اللاعب).

2.أهمية مركز الثقل: عند دراسة الحركات الرياضة وأثناء تحليلها يتعرض الباحث لصعوبة دراسة جسم اللاعب ككل لذا يجب أن يختار نقطة مادية تمثل الجسم تمثيلا صادقا وذلك لتسهيل تحديد مسار الحركة وسرعة الجسم وتسارعه كما تسهل دراسة تأثير القوى عليه وأنسب نقاط الجسم في هذه الحالة هي نقطة مركز الثقل.

3.تحديد مركز ثقل الجسم:

إن فهمنا لأسس عمل العتلات بالشكل الصحيح سيمكننا في تفهم الكثير لمعرفة مركز ثقل الجسم المتحرك ويتكون وزن الجسم من قوة سحب الجاذبية الأرضية لذلك الجسم، حيث ان الجاذبية الأرضية تسحب كل أجزاء الجسم نحوها ويمكن تعين (م. ث. ج) للأجسام الأخرى بتعليق الجسم في الهواء بأكثر من نقطه لعدة مرات والتقاء الخطوط والامتدادات بنقطه وسطية والتي هي مركز ثقل الجسم. وهناك ثلاث محاور أساسية للجسم (العمودي، والأفقي، الجانبي)، والتي تتقاطع عندها نقطة مركز ثقل الجسم وهي نفس النقطة التي تتقاطع بها المستويات التشريحية الثلاثة للجسم (الأمامي والجانبي والأفقي).

ومن أسهل الطرق المستخدمة في هذا الجانب وحسب نظرية الروافع، يمكن استخدام ميزان لوح خشبي له طول معلوم وليكن (200 سم) حيث يستلقي الشخص على اللوح ويحدد (م. ث. ج)، في المستوى الأفقي عن طريق النقطة التي يتوازن على جهتيها الجسم والتي تمثل النقطة التي لو علق الجسم منها يكون متزن.

4.مركز ثقل الأجسام المنتظمة والغير منتظمة: تختلف الأجسام عن بعضها البعض، سواء من ناحية الشكل أو من ناحية التجانس والانتظام، وبالتالي فان تحديد مركز ثقل جسم ما يتعلق بهذا الاختلاف.

1.4.مركز ثقل الأجسام المنتظمة: الأجسام المنتظمة والمتجانسة هي تلك الأجسام المسطحة المعروفة الشكل الهندسي، كالمربعات والمستطيلات والمثلثات والدوائر ... وتعتبر هذه الأجسام سهلة من حيث تحديد مركز ثقلها، فهو غالبا ما يقع في تقاطع محاورها. فمركز ثقل جسم كروي منتظم هو النقطة التي يقع فيها مركز هذا الجسم، كما أن مركز ثقل قضيب منتظم –اسطوانة –هو النقطة التي تقع في مركز الجزء المقطعي العرضي من القضيب الذي يقع في منتصف القضيب طوليا.

– أما إذا كان الجسم غير منتظم الشكل الهندسي وذو بعدين فقط، فان تحديد مركز ثقله يكون بتعليقه من أي نقطة منه، ثم رسم محور عمودي إلى الأرض عندما يثبت الجسم، ثم تعليقه مرة ثانية ورسم محور عمودي على الأرض ونقطة تلاقي المحورين أو تقاطعهما تكون هي مركز ثقله

2.4.مركز ثقل الأجسام غير المنتظمة: نقصد بالأجسام غير المنتظمة، هي الأجسام التي لا تتوزع فيها كتلة الجسم بالتساوي على جميع نقاط الجسم، ومن الأجسام غير المنتظمة جسم الإنسان. وقد لاقى تحديد مركز ثقل جسم الإنسان اهتمام العديد من العلماء في مختلف المجالات، كعلماء التشريح علماء علم الحركة وعلماء الفضاء وأخصائي العلاج الطبيعي، وتتضح أهمية تحديد مركز الثقل في معرفة حالة اتزان الجسم في أي لحظة من للحظات، وتحت أي وضعية.

وفي المجال الرياضي، يعتبر مركز ثقل الجسم من الأمور الهامة والنقاط الحساسة التي يجب التركيز عليها من طرف المدربين ومدرسي الحركات الرياضية، لما تلعبه في توازن جسم الرياضي وبالتالي في الأداء بصفة عامة. ولتعيين مركز ثقل الجسم الغير منتظم عمليا نقوم بتعليق الجسم تعليقاً حراً من عدة نقاط باستخدام خيط يتدلى من أسفله ثقل، وفي كل مرة نرسم الخط الرأسي المار بنقطة التعليق. وتكون نقطة تلاقي هذه الخطوط هي مركز ثقل الجسم، ولا يشترط أن يقع مركز ثقل الجسم داخل مادة الجسم بالضرورة، فقد يقع عند نقطة خارجة عنها، فمركز ثقل حلقة معدنية يقع عند مركزها حيث لا يوجد شيء من مادة الحلقة، وكذلك علبة فارغة أو كوب فارغ.

– من الدراسات التي اهتمت بتحديد مركز الثقل الجسم –دراسة بروان وفيشر –حيث حددوا مركز ثقل الجسم ب (54.8 %) من طول الشخص مقاصا من أسفل القدم، مع اختلاف هده النسبة بين الرجال والنساء.

– اشار كاروسكي الي ان متوسط ارتفاع مركز ثقل عند الرجال بلغ (56.18%) بينما عند النساء (55.4 %)

– بالنسبة للعالم – بالمر – والدي اجري تجاربه على عينة من 596 ولدا و576 بنتا ولمدة طويلة استمرت حتى بلوغهم العشرين فوجد بشكل عام ان ارتفاع مركز ثقل الجسم بغض النظر عن العمر والجنس يساوي (–0.557) من الطول، (–+1.4 سم) مقاسا من أسفل القدم، اي ما نسبته (55.7 %) من طول الجسم ومقاسا من أسفل القدم، هناك عدة طرق لحساب مركز ثقل الجسم منها طريقة لوحة رد الفعل، وطريقة الدمية، وطريقة التجزئة التي تعد من أكثر الطرائق استخداما في المجال

الرياضي. وفي طريقة التجزئة والتي تعتمد على تحديد نقاط فاصل الجسم ثم تحديد مركز ثقل كل جزء من أجزاء الجسم، ثم حساب البعد الأفقي والعمودي لكل مركز ثقل الأجزاء، ثم ضرب كل من البعد الأفقي والعمودي في نسبة الجزء من كتلة الجسم، ثم جمع القيم الأفقية والقيم العمودية وقسمة كل منها على كتلة الجسم ثم تحديد البعدين الأفقي والعمودي ويمثل تقاطعهما مركز ثقل كتلة الجسم

والجدول 03 ادناه يبين مركز ثقل اجزاء الجسم المختلفة

أجزاء الجسم	مكان مركز الثقل
الرأس	أعلى صنوان الأذن أو بين العينين أعلى الأنف
الجذع	يرسم المحور الواصل بين الكتفين ثم يرسم المحور الأفقي للحوض وينصف كل منها –نوصل نقطتي المنتصف –يقع مركز ثقله على بعد 44 من طول محور المنتصف مقاسه من محور الكتفين للأسفل
الفخذ	نصل نقطة مفصل الحوض بمفصل الركبتين تكون مركز الثقل على بعد 44 من محور الفخذ الطولي) طوله) مقاسا من الحوض والى أسفل
الساق	نصل نقطة مفصل الركبة بنقطة مفصل القدم تكون نقطة مركز ثقل الساق على بعد 42 من المحور الطولي للساق مقاسه من مفصل الركبة
القدم	نصل نقطة مفصل القدم بطرف الأصابع تكون نقطة مركز ثقل القدم على بعد 44 على محور القدم مقاسه من نقطة مفصل القدم
العضد	نصل نقطة مفصل الكتف بنقطة مفصل المرفق تكون نقطة مركز ثقل العضد على بعد 47 على محور العضد مقاسه من نقطة مفصل الكتف إلى المرفق
الساعد	نصل نقطة المرفق بالرسغ فتكون نقطة مركز الثقل على بعد 47 على محور العضد مقاسه من نقطة الكتف والى الرسغ
اليد	تكون مركز ثقل اليد في راحة اليد أو منتصف ظهر اليد

جدول 03 يبين مركز ثقل اجزاء الجسم المختلفة

ومنه نستنتج أن الدراسة البيو ميكانيكية لمركز الثقل تلعب دورا فعالا في تحليل المهارات الحركية الرياضية ونذكر منها:

- معرفة تأثير بعد مركز الثقل لأطراف الجسم عن مركز ثقل الجسم ككل في انجاز المهارة الحركية
- معرفة تموضع مركز ثقل جسم الرياضي أثناء أدائه للمهارة ومدى تأثيره على نجاح الحركة أو فشلها
- معرفة تأثير قرب أو بعد أطراف الجسم المؤدية للحركة على إنتاج القوة اللازمة الانجاز الحركة حيث كلما كانت أطراف الجسم المؤدية للحركة قريبة من مركز الثقل كانت القوة المنتجة أكبر ومثال عن ذلك (مهارة قذف الكرة في رياضة كرة القدم: حيث يقوم اللاعب بعملية الانحناء بالشكل المثالي ووضع رجل الارتكاز بالقرب من الكرة وهذا بغرض تقريب جميع مراكز ثقل أطراف الجسم الى مركز ثقل الجسم الرئيسي وبالتالي القدرة على اخراج أكبر قوة ممكنة ومثالية لمهارة قذف الكرة).

5.الثبات والاتزان وعلاقتهم بمركز الثقل:

1.5.مفهوم الاتزان: الاتزان يعني أن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي الصفر، وهذا يعني أن الجسم يكون ساكنا عندما تكون محصلة القوى التي تؤثر تساوي صفر، وتأثير قوة الجاذبية في حالة اتزان اللاعب تختلف من شخص إلى آخر وفقا لطبيعة، الحركة التي يؤديها فالوقوف بشكل اعتيادي يعطي للشخص مقاومة أكبر للقوة الخارجية قياسا بالمتزحلق على الجليد الذي قد يفقد اتزانه وبالتالي سقوطه على الأرض لذا فان هناك علاقة بين الاتزان ودرجة المقاومة عند تأثير قوة خارجية، والتي يطلق عليها بدرجة الثبات.

2.5.أنواع الاتزان:

1.2.5.اتزان ثابت: الاتزان الثابت يزداد في الجسم كلما انخفض مركز ثقل الجسم، والاحتفاظ فوق قاعدة الارتكاز إذا كان الخط العمودي مارا خلال مركز ثقل الجسم، ولا يقاطع قاعدة الارتكاز فان العمل الخارجي يرتفع مسببا مركز ثقل بمستوى، وضع منخفضة وفي هذه الحالة فان اتزان الجسم يتحقق بالعلاقة:

****عزم القوى = عزم التوازن****

ومن العوامل التي تحدد درجة الثبات هي:

- وزن الجسم

- مساحة قاعدة الاستناد
- ارتفاع مركز الثقل للجسم
- زاوية السقوط

-يكون الجسم عادة في حالة اتزان عندما يكون الخط النازل من مركز ثقل الجسم، ضمن قاعدة الاستناد ففي حالة تحريك الجسم نتيجة قوة معينة هذا الخط واقعا ضمن القاعدة فانه يستمر في اتزانه، أما إذا خرج عن قاعدة الاستناد فذالك يؤدي إلى سقوط الجسم ويتعلق هذا بارتفاع مركز ثقل الجسم.

2.2.5.**اتزان متحرك**: يكون عندما ينتقل مركز ثقل جسم خارج قاعدة الارتكاز ويرجع إلى القاعدة وبشكل مستمر مثال:

المتزلج الذي يتركز وزنه في أعلى الجسم يمكن أن يكون عرضة لفقدان الاتزان لذا يجب أن يثني هذا اللاعب أجزاء جسمه لكي يعمل على حفظ مركز ثقل جسمه ويزيد من اتزانه.

إذن يمكن أن نقول إن الجسم في حالة اتزان عندما تكون مجموعة القوى الدافعة (الموجبة) والقوى المعرقلة (السالبة) تساوي الصفر (0).

أما الثبات فيعني قدرة اللاعب على مقاومة اختلال حالته أثناء التوازن ويتوقف ثبات الجسم على عدة عوامل منها.

مساحة قاعدة الإستناد	• كلما كانت قاعدة الإستناد أكبر كلما كان الثبات أكبر
مرور الخط العمودي على قاعدة الإستناد	• كلما كان الخط العمودي لمركز الثقل قريبا من منتصف قاعدة الاستناد كان الثبات أكبر
إرتفاع مركز الثقل عن قاعدة الإستناد	• كلما إقترب مركز الثقل من قاعدة الإستناد كلما كان التوازن أكبر

6.قواعد وتقويم الحركات الرياضية

الحركات الرياضية حركات ذات هدف معين تؤدى وفق قواعد وأسس، فكثير من الحركات الرياضية لا تقاس صحة أدائها بالقوة المبذولة والزمن والمسافة، ولكن نجد العديد من الحركات يمكن إيجادها في أسلوب الأداء ومكداه ولبس العائد من الأداء، لذا وجب علينا وعلى الباحثين في مجال تقويم الحركة الرياضية وأن تصنف الحركات إلى مجموعات كل مجموعة يمكن تقويمها وفق مبادئ وطرق علمية، واضحة اخذين في عين الاعتبار الواجب الحركي الذي من اجله تؤدى الحركات، والحركات الرياضية يمكن أن تقوم وفق القواعد التالية:

1.6.قاعدة الهدف: مما لا شك فيه أن العديد من الحركات الرياضية يكون تقويمها على أساس، إذا كانت قد حققت أدائها وذالك بان يطلق الحكم على نتائج الأداء، وليس أسلوب الأداء نفسه وتقييم هدف الحركة أم أن يكون قياسيا أو اعتباريا ولكنه من المألوف عن تقديم هدف الحركة أن تتبع الأسلوب القياسي أي اتخاذ الزمن أو المسافة أو الوزن كعنصر للمقارنة فعل السبيل المثال يتخذ الزمن كعنصر للتقريب في جميع الحركات التي يكون هدفها تسجيل اقل زمن ممكن كما هو الحال في مسابقات الركض والماراتون والدرجات والسباحة ...الخ.

وهذا يحكم على حركة اللاعب بمقدار ما حققه من زمن منسوبا إلى أدائه وقد يتخذ الوزن عنصر التقويم هدف الحركة وذالك في رفع بحيث يحكم على الحركة بمقدار الوزن الذي يتمكن اللاعب من رفعه مما سبق نرى أن قاعدة الهدف تقوم، على أساس التقويم والقياس نتائج الحركة وفي الحركات المركبة أو ذات المستوى المرتفع قد يقوم بتقويمه على أساس قياس مدى النجاح لكل مرحلة من مراحل الحركة في انجاز واجبها.

2.6.قاعدة الاقتصاد في الجهد: وتعني البحث عن الأداء الأمثل وبأقل جهد ممكن فمن المعروف أن العديد من الحركات يمكن أدائها بأكثر من طرقة فإذا حاولنا تطبيق الاقتصاد بالجهد فهذا استخدام قوة مناسبة بما تناسب أطوال وأجزاء الجسم ومما لا شك فيه أن الحركة الاقتصادية تعني أن القوة والطاقة المبذولة قد استغلت بأقصى ما يمكن أي انه لا يوجد فاقد من القوة أو الطاقة عن طريق أداء حركات ذات قاعدة لا تخدم الواجب الحركي وعلى هذا الأساس نرى أن كثير من الحركات الرياضية قد تغير أسلوب آخر أكثر اقتصادا.

المحاضرة الثانية عشر: "دراسة بيو ميكانيكية لحركة الروافع"

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

ان منظومة الحركة في الجسم البشري قد نجدها ترتكز بالأساس وتسير في كل أجزاء الجسم المتحركة وفق أحد أنواع الروافع Leversالثلاث. وقد ذكرنا سابقا أن الجهاز الحركي للإنسان يشبه جهاز آلي له خاصية الروافع، فالعظام والمفاصل التي تربط فيما بينها، وكذا العضلات التي تكسوها، هي بمثابة نظام ميكانيكي منتج للحركة يسير وفق مبدأ الروافع،

1.تعريف الرافعة:

يقول (عصام الدين، 2011) ان الرافعة نظام ميكانيكي يشترط فيه وجود نقاط للتأثير (العمل أو الجهد Effort والحمل Load) واللتان تبعدان بمسافة عمودية عن محور الدوران Fulcrum تسمى بالذراع، Arm وهو قابل للدوران حول هذا المحور، وعليه فمبدأ تحقيق توازن الرافعة يحقق بالمعادلة التالية:

القوة xالذراع= المقاومة xالذراع.

-او هي عبارة عن جسم مادي (قضيب صلب يتكون من عضلات وعظام يدور حول نقطة ثابتة والقوة المطبقة على الرافعة تهدف الى التغلب على المقاومة مع القدرة على التنقل من وضعية الى اخرى ففي جسم الانسان تعتبر العظام وبعض اعضاء الجسم عبارة عن روافع، اما المفاصل فهي مركز الدوران اما الادوات المحمولة مثل الجلة او الكرة او الرمح تسمى المقاومة في حين ان القوة الرافعة تنتج من حركة العضلات.

2.مكونات الروافع في الجسم البشري:

مما سبق يمكن توضيح مكونات الرافعة في جسم الانسان، وهذا حتى يتسنى لنا معرفة أي نوع من أنظمة الروافع المسئول عن سير حركة أي جزء من أجزاء الجسم، وكيفية تأثير القوى والمقاومات على هذه الحركة وفاعليتها، وتتمثل العناصر المكّونة للرافعة فيما يلي:

1.2.ذراع الرافعة Lever Arm: من خصائص الذراع أن تكون ذات بنية صلبة، وقابلة للدوران أو التحرك حول محور ثابت، وعليه تتمثل الذراع في الجسم البشري بعظام الجسم المختلفة.

2.2محور الدوران Fulcrum: هو ذلك الجزء أو النقطة الثابتة التي تتحرك حولها الذراع، وعليه يتمثل المحور في الجسم البشري بمفاصل الجسم المختلفة.

3.2.ذراع القوة Effort Arm: هي المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة، وعليه تتمثل ذراع القوة في الجسم في المسافة بين مفصل العضو المتحرك ونقطة تأثير القوة على العضلة المحركة للعضو.

4.2.الجهد Effort: هو القوة أو العمل المبذول للقيام بالحركة بالجسم أو بأحد أجزائه، وعليه يتمثل الجهد في الجسم البشري بقوة عضلات الجسم المختلفة.

5.2.الحمل Load: هو المقاومة أو القوة المعاكسة للجهد المبذول للقيام بالحركة، وعليه يتمثل في الجسم بوزن الجسم (الوثب العالي .).، أو بالمقاومات المختلفة للجسم (رمي الرمح أو رفع الأثقال)

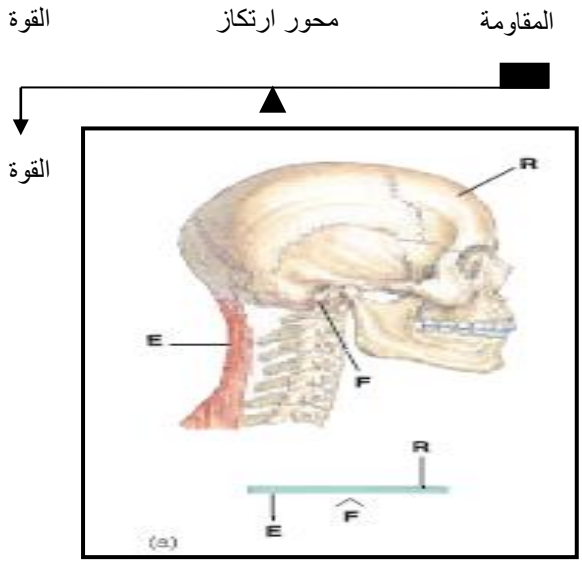
6.2.ذراع الحمل Load Arm: هي المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير الحمل، وعليه تتمثل ذراع الحمل في الجسم البشري في المسافة بين مفصل العضو المتحرك ونقطة تأثير الحمل على العضو المتحرك.

3.انواع الروافع

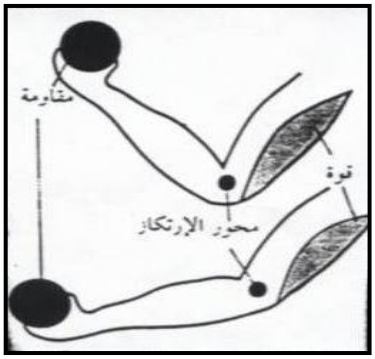
بما أن هناك نقاط فأن هناك ثلاثة احتمالات لترتيب هذه النقاط فإي نقطة منهم ممكن ان تقع بين النقطتين الآخرتين، وبهذه النقاط يوضع الأساس او تصنف على أساسها الروافع.

1.3 روافع من النوع الاول first class lever

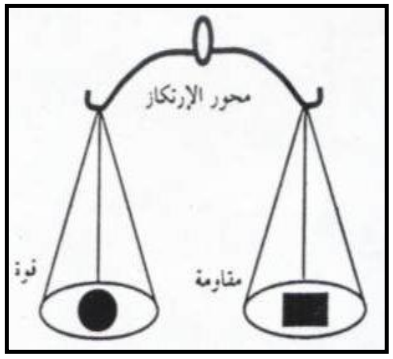
وفيه يقع محور الارتكاز بين القوة والمقاومة. **شكل 26**



النوع الأول من الروافع: الميزة الميكانيكية لهذا النوع هي الحصول على حالة الاتزان فيما إذا وقعت نقطة الارتكاز بين نقطتين تأثير المقاومة والقوة ، وقد يطول ذراع المقامة أو يقصر أو القوة عن محور الارتكاز فإذا ما طال ذراع القوة فان الميزة الميكانيكية التي يمكن الحصول عليها هي الاقتصاد بالجهد ، أما إذا طال ذراع المقاومة فنحصل على السرعة الحركية وسرعة تغير الاتجاه والمدى الحركي ، فتشمل النوع الأول في جسم الإنسان نجد أن عمل العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية والعظام التي تعمل عليها هي خير مثال على ذلك كما هو موضح في الشكل 27و28



الشكل : 27

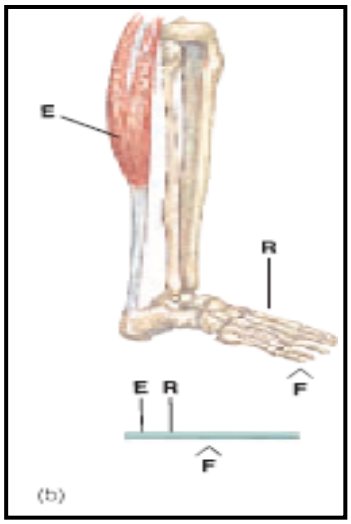


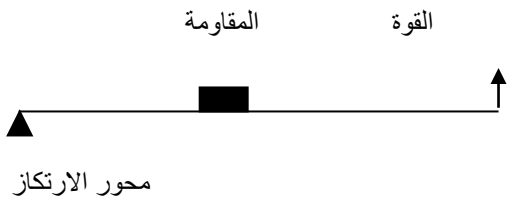
الشكل: 28

رافعة من النوع الأول تأثير المقاومة عند مركز ثقل الذراع في حالة عدم وجود قوة خارجية أخري

2.3.روافع من النوع الثاني: second class lever

وفيه تقع نقطة المقاومة بين محور الارتكاز ونقطة القوة.



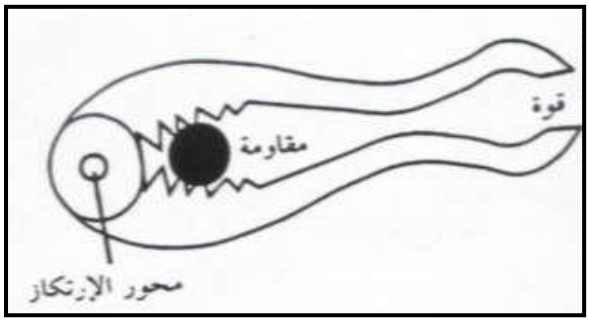


الشكل:29

أمثلة للروافع الخارجية:

عربة اليد، الباب، كسارة البندق.

ويكون ذراع القوة الأطول والميزة الميكانيكية تكون لتوليد القوة اللازمة للتغلب على مقاومة كبيرة، والوقوف على المشطين والدفع بالمشطين رافعة من النوع الثاني ويتمثل النوع الثاني في جسم الإنسان التي تقع فيها نقطة المقاومة بين نقطة تأثير القوة والارتكاز ويمكن توضيحها أثناء عمل العضلة التواؤمية من خلال عملية الدفع بالمشط للأعلى كما في الشكل:29



الشكل :30 رافعة من النوع الثاني

أمثلة للروافع التشريحية من النوع الثاني:

1-عند الوقوف على المشطين مع رفع العقبين عن الأرض فيكون محور الارتكاز هو نقطة اتصال الأمشاط على الأرض، ويمثل العقب نقطة القوة مكان اندغام وتر أكليس، ويمثل مفصل القدم نقطة المقاومة حيث يقع عليها ثقل الجسم.

2-مد الساعد لأسفل ببطء حيث يوجد المحور في مفصل المرفق في حين تنشل القوة في عمل العضلة العضدية وتتركز في مكان اندغامها حيث إنه خلال العمل بالتطويل مقاومة هذه العضلة حركة الساعد لأسفل.

أمثلة في المجال الرياضي:

1-الوثب مع تنطيط الحبل:

محور الارتكاز: نقطة اتصال مشط القدم بالأرض.

المقاومة: التغلب على هذه القوة.

القوة: قوة عضلات الفخذ والساق والبطن.

2.لاعب لضغط:

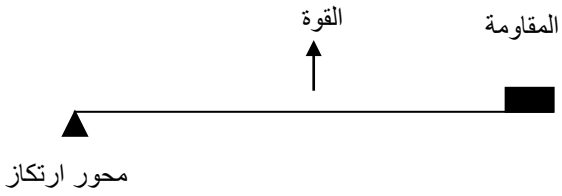
محور الارتكاز: اليدين وأمشاط القدمين.

المقاومة: وزن الجسم بالإضافة إلى قوة الجاذبية الأرضية.

القوة: قوة عضلات الذراعين.

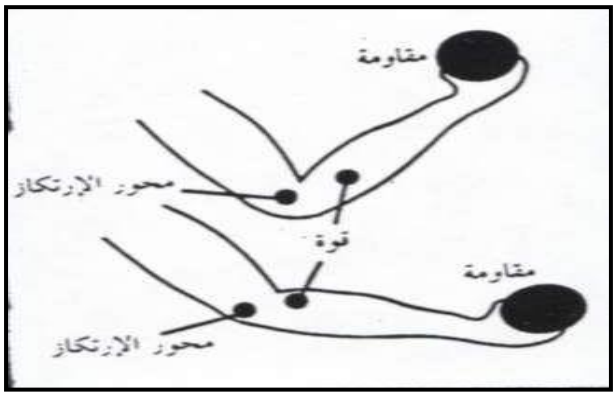
3.3.رافعة من النوع الثالث: third class lever

وفيه تقع القوة بين محور الارتكاز ونقطة المقاومة.



شكل: 31 يوضح النوع الثالث من الروافع

فيكون ذراع المقاومة هو الأطول فان الميزة الميكانيكا لتوليد السرعة على حساب القوة، مثل عمل العضلة ذات الرأسين العضدية أثناء انقباضها عند حمل ثقل في اليد ورفعه إلى أعلى، ففي هذه الحالة نقطة اندغام العضلة بالحدبة الكعبرية لعظم الكعبرة، تمثل نقطة تأثير القوة حيث تقع هذه النقطة بين نقطة الارتكاز (المرفق) والمقاومة كما هو موضح في الشكل:32



الشكل 32 يوضح رافعة من النوع الثالث

أمثلة للروافع الخارجية:

الأبواب الهزازة.

أمثلة للروافع التشريحية:

1- الذراع عند ثنيها بواسطة العضلة ذات الرأسين العضدية والعضلة العضدية.

2- رفع الذراع بالجانب بواسطة العضلة الدالية.

أمثلة في المجال الرياضي:

1.قبض مفصل القدم:

من وضع الجلوس على كرسي يستخدم في هذا التمرين أي أثقال خفيفة مزودة ببكة يمر من عليها السلك وحركة مشط القدم ضد الثقل تكون في مدي القبض والبسط ويفيد هذا التمرين في تنمية قوة عضلات الساق الأمامية.

محور الارتكاز: يتمثل في المقعدة.

القوة: تتمثل في عضلات الساق الأمامية.

المقاومة: تتمثل في الأثقال الخفيفة.

2.مد الذراعين من الرقود:

يؤدي التمرين من الرقود بوضع الثقل في مستوي طول الذراعين وتكون القبضة باتساع الصدر مع استمرار القبض على الثقل طوال فترة أداء التمرين.

محور الارتكاز: يتمثل في الجسم وهو في وضع الرقود.

القوة: وتتمثل في الثقل.

المقاومة: وتتمثل في عضلات الذراعين (الصدرية العظمي، ذات الثلاثة رؤوس العضدية).

3.لاعب كرة السلة عند أداءه التصويب من القفز:

محور الارتكاز: يتمثل في أمشاط القدمين.

القوة: وتتمثل في عضلات الرجلين.

المقاومة: وتتمثل في وزن الجسم.

4.شد العقلة:

محور الارتكاز: مسك العقلة.

القوة: قوة عضلات الذراعين.

المقاومة: وزن الجسم.

4.التأثير الميكانيكي للرافعة :يعمل النظام الميكانيكي للرافعة في الجسم البشري على تحقيق إما زيادة القوة للتغلب على

المقاومات واما زيادة السرعة في أداء الحركات، وهذا التأثير الميكانيكي يعبر عليه بكمية الفائدة الميكانيكية كما في المعادلة التالية :

الفائدة الميكانيكية =ذراع القوة / ذراع المقاومة

فعندما يكون ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة فإن الفائدة الميكانيكية للرافعة تكون أكبر من القوة الواحد، ومعنى ذلك أن الجسم أو العضو يبذل كمية قوة أقل لتحريك تلك الحمل، وعندما يكون ذراع القوة أقل من ذراع المقاومة فإن الفائدة تكون أقل من الواحد، ومعنى ذلك أن الجسم أو العضو يبذل قوة أكبر الحمل، ونعلم أن حركات الحسم البشري تخضع في أغلبها للنوع الثالث من الروافع، بمعنى أن مقدار الفائدة الميكانيكية هو أقل من الواحد، أي أن الجسم البشري عند التعرض للقوة المقاومة ينبغي عليه

توفير القوة قدر أكبر من قوة الجهد للتغلب على تلك المقاومة، وان كانت خاصية ذراع القصير مقارنة بذراع المقاومة، فإن هذا الذراع القصير يفيد في التغلب على القصور الذاتي للجسم، مما يزيد من كمية الحركة وسرعتها، فنظام الحركة للجسم البشري مهيأ للسرعة أكثر منه للقوة.

5.قانون الروافع:

تتوازن الرافعة من أي نوع عندما يكون ناتج القوة وذراع القوة مساويا لناتج المقاومة وذراع المقاومة، وهذا يمكننا من حساب كمية القوة اللازمة لمعادلة كمية معروفة من المقاومة على اعتبار معرفة نوع الرافعة او حساب النقطة التي نضع فيها محور الارتكاز حتى تعادل وتوازن المقاومة المعروفة والقوة المعطية، ولو عرف ثلاث من الأربع قيم فالقيمة المتبقية يمكن حسابها باستخدام القانون التالي:

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

6.أهمية الدراسة البيوميكانيكية لحركة الروافع في التحليل الحركي للمهارات:

1.6. من الناحية الكينماتيكية:

– معرفة تأثير انجاز عمل الرافعة على الاصابات الرياضية حيث تزداد خطورة التعرض للإصابة كلما كان اداء المهارة بشكل سلبي لطريقة عمل الرافعة مثل (مهارة حمل الاثقال في حركات التقوية العضلية لعضلات الظهر)

– معرفة كيفية اداء المهارات انطلاقا من الاماكن التي تمارس فيها هذه المهارة مثل (تغيير شكل الجري مع تغير ارتفاع مضمار الجري)

– معرفة تأثير طول الرافعة على الاداء المثالي للمهارة الحركية.

2.6. من الناحية الكيناتيكية:

– معرفة القوة اللازمة للدوران والتغلب على المقاومة

– معرفة تأثير طول الرافعة على انتاج القوة حيث كلما كان ذراع القوة اطول كلما كانت القوة المنتجة أكبر وهذا يتضح في مهارات الرمي والسحق في كرة الطائرة والارسال في التنس.

المحاضرة الثالثة عشر: كنيماتكية حركات الرمي (المقذوفات)

الحصة الاولي

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

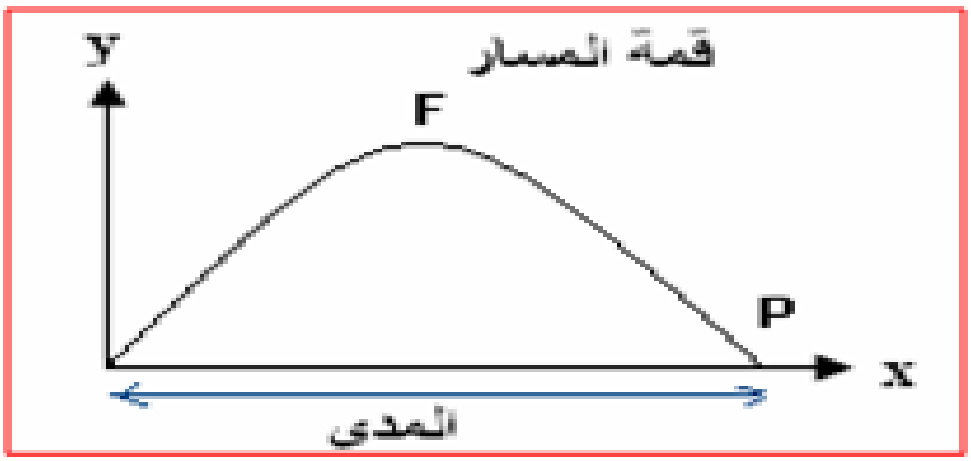
تمهيد:

إن الأجسام التي ترمى في الهواء تعتبر من المقذوفات، ككرة السلة والقرص جميعها تعتبر أجساما مرمية في الهواء طالما أنها تتحرك في الجو دون مساعدة. واستنادا على المقادير المختلفة المؤثرة فإن الإزاحة الافقية الناتجة للجسم المرمي تحدد الفائز في سباقات الساحة كدفع الجلة ورمي القرص أو رمي الرمح، اما بالنسبة الى واثبي العالي وقافزي الزانة، فإن الإزاحة العمودية القصوى هي فيصل الفوز بمثل هذه المسافات. أما قافزي الفضاء فيجمعون لكلتا الإزاحتين العمودية والأفقية للهبوط قدر الإمكان قريبا من الهدف على الأرض. فليست كل المواد التي تطير في الهواء هي أجسام مرمية، فالمرمي هو جسم في سقوط حر خاضع لقوى الجاذبية ومقاومة الهواء فقط.

1.مفهوم المقذوفات:

كل جسم يتحرك وفقد اتصاله بالأرض يسمى مقذوف، ويقع تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية وتطبق عليه قوانين المقذوفات، فمثلا لاعب الوثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزاوية معينة وهنا نطلق على اللاعب مصطلح مقذوف.

كذلك عند المناولة في كرة السلة أو الإعداد في الكرة الطائرة فان الأداة يكسر اتصاله مع يد اللاعب فتسمى الكرة مقذوف، فالمقذوف إما أن يكون اللاعب نفسه كما في الجمباز أو أداة كما في العاب الكرة والجلة والرمح.



شكل: 33 يبين متغيرات مسار الجسم المقذوف

- للمقذوفات متغيرات متعددة تحكم حركتها وتحدد مسارها، فالمسافة الأفقية التي يحققها المقذوف تعتبر هدفا نهائيا للعديد من المسابقات (كالقرص-الرمح. الخ)، كما أن الارتفاع الرأسي يعتبر هدفا أخر في المسابقات الأخرى مثل الوثب العالي والقفز بالزانة لذلك لا يمكن تطبيق نفس المبادئ على جميع أنواع المقذوفات مما يفرض علينا مراعاة خصوصية وأهداف كل مقذوف خلال تحليلنا للحركات الرياضية.

2. مصطلحات تتعلق بالمقذوفات:

ـ **أقصى ارتفاع ذروة المسار**: هو أعلى نقطة (موضع) يصل إليها المقذوف عن المستوى الأفقي المار بنقطة القذف، وعندها تكون سرعته الرأسية تساوي صفر .

ـ **زاوية القذف**: هي الزاوية المحصورة بين متجه السرعة الابتدائية ومحور السينات .

ـ **السرعة الابتدائية للمقذوف**: هي السرعة التي ينطلق بها المقذوف.

ـ **المدى**: وهي المسافة بين نقطة القذف والنقطة التي يلاقي فيها الجسم المستوى الأفقي الذي قذف منه، ويكون المدى الأفقي أكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القذف تساوي 45°.

ـ **المقذوف**: جسم حر الحركة في الهواء انطلق بتأثير القوة.

او: هو أي أداة أو جسم يكسر اتصاله مع شى أخر وبزاوية معينة. مثل (لاعب وثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزاوية معينة.)

المقذوفات الأفقية مثل (رمي الثقل، رمي المطرقة، رمي القرص). أما المقذوفات العمودية مثل (العب الترامبولين، الضرب الساحق، بداية الشوط لكرة السلة بالرمي).

ولكن هناك أنواع لا تعتبر مقذوف مثل (الصواريخ، الطائرات ذات محركات.)

_ قانون الجذب = السرعة / الزمن اذن: السرعة = الجذب x الزمن

.3.حركة المقذوفات :

يتفق كل الباحثين والمتخصصين في مجال الميكانيك والعلوم الفيزيائية بصورة عامة والحركة وأشكالها على وجه الخصوص على مجموعة من النقاط التي يمكن أن تميز مسار حركة أي من المقذوفات بزوايا مثل ركل كرة القدم، أو فعاليات الرمي في ألعاب القوى كرمي الرمح، الجلة أو أداء فعاليات الوثب الطويل، أو العالي وغيرها من المهارات التي تندرج تحت هذا النوع من الحركات والتي تتمثل فيما يلي: (Grimshaw.A.Burden.2010.p99.)

-الأجسام المقذوفة سواء كانت الأدوات التي يستعملها الرياضي في بعض الفعاليات، أو جسم الرياضي نفسه.

- إن الجسم الساقط يتحرك بفعل تأثير الجاذبية الأرضية باتجاه مركز الكرة الأرضية، ويختلف مقدار الجذب الأرضي على الجسم من موقع إلى أخر

حركة الجسم الساقط إلى الأسفل أو الصاعد إلى الأعلى بأنها حركة تعجيل معين لان سرعته في تغير مستمر سواء أكان أثناء الصعود أو النزول.

- أي مقذوف يمتلك مصطلحين أولهما (المدى) ويقصد به المسافة الأفقية لمسار المقذوف، والمصطلح الأخر هو (الارتفاع) ويقصد به المسافة العمودية للمقذوف، لكل من المصطلحين زمنين

مختلفين فزمن الوصول إلى أقصى ارتفاع (المسافة العمودية) يختلف عن الزمن الكلي الذي استغرقه المدى أو المسافة الأفقية أو زمن الطيران.

- مصطلح الجذب الأرضي يتعامل مع الارتفاع العمودي وليس له علاقة بالمدى أو المسافة الأفقية.

- طالما ان الارتفاع العمودي أو السرعة العمودية تحددها الجذب الأرضي فأن زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع (الارتفاع العمودي) يتم حسابه بوجود الجذب الأرضي.

4.العوامل المحددة لحركة المقذوفات

تتفق كل نظريات وقوانين علم الميكانيك على أن هناك ثلاث عوامل رئيسية تتحكم في حركة المقذوف (مسار الطيران) والتي تتمثل فيما يلي:

- زاوية الانطلاق l'angle(O)

- السرعة الزاوية لحظة الانطلاق la vitesse d'envol(V0)

- ارتفاع المقذوف عن سطح الأرض لحظة انطلاقة la auteur d'envol(hO)

- المؤثرات الهوائية (مقاومة كل من الهواء والرياح) خلال مسارها.

*** زاوية الرمي او الانطلاق :**

إن زاوية الانطلاق وتأثيرات مقاومة الهواء من العوامل المهمة التي تتحكم بشكل مسار المقذوف، والتغيرات في سرعة الرمي تؤثر على مقدار مسافة الطيران او الرمي، ولكن شكل الرمي يعتمد على زاوية الرمي. في حالة غياب مقاومة الهواء، يتخذ مجال رمي المقذوف واحدا من ثلاثة اتجاهات، بالاعتماد على زاوية الرمي. ففي حالة كون زاوية الرمي عمودية تماما، فإن مجال الرمي سيكون عموديا بشكل كامل كذلك، وسيتبع المقذوف نفس المجال مستقيماً إلى الأعلى، ومن ثم مستقيما إلى الأسفل.

* إذا كانت زاوية الرمي حادة (بين 0و 90درجة) فإن المقذوف سيتبع مجالا مقطعيا شكل القطع المكافئ.

*كرة مرمية إلى الأعلى بزاوية رمي 80درجة تتبع ارتفاعا نسبيا ومسارا ضيقا منجزة ارتفاعا أكبر من المسافة الأفقية، والكرة المقذوفة بزاوية 45 درجة تتبع مسارا مستويا وشكلا أطول

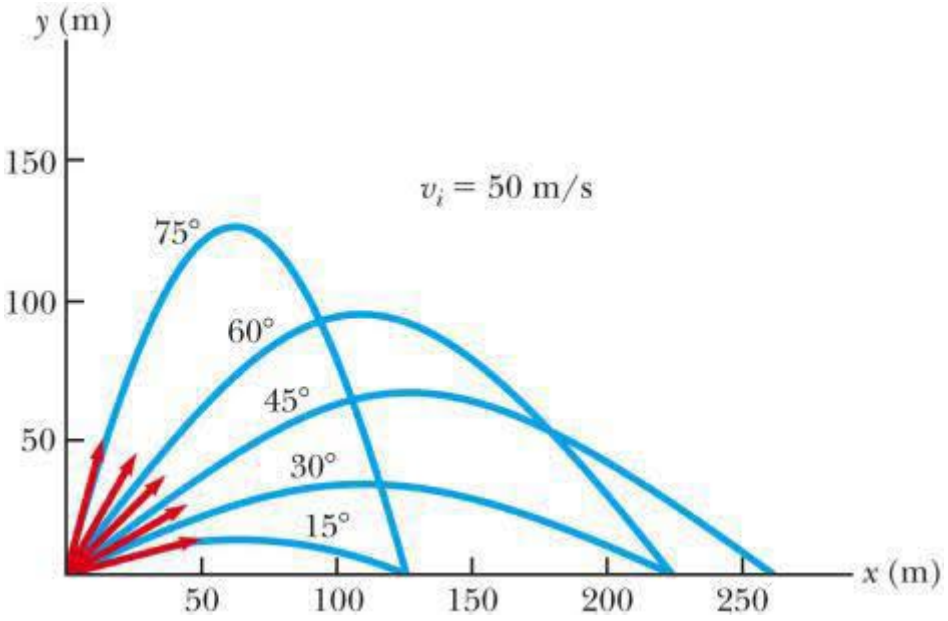
* فيما يخص زاوية الانطلاق فإن انسب زاوية لكي يحقق المقذوف ابعد مسافة أفقية (المدى) هي زاوية (45)° وتعتبر هذه زاوية مثالية فقط في حالة ما يكون مستوى الانطلاق بمستوى الهبوط، وإذ كان هنالك تباين بين هاذين المستويين فعندئذ تختلف الزاوية ، ويعتمد هذا الاختلاف على بعض العوامل التي يجب مراعاتها خلال ذلك والتي تتمثل في:

* الفرق بين مستويات الانطلاق والهبوط.

* سرعة المقذوف.

* مقاومة الهواء.

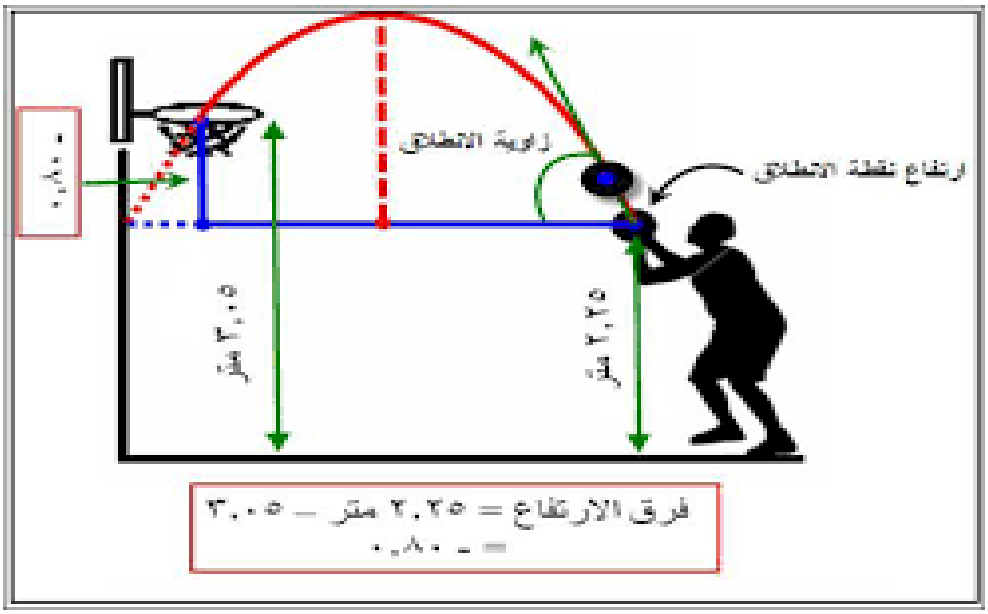
المقذوفات بزوايا اقل من القائمة تحدث في شكلين أولهما تساوى نقطتي الانطلاق والهبوط والأخر تباين النقطتين، ففي تباين النقطتين قد تكون نقطة الانطلاق اعلي من نقطة الهبوط مثلما يحدث في دفع الثقل أو رمي الرمح أو قد تكون نقطة الانطلاق ادني من نقطة الهبوط كما يحدث في التصويب بكرة السلة وان فرق الارتفاع يحسب (ارتفاع نقطة الانطلاق – ارتفاع نقطة الهبوط) لذلك فإننا نتوقع ان يكون فرق الارتفاع في الحالة الأولى (دفع الثقل) بالموجب إلا انه في الحالة الثانية (التصويب بكرة السلة) فان فرق الارتفاع يكون بالسالب.



الشكل:34 يمثل تأثير زاوية الرمي على مسار المقذوف

وبالرغم من بعض الفروقات بين أنواع المقذوفات إلا أن نتائج العديد من الدراسات في مجال التحليل الحركي لمختلف المهارات الحركية المندرجة تحت المقذوفات خلصت إلى أن الزوايا المتممة هي التي تساعد على تحقيق أكبر مدى ممكن وإمكانية ذلك مربوطة بتحقيق نسب محددة ومناسبة للعوامل الأخرى المحددة لحركة المقذوف.

الفرق بين مستويات الانطلاق والهبوط، ويتوقف ذلك على طبيعة الأداء الحركي للمهارة. حيث ان معظم مهارات الرمي les lancées في ألعاب القوى كالجلة، الرمح، القرص...، وكدا مهارات القفز les sauts كالقفز العالي، الطويل، ومعظم مهارات التصويب في كرة السلة وحتى بعض المهارات في الألعاب الجماعية الأخرى...وكل هاته تندرج تحت هذه الحالة. مما يستدعي مراعاة الشروط والقوانين التي تحدد مدى التألق في هده الفعاليات.

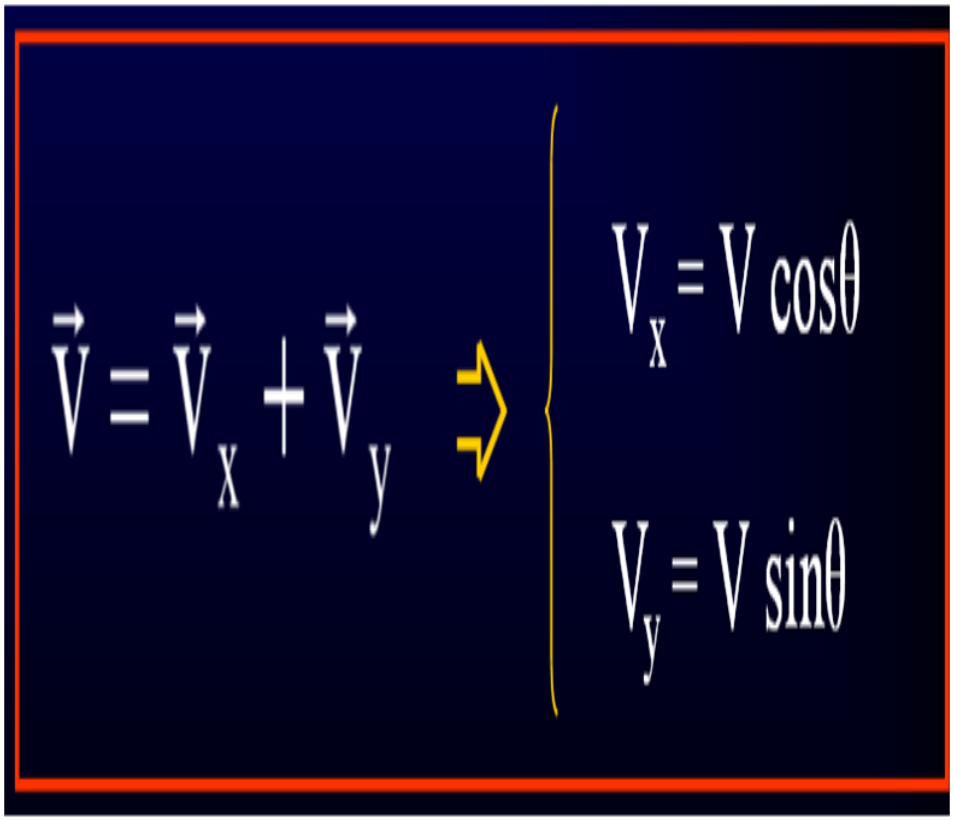


الشكل 35

يبين تأثير الفرق بين نقطة انطلاق وسقوط المقذوف (التصويب في كرة السلة) على نسب المتغيرات المحددة لمسار المقذوف

***سرعة المقذوف** :إن سرعة الطيران للأداة المقذوفة أو الجسم القافز بعد مغادرته الأرض تتكون من مركبتين احدهما أفقية باتجاه الأرض والأخرى عمودية تشكل مع الأولى زاوية قائمة ، ونتيجة لوقوع الجسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية (g) أثناء حركته نجد إن مقدار السرعة العمودية Vy تقل تدريجيا أثناء حركة الجسم في الهواء إلى أن تصل صفرا تقريبا ، أما مركبة السرعة الأفقية Vx فهي على عكس مركبة السرعة العمودية فتبقى بمقدارها نفسه من لحظة مغادرة الأرض لحين الهبوط. ويمكن حساب كل المتغيرات المحددة لمسار المقذوف (سرعة المقذوف، زاوية الطيران، المدى.....).

من خلال استعمال المعادلات التالية:



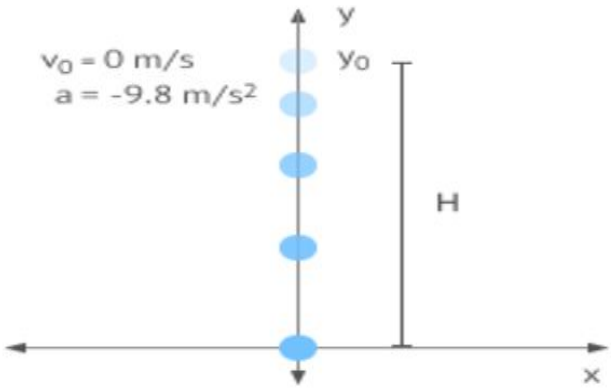
5.مبادئ المقذوفات وتطبيقاتها في المجال الرياضي

إن أي أداة (كرة، جلة،) أو جسم يكسر اتصاله مع شيء أخر وبزاوية معينة يسمى مقذوف، فمثلا لاعب الوثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزاوية معينة وهنا نطلق على اللاعب مصطلح مقذوف، كذلك عند المناولة في كرة السلة أو الإعداد في الكرة الطائرة فان الأداة يكسر اتصاله مع يد اللاعب فتسمى الكرة مقذوف.

كل هذه النماذج الحركية ستقع تحت تأثير قانون الجذب، والذي ينص على ان الأداة أو الجسم يسقط في الفراغ بتعجيل ثابت مقداره 9,81 م/ث، ومثلما أسلفنا سابقا فان كرة السلة عند سقوطها من السكون فان سرعتها ستبلغ بعد ثانية واحدة 9,81م\ثا وفي الثانية تصبح سرعتها

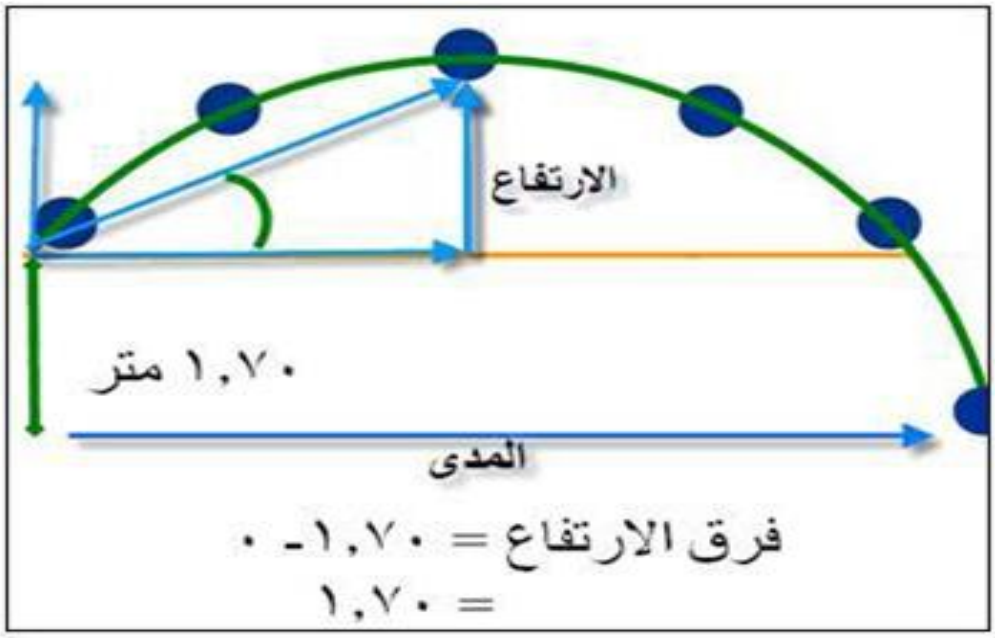
9,81+9,81 = 19,62 فلو استغرقت الكرة عند سقوطها زمنا قدره 3 ثا فإنها ستصدم الأرض بسرعة مقدارها 29,34 م\ثا.

ووفقا لهدا المبدأ (قانون السقوط الحر) الذي يحدد قيم المتغيرات الكينماتيكية لأي جسم مقذوف فإنه يمكن دراسة حركة أي مقذوف مهما كان مساره.



الشكل 36 يبين مقادير المتغيرات الكينماتكية لحركة السقوط الحر لكرة

فعندما ينتقل جسم من الأسفل باتجاه الأعلى وبسرعة معينة فانه يتحرك بتعجيل منتظم ولكن بشكل متناقص أي أن سرعته تقل تدريجيا بفعل تعجيل الجاذبية الأرضية البالغ 9,80 م / ثا ² أو – 32 ق /ثا ² إلى إن تنعدم سرعته النهائية في أعلى نقطة يصلها الجسم ، وأما أن يبدأ الجسم بالنزول ثانية باتجاه الأرض حيث تبدأ سرعته بالازدياد تدريجيا ، حيث يكون تعجيل الجاذبية الأرضية موجبا في هذه الحالة ، فنجد إن أقصى سرعة يبلغها الجسم أثناء النزول قبل ملامسته للأرض ، لو أخذنا الزمن المستغرق لارتفاع الجسم وبلوغه أعلى نقطة نجد إن ذلك الزمن يساوي الزمن نفسه الذي يستغرقه من أعلى نقطة إلى الأرض .



الشكل :37 يبين الخصائص الأساسية لحركة جسم المقذوف – رمي الجلة–مع اختلاف نقطة الانطلاق والسقوط

المحاضرة الرابعة عشر: كنيماتكية حركات الرمي (المقذوفات)

الحصة الثانية

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجهات والمفاهيم ذات الصلة.
- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

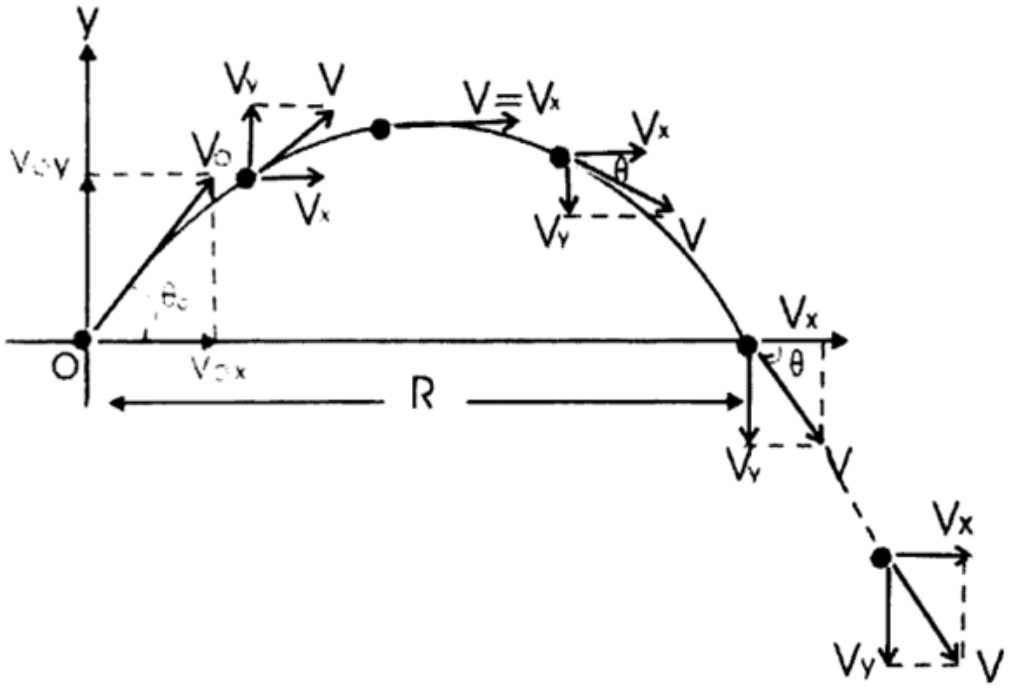
1-.....

2-.....

3-.....

1.التحليل الحركي للمقذوفات:

تكون عملية التحليل الحركي للمقذوفات في معلم متعامد ثنائي الأبعاد ذو محورين، محور أفقي (ox) ومحور عمودي ((oy وعليه فإن شعاع التسارع له مركبتين واحدة (ax) أفقية والأخرى عمودية (ay) ونفس الشيء بالنسبة لشعاع السرعة تكون له مركبتين واحدة أفقية (Vx)واخري عمودية.(Vy)



حركة قذيفة بمدى قصير تحت تاثير الجانبية

الشكل:38

أ.متجهة التسارع :انطلاقا من مبدأ إهمال مقاومة الهواء، تبقى القوة الوحيدة المؤثرة على مسار المقذوف هي وزنه .($\vec{P}$) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

(مجموع القوى يساوي الكتلة مضروب في التسارع)

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط نجد:

$$\begin{cases} P\vec{X} = m.\vec{a}X \ldots\ldots\ldots\ldots(1) \\ P\vec{y} = m.\vec{a}y \ldots\ldots \quad \ldots\ldots\ldots(2) \end{cases}$$

باعتبار اتجاه القذيفة نحو الأعلى هو الاتجاه الموجب (جهة الحركة)، فعند الإسقاط نجد

$$\begin{cases} 0 = m.a\vec{X} \\ -g = m.\vec{y} \end{cases}$$

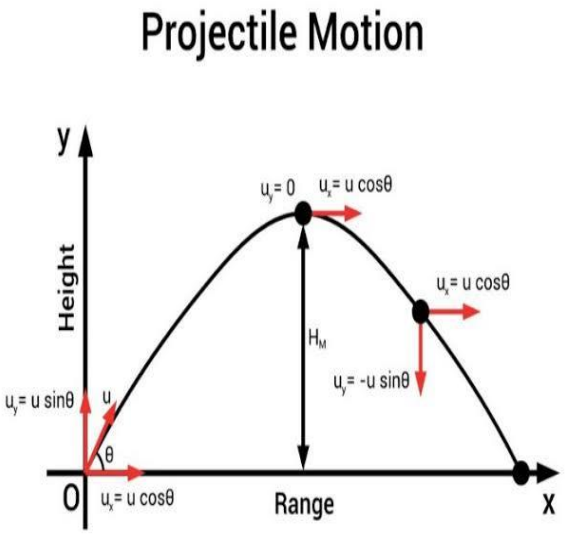
ومنه إحداثيات متجهة التسارع

$$\begin{cases} a\vec{X} = 0 \\ a\vec{y} = -g \end{cases}$$

نستنتج أن الحركة في المحور الأفقي(Ox) هي مستقيمة منتظمة لانعدام التسارع نتيجة لإهمال قوى الرياح. والحركة في المحور العمودي(Oy) هي مستقيمة متغيرة بانتظام لثبات التسارع (تسارع الجاذبية الأرضية).

ب . متجهة السرعة:

يتم الاعتماد في حساب السرعة في حركة المقذوف على المركبتين العمودية والأفقية لمتجهة السرعة $\vec{V}y$ و $\vec{V}x$ بحيث نلاحظ أن المركبتين عموديتين على بعضهما البعض وتشكلان مثلثين قائمين وترهما شعاع السرعة $\vec{V}$ ، وبتطبيق نظرية المثلث القائم نجد:



الشكل:39

عند اللحظة $\mathbf{t = 0}$

$$\begin{cases} \mathbf{V0x = V0.cos(O)} \\ \mathbf{V0y = V0sin(O)} \end{cases}$$

وعند اللحظة t نجد:

$$\begin{cases} \mathbf{Vx(t) = axt + V0.cos(O)} \\ \mathbf{Vy(t) = ayt + V0sin(O)} \end{cases}$$

حيث ان:

$$\begin{cases} a\vec{x}=0 \\ a\vec{y}=-g \end{cases}$$

وبالتعويض نجد :

$$\begin{cases} Vx(t)=V0.\cos(O) \\ Vy(t)=-gt+V0\sin(O) \end{cases}$$

ج. المعادلة الزمنية للحركة :والتي تمثل تغير إحداثيات المتحرك (المسافة والارتفاع) بدلالة الزمن.

تعطى بالمعادلة التالية:

$$\begin{cases} X(t)=\frac{1}{2}.a\,X\,t^2+V0t+X \\ y(t)=\frac{1}{2}.ay\,t^2+V0y=y0 \end{cases}$$

حيث ان:

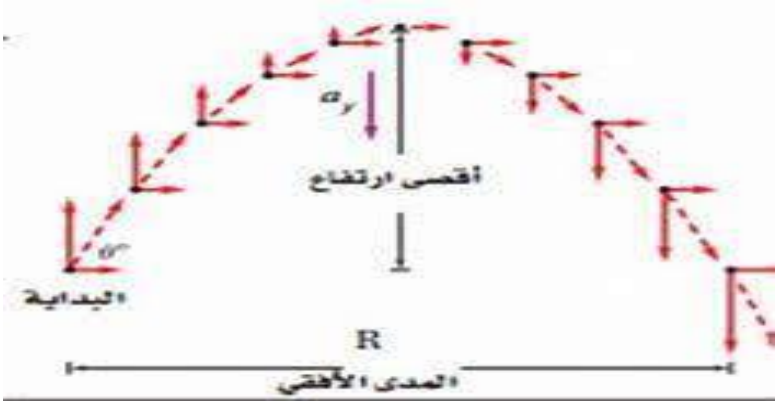
$$\begin{cases} a\vec{x}=0 \\ a\vec{y}=-g \end{cases}$$

وبالتعويض نجد :

$$\begin{cases} X(t) = V0t + X0 \\ y(t) = \frac{1}{2} gt^2 + V0yt + y0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} X(t) = V0.\cos(O)t + X0 \\ y(t) = \frac{1}{2} gt^2 + V0\sin(O)t + y0 \end{cases}$$

د .أعلى ارتفاع (الذروة) H :



الشكل:40 يبين مدي وذروة المقذوف

***حساب أقصى ارتفاع يبلغه المقذوف**

وعندما تصل القذيفة إلى أعلى نقطة أقصى ارتفاع ، نجد أن سرعتها الرأسية تصبح صفرا (في حين تبقى سرعتها الأفقية تساوي v0x) ومنه :

$$Vy = 0 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$-gt + V0\sin(O) = 0 \ldots\ldots\ldots (2)$$

من 1و2 نجد :

نحصل على معادلة زمن الوصول إلى أقصي ارتفاع:

$$T = V0\sin(O)/g \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

بتعويض قيمة t نجد :

$$Y = V0^2\sin^2(O)/2g \ldots\ldots\ldots (4)$$

و.ابعد مسافة (المدي) Xp:

وهي المسافة الأفقية المقطوعة من نقطة الانطلاق إلى نقطة الهبوط على سطح الأرض .عند سقوط الجسم (العودة إلى سطح الأرض) فإن الارتفاع معدوم.

ومنه نستطيع حل المعادلة التالية:

$$Y = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

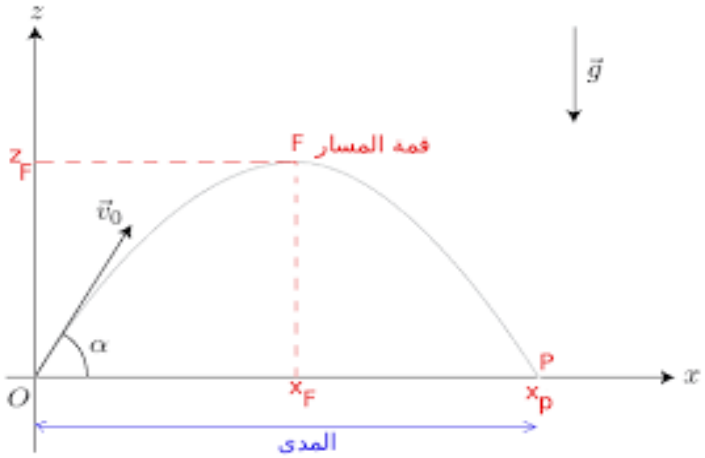
$$\tfrac{1}{2} gt^2 + V0\sin(O)t + y0 = 0 \ldots\ldots\ldots (6)$$

من 5 و6 نجد :معادلة الزمن للرجوع هي :

$$T = 2\,V_0 \sin(O)/g$$

بالتعويض في معادلة $x(t)$نجد:

$$Xp = V_0^2 . \sin 2(O)/g$$



الشكل:41 يبين علاقة المدي بزاوية انطلاق المقذوف

المحاضرة الخامسة عشر: التحليل البيو ميكانيكي للمهارة الرياضية

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

يعد التحليل الحركي فرع مهم من فروع علم البايوميكانيك بل وهو الاساس الذي يستند عليه هذا العلم ومنه يستمد بيناته الخام ... وعليه فأن المبدأ الاساسي للمهتم بالبايوميكانيك هو الالمام بقواعد التحليل الحركي والاطلاع عليها بشيء من التفصيل من اجل معرفة مصادر المعلومات وكيفية تأويل الاحداث والنتائج ، لذلك فان التحليل الحركي علم يعتمد بالأساس على استخدام القوانين والاسس المستخدمة في علم البيو ميكانيك لغرض دراسة الحركة وتحليلها تشريحيا وميكانيكيا وتمثل كلمة تحليل (Analysis) مفتاحا لتعريف سلوك حركة الانسان او مساره ، اي عملية تجزئة الكل الى اجزاء لكي يتم دراسة طبيعة تلك الاجزاء والعلاقة بينهما من خلال معرفة دقائق مسار الحركة ، ومدى العلاقة بين المتغيرات التي تؤثر في ذلك المسار اي تحويل الظاهرة المدروسة الى ارقام ودرجات . ويقصد بها ايضا الوسيلة المنطقية التي يجري بمقتضاها تناول الظاهرة موضوع الدراسة كما لو كانت مقسمة الى اجزاء او عناصر اساسية.

ويعد التحليل في المجال الرياضي من العلوم المهمة التي تعتمد على علوم اخرى كالتشريح والميكانيكا الحيوية والفيزياء والرياضيات والعلوم الاخرى المرتبطة بالحركة، لذا لا يمكن اجراء تحليل للحركات الرياضية دون ان تكتمل جميع العناصر المؤثرة في ذلك الاداء.

ان التحليل اداة اساسية في جميع الفعاليات والانشطة الرياضية ، اذ يبحث في الاداء ويسعى الى دراسة اجزاء الحركة ومكوناتها للوصول الى وقائعها سعيا وراء تكنيك افضل ، فهو احدى وسائل المعرفة الدقيقة للمسار بهدف التحسين والتطوير وكذلك يستخدم التحليل الرياضي في حل المشكلات المتعلقة بالتعلم والتدريب حيث يقوم بتشخيص الحركات ومقارنة اجزائها واوقاتها وقوتها بمعايير معينة تسهل على المدربين والمدرسين اختيار التمرينات المناسبة لقيام رياضييهم بالأداء الحركي الصحيح وخلق ظروف تدريبية وتعليمية خاصة لتحقيق ذلك الهدف ، وتوجيه العملية التدريبية والتعليمية (علميا وتطبيقيا) لتمهيد الطريق لرفع وتحسين المستوى الرياضي من خلال استخدام الاسلوب العلمي المستند على التحليل الحركي البيو ميكانيكي .

1.مفهوم التحليل البيوميكانكي:

عرفه بعض الباحثين على أنه العلم الذي يقوم بتطبيق القوانين الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية، وهو أحد فروع البيو ميكانيك الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلا يعتمد على الوصف الظاهري للحركة (الكينماتيك) بالإضافة إلى مسببات الحركة (الكينتك) بما يكفل الاقتصاد في الجهد. (مروان، إيمان، 2014 ،456.)

2.طرق التحليل الحركي:

أن التحليل الميكانيكي يتطلب تحديد القوانين والأسس في توضيح الأداء، كما يجب تحديد الحركة بوضع البحث بدقة كإطار خارجي لها، ويعرض التحليل هناك العديد من الطرق والأدوات والأجهزة المساعدة على التسجيل الحركي ويمكن استخراج بيانات التحليل من خلال افلام الفيديو أو السينمائية أو من خلال منصة قياس القوة.

وفي دراسات البيو ميكانيك يمكننا التعرف على العوامل الكينماتيكية للحركة من خلال التصوير السينمائي أو الفيديو والتحليل الكينماتوجرافي بواسطة المعادلات التفاضلية ومبادئ الميكانيكا، ويمكن من هنا التوصل إلى الخصائص الكينماتيكية للمهارة موضع الدراسة.

لذلك توجد طريقتين للتحليل الحركي هما:

أ.التحليل البايوكينماتيكي للمهارات الحركية: تهتم هذه الطريقة بتوضيح ووصف انواع الحركات المختلفة من حيث الشكل الخارجي لها، عن طريق استخدام المدلولات الخاصة بالسرعة والتعجيل على اساس قياسات المسافة والزمن. ويطلق على هذا النوع من التحليل بـ الكينماتيك الذي يعنى بدراسة حركة الاجسام بالنسبة للزمن سواء أكانت خطية ام دائرية، لذا يهتم بالجانب المظهري او الشكلي للحركة مثل المسافة، الزمن، السرعة، الزاوية، ورسم مساراتها الحركية، وتوضيح طريقة الاداء التي يقوم بها الجسم، وتهتم فقط بالعلاقات بين حركات معينة لجسم ما وبين زمنها ومكانها دون التعرض للقوى التي تسبب هذه الحركات. ولذلك تسمى بعلم وصف الحركة وصفاً مجرداً دون التعرض للقوى المسببة لها.

ب.التحليل البيوكيناتيكي للمهارات الحركية: تهتم هذه الطريقة بالبحث عن الارتباط بين القوة والانواع المختلفة من الحركات، فضلا عن البحث في مسببات الحركة من خلال دراسة القوى التي تؤثر في الحركة. ويطلق على هذا النوع من التحليل بـ الكيناتيك الذي يعنى بدراسة اسباب الحركة والقوى المصاحبة سواء أكانت ناتجة عنها او محدثة لها، وتبحث في مسببات الحركة ونتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الاداء.

3.مستويات التحليل الحركي:

المستوى الأول: " التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة "

ويعتبر هذا النوع من أسهل أنواع التحليل حيث يتم دراسة المسارات الحركية للمهارة من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التي تميزها كأن تتم دراسة المسارات الحركية بقوانين الحركة الخطية أو الدورانية لحساب قيم المتغيرات المميزة للمسارات وتحديد أهم الخصائص.

المستوى الثاني: " التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء "

ويعتبر هذا المستوى بالمعرفة المسبقة لأهم الخصائص التكنيكية المميزة للمهارة المدروسة وقيم هذه الخصائص على أساس أن التحليل يتم بمقارنة قيم المتغيرات في كلتا الحالتين للتعرف على أوجه القصور.

المستوى الثالث: " التحليل بغرض المقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية "

وتتمثل صعوبة هذا النوع من التحليل في استنتاج المنحنيات النظرية للخصائص المراد مقارنة أداء الأطفال بها ومدى ما يمكن اقتراحه من تطوير في أسلوب الأداء بهدف محاولة الوصول بقيم المتغيرات المدروسة إلى الحدود القصوى التي تشير إليها المنحنيات النظرية.

المستوى الرابع: " التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج "

وهو أصعب أنواع التحليل وأكثرها تقدماً حيث يتم دراسة مسارات بعض المهارات الرياضية على النماذج المصنعة بهدف دراسة إمكانية ظهور احتمالات حركية جديدة على هذه النماذج من ناحية وإمكانية تطبيقها على الجسم البشري من ناحية أخرى ومن هنا تظهر أهمية البحوث في تعديل وتطوير طرق الأداء للعديد من المهارات الرياضية كما أن لهذا النوع من التحليل أهمية كبيرة فيما ظهر حديثاً من مهارات مبتكرة لم يسبق التعرف عليها من قبل كما هو الحال في جميع الرياضات

4.مراحل التحليل الحركي للمهارات الرياضية:

لاغراض التحليل الحركي للمهارات الرياضية يتم تقسيم هذه الاخيرة إلى خمس مراحل أو أجزاء وهي كالتالي حسب ما جاء في (طلحة، 1993 ،399 ،402)

1.وضع البداية Stance والذي يختلف تحديده باختلاف نوع المهارة، وباختلاف الافراد، حيث تلعب القياسات الانتروبوميترية دورا كبيرا في ذلك

2.المرحلة التمهيدية Phase Preparatory: فمثال جميع الحركات التي يؤديها لاعب رمي الرمح؛ من وضع الاستعداد حتى وصول الذراع إلى وضع التقريب المائل، كتحريك الرمح في اتجاه الرمي تعتبر كلها ضمن المرحلة التمهيدية. ويتوقف مدى الحركة في هذه المرحلة على الهدف المراد تحقيقه من المرحلة الرئيسية، فالهدف الاساسي في مثالنا السابق هو أن يحقق أقصى إطالة للعضلات

3.المحركة ال رئيسية :Phase Movementتحقيق الهدف من المهارة كالتخلص من الاداة (الرمح) في مثال رمي الرمح، فهذه المرحلة محددة وواضحة، فإذا كانت المرحلة التمهيدية للمهارة تمثل (السبب)، فإن المرحلة الرئيسية تمثل (الاثر أو النتيجة) للمهارة، حيث تبذل العضلات فيها عملها الاساسي بالقدر الذي يلائم متطلبات المهارة وظروف الاداء

.–4مرحلة المتابعة Phase Through Follow :يتم خلالها التأثير بقوى سالبة على مفاصل الجسم المشاركة في أداء المرحلة الرئيسية، لأجل إيقاف حركته البلاستيكية في اتجاه المهارة؛ حيث تمثل حماية ذاتية لمفاصل الجسم ضد هذه الحركات العنيفة، كما تعمل على حفظ اتزان الجسم بعد تحقيق الهدف .وفي مثالنا فهي تبدأ من انطلاق الرمح من يد الرامي.

5.مرحلة استعادة الوضع Phase Recovery: تتطلب العديد من المهارات الرياضية مرحلة استعادة الوضع، ويعني ذلك بتلك الحركات التي يؤديها اللاعب ليستعيد من جديد متطلبات أداء أخرى قد تفرضها عليه المهارات التالية. وتظهر أهمية هذه المرحلة في عودة اللاعب إلى حالته السابقة من الاتزان والاستعداد لأداء جديد كألعاب التنس وكرة اليد.

المحاضرة السادسة عشر: تأثير القوة الداخلية والخارجية على الجسم

المعارف المسبقة المطلوبة للمحاضرة

- القواعد الاساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة.

- الاطلاع على اهم النظريات المختلفة في الميكانيك والفيزياء والرياضيات.

اسئلة اختبار وتقييم المكتسبات القبلية عن المحاضرة:

1-.....

2-.....

3-.....

تمهيد:

القوة ميكانيكياً هي الفعل الميكانيكي الذي يغير أو يحاول تغيير حالة الجسم الحركية أو الشكلية الذي يؤثر فيه ، وتمتلك القوة أهمية كبيرة في المجال الرياضي كونها تحتل موقع الصدارة في تسلسل عناصر القدرات البدنية لجميع الفعاليات الفردية والجماعية وبنسب مختلفة، وتتمثل هذه القوة بالقوة الذاتية للرياضي أي قوته العضلية، والتي هي نوع من أنواع القوى الكثيرة الأخرى، ولكن ما يهمنا في البايوميكانيك هي القوة المسببة للحركة والتي تنتج عن التأثير المتبادل بين القوى الداخلية التي تتمثل بقوة العضلات والقوى الخارجية المحيطة بالفرد والتي تؤثر بشكل فاعل في مقدار القوة التي يستخدمها الفرد لأداء حركة معينة، القوة يمكن أن تكسب الجسم حركة او توقف حركة الجسم، وتغير إتجاه حركة الجسم كما يمكنها ان تقلل أو تزيد من سرعة الجسم او موازنة تأثير قوة اخرى لغرض إبقاء الجسم في حالة ثبات.

1.القوي المؤثرة علي جسم الانسان:

ويمكن تصنيف القوى إلى قوى داخلية وقوى خارجية، والجسم البشري تحكمه نفس قوانين الحركة للأجسام الاخرى، حيث يتأثر في حركته وسكونه بالقوى الداخلية والخارجية المؤثرة فيه، وهذا ما تمليه قوانين نيوتن في الحركة، والتي تختلف في تأثيرها على الجسم حسب مكان تواجده، هل هو في الفضاء؟ بحيث يخضع لقوة الجاذبية فقط، أم هو متصل بسطح الارض أو أي سطح أخر؟ بحيث يخضع لمجموعة قوى متداخلة خارجية وداخلية. (طلحة، 1993 ،54) .

في الفضاء، حيث لا تؤثر أي قوى خارجية على الجسم البشري سوى قوة الجاذبية الارضية. وهذا يعني أن أي حركة من حركات أجزاء الجسم البشري لا تؤثر على موضع مركز ثقله، وبمعنى أخر أن الانقباض العضلي باعتباره قوة داخلية، لا يؤثر على موضع مركز ثقل الجسم، بينما يؤثر في شكل الجسم فقط ، إن هذه الظاهرة تحدث في جميع المهارات التي تتخللها مراحل طيران كما هو الحال في الوثب الطويل، والعالي والدوارات الهوائية في الجمباز، أو الغطس _في حالات كهذه نهمل مقاومة الهواء كقوة

خارجية- بينما اتصال الجسم بسطح الأرض أو أي سطح أخر، فإن حركته أو سكونه يكون تحت تأثير جملة من القوى الداخلية والخارجية، وهي كالاتي

1.1.القوى الداخلية المؤثرة على الجسم البشري:

أ.وزن الجسم: من القوى الداخلية المؤثرة على الجسم البشري، وهو يمثل قوة ضاغطة على العظام، فعندما يكون الجسم منتصبا تعزز كل فقرة من فقرات العمود الفقري ذلك الجزء من الجسم.

ب.قوة الشد بالعضلة: من القوى الداخلية المؤثرة على الجسم البشري، وهو يمثل قوة سحب نقيض الضغط، حيث تعمل على توليد قوة شد تسحب على العظام المتماسة.

ج.القوة الموازية للسطح: من القوى الداخلية المؤثرة على الجسم البشري، وهي تمثل قوة سطحية على المفصل، حيث تعمل على انزلاق المادة والحركة. فالقوة الموازية للسطح تؤثر بشكل موازي أو مماسي لسطح. (سوزان،110،106،2014)

2.1.القوى الخارجية المؤثرة على الجسم البشري : (عادل، 2007 ،129 ،110 ،(صريح ،،2632010،290)

أ.قوة الدفع أو السحب من طرف جسم أخر: من القوى الخارجية المؤثرة على الجسم البشري، وتوصف بمقدار واتجاه ، إضافة إلى نقطة التأثير، فإذا كانت نقطة تأثير القوة على مركز كتلة الجسم فإنها تسبب في انتقاله بحركة خطية، بينما إذا كانت نقطة التأثير للقوة بعيدا عن مركز ثقل الجسم كانت الحركة دورانية بفعل قوة أو عزم التدوير، ففي رياضة الجودو مثلا يتعرض جسم المصارع إلى قوة خارجية تتمثل في دفع أو سحب جسمه من طرف اللاعب الخصم، وحسب رد فعل اللاعب تكون طبيعة حركة الجسم..

ب.قوة رد الفعل : من القوى الخارجية المؤثرة على الجسم البشري ، فعند اتصال النظام الميكانيكي بسطح الأرض، أو أي سطح أخر، فإن تحريك أو تغيير أجزاء، أو شكل الجسم يغير من موضع مركز ثقله نسبة إلى نقطة اتصاله مع ذلك السطح، ويحدث ذلك نتيجة أن الجسم يبذل قوة يكون رد فعلها متمثلا في حركة لهذا الجسم، بمعنى أن رد الفعل يصبح القوة الخارجية المؤدية إلى حركة الجسم، فمثلا حركة السباح أثناء تكوره للقفز في المسبح والدفع برجليه، أو الضغط على منصة القفز تحدث هذه

العملية قوة رد فعل تغير من موضع مركز ثقل السباح مع تغير شكله من التكور إلى المستقيم (مرحلة تمديد الجسم) ، فينتقل موضع مركز الثقل إلى الأمام تحت تأثير رد الفعل كقوة خارجية، وهذه العملية ذاتها لو تتم في الفضاء فإن تغير شكل الجسم من التكور إلى التمديد لا يغير من موضع مركز ثقل السباح، أو جسم اللاعب في مختلف الرياضات إضافة إلى قوة رد الفعل، نجد:

ج.قوة الاحتكاك : من القوى الخارجية التي تؤثر على الجسم البشري، وهي شكل من أشكال القوة تحدث على أسطح الأجسام المتصلة، فهي القوة التي تمنع انزلاق القدم عند المشي. وهذه القوة لا يظهر تأثيرها إلا إذا كان هناك ميل للانزلاق بين الأجسام المتصلة. ومن خصائص هذه القوة: (طلحة، 1993،48،51)

-تأثير الجسم الثاني بقدر مساوي من القوة على الجسم المنزلق.

-مقدار القوة يتأثر بطبيعة الأسطح المتصلة فخشونة الأسطح تزيد نن قوة الاحتكاك،

-تزداد قوة الاحتكاك كلما زادت القوة التي تعمل على ضغط الأسطح المتصلة.

-كلما زادت قوة الضغط بين الأسطح زادت مقاومة الأسطح للانزلاق.

-كلما كانت المساحة المعرضة للاحتكاك صغيرة يزداد الضغط وتزداد قوة الاحتكاك.

-الاحتكاك المصاحب لدحرجة الأجسام يقلل من الاحتكاك المصاحب لانزلاق الأجسام.

-يكون معامل الاحتكاك الاستاتيكي أكبر من معامل الاحتكاك الكيناتيكي في معظم الأسطح.

ويعتبر الحد الأقصى من الاحتكاك الاستاتيكي من المتطلبات الواجب توافرها في العديد من الرياضات، وخاصة تلك التي تستخدم فيها الملاعب المزروعة، مثل كرة القدم حيث يستخدم لاعبوا الكرة كما أحذية خاصة لتزيد من قيمة هذا الاحتكاك للحفاظ على التوازن. ويحسب معامل الاحتكاك الاستاتيكيكما يلي $\mathbf{Cfr = Ffr / \perp F}$

حيث (Cfr) : معامل الاحتكاك الاستاتيكي.

(Ffr)الحد الأقصى لقوة الاحتكاك الثابتة.

($\perp F$)القوة العمودية الناتجة عن رد فعل الوزن.

د.قوة الجاذبية الارضية :من القوى الخارجية المؤثرة على الجسم البشري، وهي القوة الوحيدة التي

تغير من سلوك الجسم الحركي سواء في الفضاء أو عند اتصاله بأي سطح، فقد تكلم نيوتن عن وجودها، وصاغ قانون بات يعرف بقانون الجاذبية لنيوتن: **يتجاذب أي جسمين من المادة بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما.**

بصياغة أخرى $F = m1m2 / I^2$

حيث؛ **F** =القوة المؤثرة في كل جزيء و **m1m2** =كتلتيهما، و **I** =المسافة بينهما.

الجاذبية الأرضية التي تبذلها الأرض يطلق عليها وزن الجسم، فمثلا مصارع يتعرض لقوة جذب 600 نيوتن يقال إن وزنه 600 ن، وكما أن gترمز لتسارع الجاذبية الأرضية، فإن w ترمز إلى وزن الجسم ويرمز إلى قوة محددة. (محمد، خيرية، 2002 ،81،82)

ويشير قانون الجاذبية لنيوتن أن قوة الجذب التي تبذلها الأرض تختلف قليلا بناءا على موقعها. فمثلا مصارع يزن 1000ن في نيروبي، فإن انتقل إلى هلسينكي فسوف يزن 4.5ن زيادة. ولهذا لا ينبغي الخلط بين الكتلة والوزن، فالكتلة مقدار ثابت لا يتأثر بتغيير الموقع، بينما الوزن يتأثر بتأثير جذب الموقع .وبالرجوع إلى قانون التسارع $f = m . a$

وبالتعويض في الوزن كقوة نجد المعادلة التالية:

$$W = m . g \quad \text{أي} \quad M = w / g .$$

هـ.قوة الديناميكية الهوائية : من القوى الخارجية التي تؤثر على الجسم البشري، حيث تتأثر الحركة في الكثير من الأنشطة الرياضية بقوة الهواء، مثل أنشطة العاب القوى وسباقات الدرجات الهوائية، وعلى حركة الأجسام المقذوفة ، من حيث تغيير أو التأثير على مسارها وسرعة حركتها (طلحة،296،1993)

وفي الأخير فإن كلا من القوى الداخلية والقوى الخارجية قد تكون مولدة للحركة أو مقاومة لها، فالعضلات كقوة داخلية تعمل بنظام الفعل ورد الفعل، حيث تقوم العضلات القابضة بإنتاج الحركة وفي الوقت نفسه تقوم العضلات الباسطة بكبح هذه الحركة، وهذه العملية تحدث اتزان وحماية لعضو الجسم المتحرك أو للجسم كله، والكتلة الجسمية هي قوة داخلية تؤثر على القصور الذاتي للجسم في مقابل ما يتعرض له من قوى خارجية.

المراجع والمصادر

1.المراجع باللغة العربية:

1-إيمان شاكر محمود: طرق البحث في التحليل الحركي، دار الفكر، الأردن، 1998.

2- فؤاد توفيق السامرائي : البيوميكانيكك، الموصل دار الكتب للطباعة والنشر، 1988.

3-قاسم حسن حسين وإيمان شاكر: مبادئ الأسس الميكانيكية للحركات الرياضية، عمان، دارا الفكر للطباعة والنشر،1999.

4-صريح عبد الكريم الفضلي: تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي، بغداد، مطبعة عدي العكيلي،2007.

5.صريح عبد الكريم وهبي علوان البياتي؛ البايوميكانيك الحيوي الرياضي، ط1، 2012

6.حسين مردان عمر واياد عبد الرحمن؛ البايوميكانيك في الحركات الرياضية، ط2، 2018

7.حسين مردان عمر واياد عبد الرحمن؛ البايوميكانيك في الحركات الرياضية، ط1، 2011

8. طلحة حسام الدين وآخرون: علم الحركة التطبيقي-الجزء الاول-مركز الكتاب للنشر مصر، 2007.

9. عصام الدين متولي عبد الله: علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق دار الوفاء للطباعة والنشر مصر، 2007.

10. مروان عبد المجيد إبراهيم: أسس علم الحركة في المجال الرياضي، مؤسسة الرواق، عمان، الأردن، 2000.

11. ناهد أنور الصباغ، جمال علاء الدين: مذكرة في علم الحركة، الطبعة السابعة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية، 1999م

12.عادل عبد البصير على: الميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي، مركز الكتاب للنشر بور سعيد، 1990م.

13.جمال محمد علاء الدين: دراسات معملية في بيوميكانيكا الحركات الرياضية، دار المعارف، الطبعة الثالثة، الإسكندرية، 1994م.

14.طلحة حسين حسام الدين: الميكانيكا الحيوية (الأسس النظرية والتطبيقية)، دار الفكر العربي، القاهرة، 1993م.

15.سوزان هيل، أساسيات البايوميكانيك، دار الكتب والوثائق 2014.

16.سمير مسلط الهاشمي؛ الميكانيك الحيوية، بغداد، 1991.

17.سمير مسلط الهاشمي؛ البايوميكانيك الرياضي، ط2، 1999.

18.عصام الدين متولي عبد الله وبدوي عبد العال بدوي؛ علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق، الاسكندرية، ط1، 2007.

19.د. وداد كاظم، محاضرة ماجستير، 2013.

2.المراجع باللغة العربية:

20-Susan. Hall; Biomechanics, 2ed: New York, Mc –Grow hill, 1995.

21- Doris. Miller and Richard C. Nelson; Biomechanics of sport (Philadeiphia, lea and febigfr, 1973)

22-Susani.Hall ; Basic biomechanics، Second edition (u.s.a) new York: (2) mc Grow hill , 1995.

23-Dorisl. Miller and Richard c. Nelson Op.Cit, p1.

24- Barow, Mj; Mechanical Kinesiology 2 nd edition C.V. molsy, Comp, Saint Louis, 2000.

25-Elliot، B.H ; Measurements concept in physical education Human Kinetics chaping، California ,1992

3.المحاضرات والدروس:

1.محاضرات د/ حمزة شريف في البيومكانيك معهد علوم وتقنيات الأنشطة البدنية والرياضية، قسم الإدارة والتسيير الرياضي، جامعة المسيلة، السنة الجامعية **2021/2020**

2 محاضرات د/ حمزة شريف في البيومكانيك معهد علوم وتقنيات الأنشطة البدنية والرياضية، قسم الإدارة والتسيير الرياضي، جامعة المسيلة، السنة الجامعية **2022/2021**

3. محاضرات د/ حشايشي عبد الوهاب في الميكانيك الحيوية معهد علوم وتقنيات الأنشطة البدنية والرياضية، قسم النشاط الرياضي المكيف الرياضي، جامعة المسيلة، السنة الجامعية **2021/202**

4. محاضرات صغيري نورالدين في المكانيك الحيوية في ميدان علوم وتقنيات الأنشطة البدنية والرياضية، معهد التربية البدنية والرياضية، جامعة وهران للعلوم والتكنولوجيا السنة الجامعية **2017/2016**

5. محاضرات د/حشمان محمد المختار في البيومكانيك معهد التربية البدنية والرياضية، جامعة االجزائر3، السنة الجامعية **2021/2020**

5-صريح الفضلي: مجموعة محاضرات في البيوميكانيك لطلاب الدكتوراه، 2005.

تم بحمد الله