وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المعارف
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
الدراسات الأولية

البايوميكانيك الرياضي

ألاستاذ المساعد الدكتور

محمود رشيد ال رشادة

للعام الدراسي 2024 - 2025

نبذة عن علم البايوميكانيك:

هو علم قديم وبمرور الزمن وظهور التطور العلمي الكبير في الحياة الانسانية ظهرت الحاجة اليه بشكل كبير، وبسبب اختلاف الانجازات الرياضية وقيمها الرقمية فقد ازدادت الحاجة الى علم البايوميكانيك لتفسير الظواهر الرياضية والانجازات الكبيرة للرياضيين.

يتكون البايوميكانيك من جانبين اساسيين:

- ✓ **الجانب الحيوي Biology الانساني البايلوجي يكون على اجهزة حركة الانسان والتي تشمل العظام والعضلات والاعصاب والاربطة والمفاصل.**
- ✓ **الجانب الميكانيكي فيزيائي Physics وهو دراسة القوى التي تبذل على الجسم ان كانت داخلية من عضلات ....والخ وخارجية من جاذبية واحتكاك ..الخ فيحتوي على فرعين هما الميكانيك السببي (الكينتك) والميكانيك الوصفي للحركات (الكينماتك).**

القوى التي تؤثر على الحركة:

- هناك قوى تؤثر على الحركة مثل (الهواء، الجاذبية الارضية، الاحتكاك، .....الخ) وتسمى بالقوى الخارجية، وقد تكون هناك قوى اخرى تؤثر على الحركة مثل (العمل العضلي) وتسمى بالقوى الداخلية.
- ان جميع القوانين الفيزيائية تنطبق على الآلة وعلى الانسان ايضا ولكن تطبيقها على الآلة يكون ثابتا مثل تصميم محرك للسيارة يتلاءم مع هيكلها وتصميمها، بينما الانسان يجب اخذ الكثير من الامور بنظر الاعتبار عندما يتم تطبيق القوانين والشروط الميكانيكية عليه بسبب طبيعة تكوينه البشرية وتأثير الكثير من العلوم فيه مثل (التشريح) الذي يدلنا على نوعية الالياف العضلية العاملة في حركة ما، وكذلك دور العظام والعضلات والمفاصل والتي تقوم بدور (العتلات) اي الروافع لإنجاز الحركة المطلوبة.

لذلك اختلف تسمية علم الميكانيك الى البايوميكانيك لخصوصية الجسم البشري.

لماذا ندرس البايوميكانيك:

- **- دراسة الحركات البشرية و القوة المؤثرة سواء الخارجية او الداخلية على الحركة او حالة الثبات للجسم**
- **يساعد البايوميكانيك في دراسة اسباب اخطاء الاداء الفني والمساعدة في اختيار افضل اداء عند انجاز الحركة او المهارة الرياضية.**
- **نستطيع تحليل المهارة بالاستناد الى الحركات المكونة لها.**
- **يسهم البايوميكانيك في تحسين الانجاز الرياضي والتعرف على المميزات الخاصة بكل حركة.**

أهمية دراسة البايو ميكانيك في المجال الرياضي :

١. تساعد في ايجاد الاجوبة القطعية المتعلقة بأفضل الطرق التكتيكية للرياضين لتحقيق الانجاز.
٢. تساعد في تطبيق القوانين الميكانيكية على الحركة الرياضية.
٣. تعمل على اكتشاف ومعرفة طرق الأداء الفنية للأنشطة الرياضية .
٤. تجاوز الأخطاء واكتشاف أسبابها ومعرفة الطرق الصحيحة في التدريب الرياضي.
٥. تساعد على تعليم التمارين المناسبة وحسب العمر الزمني للطلاب او المتعلمين ضمن المراحل الدراسية .
٦. تساعد الرياضي العادي على زيادة قدرته في الاحتفاظ بلياقته وقوامه المعتدل.
٧. تساعد على الاداء الصحيح وتجنب الاصابة والمخاطر.

يهتم علم البايوميكانيك بـ:

1- التعرف على الاسس الميكانيكية للنشاط العضلي.
2- تطبيق القوانين الميكانيكية على الانسان.
3- دراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الخارجية والداخلية وتأثيرها على حركة الانسان.

ويعرف علم البايوميكانيك : هو العلم الذي يبحث في تأثير القوة الداخلية للعضلات والخارجية الجاذبية الارضية والمقاومة للهواء او الماء او الاحتكاك.

ويعرف بأنه : تفهم ودراسة حركة الانسان وتحليلها تحليلا علميا ، وهو علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة .

اقسام البايوميكانيك:

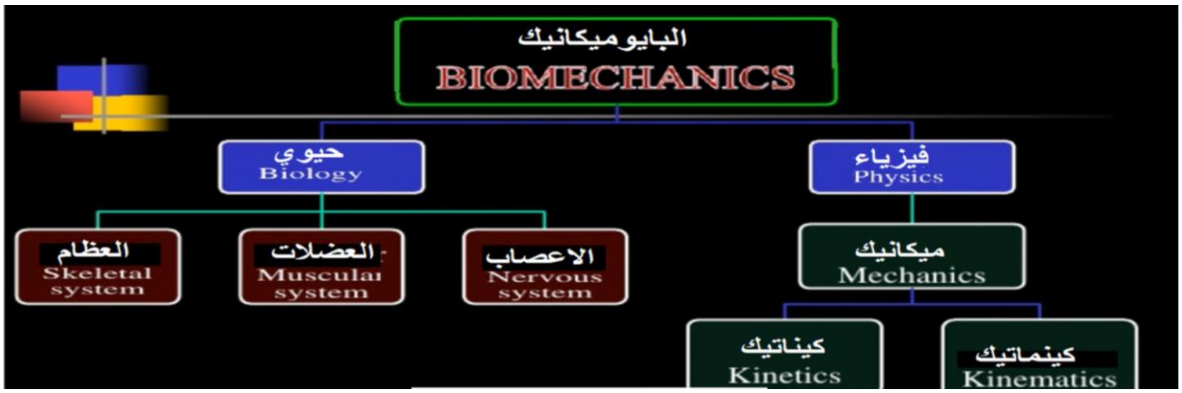
- **وينقسم الميكانيك عموما الى قسمين أساسين هما :**

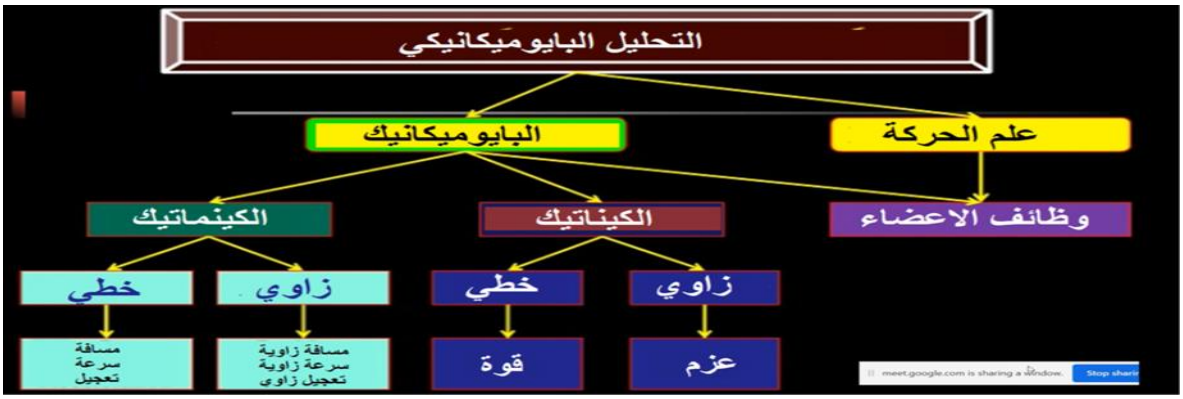
1. **السكون (الستاتيك):** هو العلم الذي يغطي الحالات التي تكون فيها جميع القوى المؤثرة على الجسم متوازنة والجسم في حالة سكون كالعتلات ومركز ثقل الجسم (اي الحفاظ على وضعية الجسم او أجزائه على قاعدة الارتكاز في حالة ثبات.
2. **المتحرك (الداينمك):** وهو العلم الذي يبحث في حركة الجسم من حيث القوى المحركة والتي تسبب تغير في سرعته واتجاهه مثل التعجيل والقوة الطاردة

ويقسم الى قسمين داخلين هما:

- **الكينماتيك: علم يهتم بدراسة الحركة دراسة وصفية من حيث زمانها ومكانها بغض النظر عن القوى التي تسبب حدوث الحركة وقد يكون الكينماتيك مستقيما يسمى (الكينماتيك الخطي) او يكون حول محور ثابت ويسمى (الكينماتيك الدائري او الزاوي).**
- **الكينتك: العلم الذي يتناول دراسة القوى في حالات الثبات او الحركة وقد يكون خطاً مستقيما ويسمى (الكينتك الخطي) او دائرياً ويسمى (الكينتك الدائري).**

- القوة الطاردة : هي القوة التي تطرد اللاعب او الرياضي الى خارج محور الدوران اي تطرده للخارج، اما القوة الطاردة المركزية هي تلك القوة التي تسحب اللاعب او الرياضي باتجاه محور الدوران اي تسحبه للداخل.





الحركات الاساسية في جسم الانسان

ان جسم الانسان بحكم تكوينه وتركيبه من الناحية التشريحية، فأن الجهاز الحركي (الجهازين العضلي والعصبي) هو المعني بشؤون الحركات المختلفة التالية:

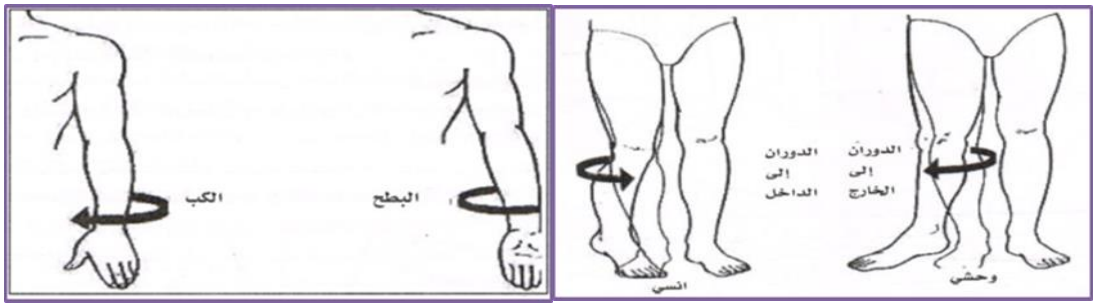
1. الثني(Flexion): يقصد به تقليل الزاوية بين أجزاء الجسم المتحركة كما في حركة تقريب الساعد من العضد أو ثني الجذع الى الامام أو الى الجانبين.
2. المد (Extension): هي عكس عملية الثني أي إبعاد الاجزاء المتحركة عن بعضها أو الرجوع الى وضع الحركة الطبيعي
3. التبعيد (Abduction): هي عملية إبعاد جزء الجسم المتحرك عن الخط الممثل لمنتصف الجسم.
4. التقريب (Adduction): هي عكس عملية التبعيد أي تحريك الجزء المبعد الى خط منتصف الجسم.
5. الرفع (Elevation): هي عملية رفع جزء أو أجزاء من الجسم من وضع الوقوف ا
6. الخفض (Depression): هي عكس عملية الرفع أي إعادة الجزء أو الاجزاء المتحركة الى وضع الوقوف التشريحي.
7. الكب (Pronation): تدور اليد أو اليد والساعد من مفصل المرفق الى الداخل وتتم الحركة حول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه ظهر اليد الى الاعلى.

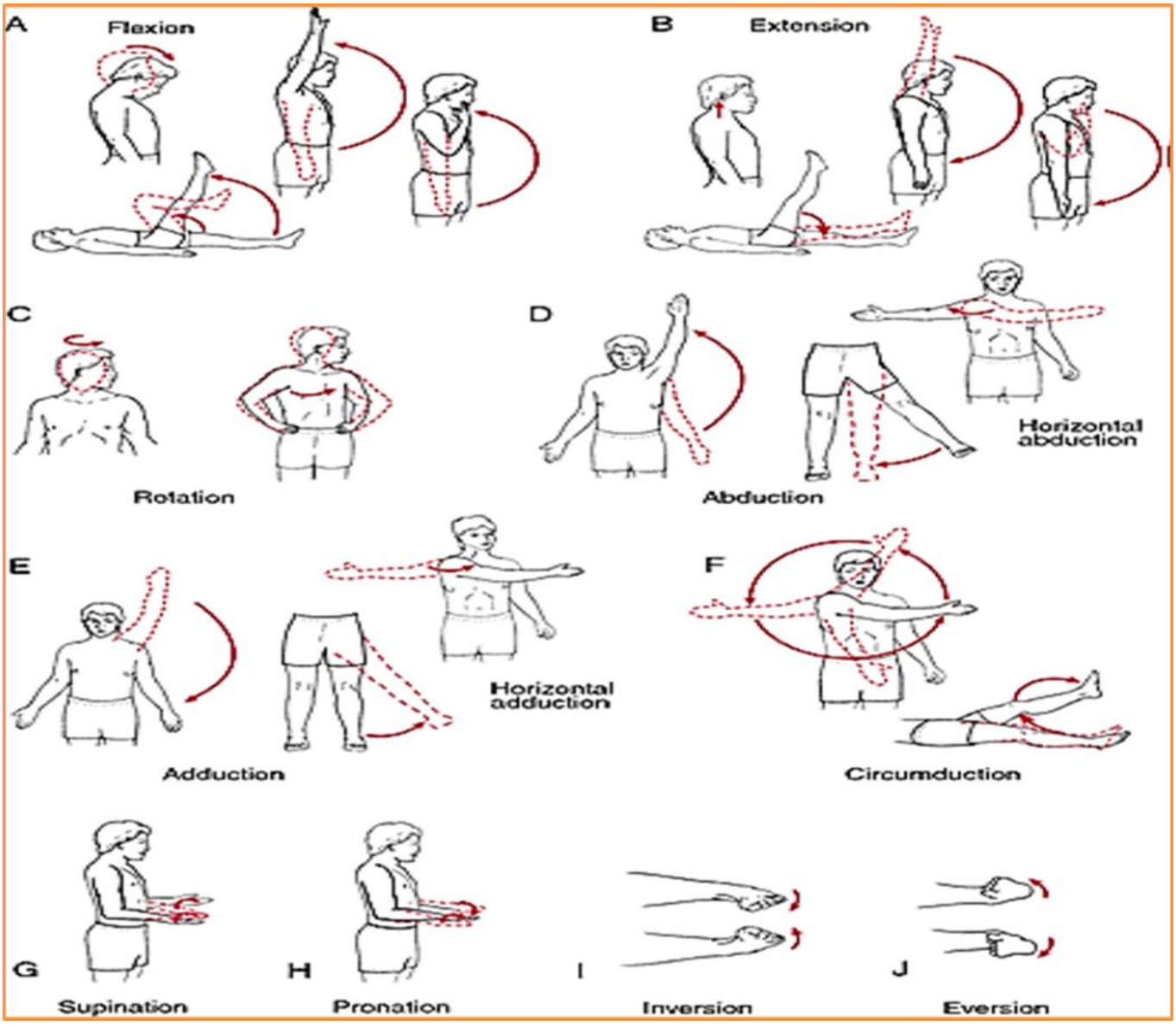
8. **البطح (Supination):** هي عكس عملية الكب تماما أي تدوير اليد أو اليد والساعد من مفصل المرفق الى الخارج بحيث تواجه باطن اليد الى الاعلى. حركة الكب والبطح

9. **التدوير (Rotation):** هي عملية تدوير الجسم او الجزء المتحرك حول المحور الطولي للعظم.

10. **الدوران (Circum Duction):** وهي أوسع الحركات التي يقوم بها الجسم أي تشكيل دوائر أثناء الحركة وتشمل هذه الحركة كالثني والمد والتقريب والتبعيد والرفع والخفض.

لتشريحي الى الاعلى.





انواع الحركات

تقسم الحركات الرياضية الى قسمين هي:

اولاً: التقسيم الهندسي: ويقسم الحركات الى:

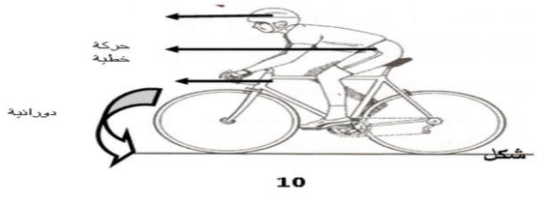
1. **الحركات الانتقالية (المستقيمة):** حدوث هذه الحركة عند انتقال الجسم بالكامل من مكان الى اخر وبكل اجزاءه ويكون هناك خطوط ومسارات متوازية بين كل جزء من اجزاء الجسم مع بعضها، وممكن ان تكون المسارات بشكل افقي مثل حركات التزحلق على الجليد او هبوط المظلات وحركة الدراجة الهوائية والسيارة.

2. **الحركات الدورانية:** في معظم الفعاليات الرياضية تحدث مثل هكذا حركات ويجب ان يكون هناك محور يدور حوله الجسم سواء كانت الحركة جزء من الجسم او الجسم بكامله وبشكل مسارات دائرية للجسم او لأجزاء الجسم وتبعد بمقدار ثابت عن محور الدوران سواء كان المحور داخل الجسم او خارجه، مثلا اذا كانت الحركة جزء من الجسم مثل: التهديف بكرة السلة (دوران الساعد حول مفصل المرفق) ، او في حالة حركة الجسم بكامله حركة دائرية (الدحرجة الامامية) دوران الجسم حول محور داخلي وهمي افقي. او هناك دوران حول محور خارجي (دوران لاعب الجمناستك حول العقلة التي هي المحور الخارجي).

الدوران حول العقلة يمثل حركة دورانية

3 . الحركات المركبة: تكون من مزيج من الحركتين الانتقالية والحركة الدورانية في وقت واحد ، كما في حركة الغطس الى الماء يدور الجسم بأكمله حول نفسه وفي نفس الوقت ينتقل حركة انتقالية .

وقد تحدث الحركة عندما يتحرك جزء من الجسم حركة دائرية الامر الذي يؤدي بانتقاله حركة انتقالية كما في الركض او ركوب الدراجة الهوائية ، وايضا حركة رامي المطرقة عند دورانه حول نفسه وفي نفس الوقت ينتقل الى حافة الدائرة.



شكل 10

يمثل الحركة المركبة لمتسابق الدراجات

ثانياً: التقسيم الزماني:

تقسم الحركات وفقا للعلاقة بين المسافة المقطوعة ووحدة الزنن الى نوعين:

1 . الحركات المنتظمة: وتعني ان يقطع الجسم مسافات متساوية في ازمنة متساوية مثل عداء يقطع كل 10م في 1ثا لكل مسافة في السباق اي ان الحركة منتظمة.

2 . الحركة الغير منتظمة: يقطع الجسم مسافات غيرمتساوية في ازمنة متساوية ، فقد يقطع عداء مسافة 10م في الثانية الاولى و12 م في الثانية التي تليها و8 م في الثالثة يعني حركة العداء غير منتظمة نظرا لاختلاف سرعته ويعرف ذاك بالتعجيل وهي اما تكون متزايدة بتعجيل موجب او تناقصي بتعجيل سالب او متذبذبة بين الزيادة والنقصان بحسب طبيعة الواجب الحركي.

جهاز حركة الانسان:

تكون الحركة في جسم الانسان عن طريق ثلاثة اجهزة بتنسيق عالي:

1. الجهاز العصبي: اوامر من المخ (سيالات عصبية) رسائل عصبية الى عضلة معينة اما (تنقبض او تنبسط).
2. الجهاز العضلي: هنا تكون الاستجابة وتنفيذ الامر القادم من المخ للعضلة المعنيةاما (تنقبض او تنبسط).
3. الجهاز الهيكلي : العضلة تنشأ من العظم وتندغم بالعظم بعد المفصل فعندما تتحرك يسحب الوتر الرابط بينه وبين العظمة الاخرى المندغم فيها العضلة وتكون الحركة.

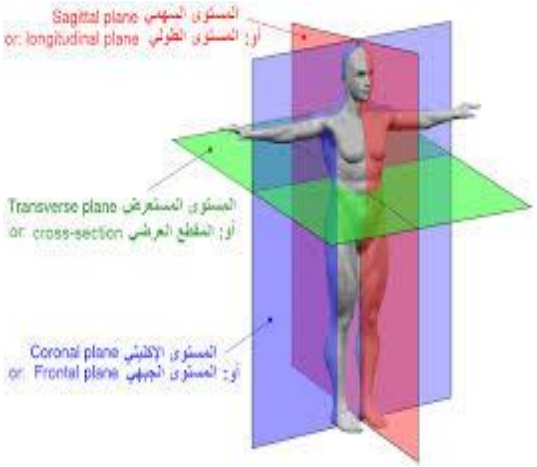
المحاور والمسطحات

- لأجل ان نفهم الكيفية التي تتم فيها اداء الحركات لابد ان نفهم طبيعة الحركات التي تؤدى على مستويات الحركة لأجل فهم عمل العضلات التي يكون واجبها تحريك الجسم او جسم الانسان عليه عند اداء كل الحركات ووفقا لهدف الحركة ولا بد ان نفهم بالبداية معنى المستوى. (المسطح يدور عليه الجسم والمحاور يدور حوله الجسم)

اولاً: المحاور

غالبا ما تحتم طبيعة جسم الانسان ان تكون حركات اجزاء جسمه دورانية لأنها مرتبطة بمفاصل ، وهذه الحركة الدورانية تشمل جميع اجزاءه، لذا فأن جميع اجزاء الجسم تتحرك حركة دورانية حول المفاصل. او يتحرك الجسم كله دورانيا اذا ثبتت القدمين مكانها او الذراعين ، وتكون هذه الحركات حول ثلاث محاور دوران، وتكون المحاور عمودية على المسطحات

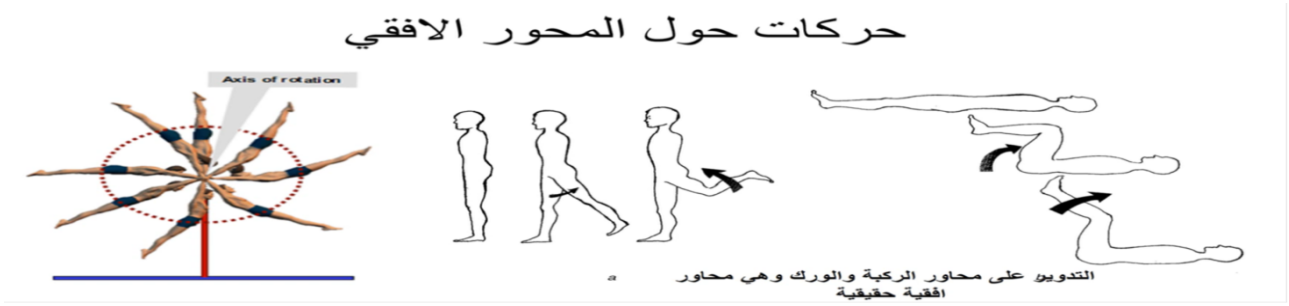
المحور معناه نقطة او خط وهمي يدور الجسم او اجزاءه حوله.



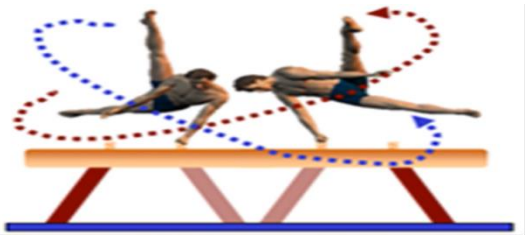
وتكون المحاور على ثلاثة انواع :

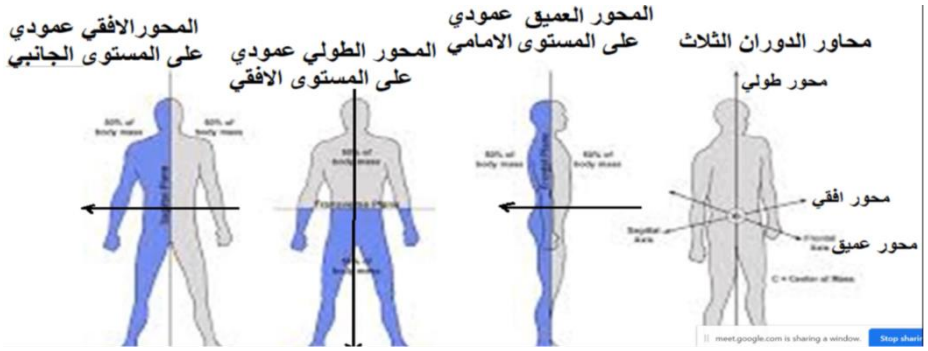
1. المحور الطولي او العمودي: **يدور الجسم حوله من اليمين الى اليسار وبالعكس، وهو في ذلك يكون عموديا على المستوى المستعرض الذي يدور الجسم عليه ايضا من اليمين الى اليسار وبالعكس.(دوران الجسم يمين ويسار حول نفسه – لاعب القرص والمطرقة ولاعبة البالية). نراه من الاعلى .**

2. المحور الافقي او العرضي: يدور الجسم حوله عند اداء حركات الثني والمد او رفع الذراع او الرجل عاليا اسفل او ثني الساعد حول المرفق او الساق حول الركبة. وهذا المحور يكون عموديا حتما على المستوى الجانبي الذي يدور عليه الجسم في هذه الحركات. (حركات الثني والمد نراه من الجانب رفع اليد (الكيرف) ، ركل الكرة



3. المحور العميق او السهمي: والذي يدور الجسم حوله عند حني الجذع يمين – يسار او عند ابعاد الذراع او الرجل الى الجانب وارجاعها .. وهو بذلك يكون عمودي على المستوى الجانبي الذي يدور عليه الجسم في هذه الحركات. : يخترق هذا المحور الجسم من الامام الى الخلف والحركة التي تتم حول هذا المحور هي حركة العجلة البشرية.

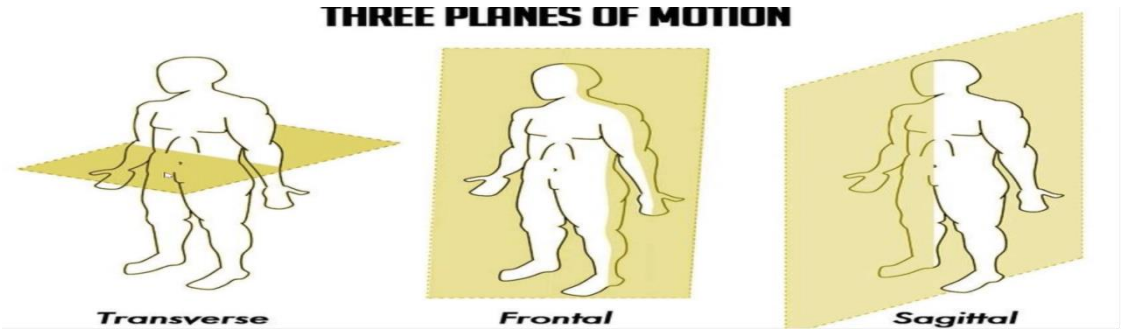


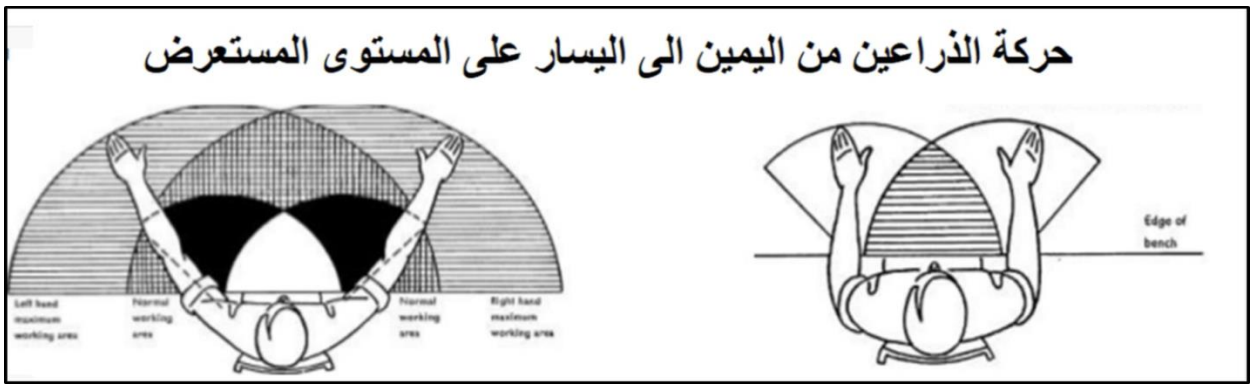


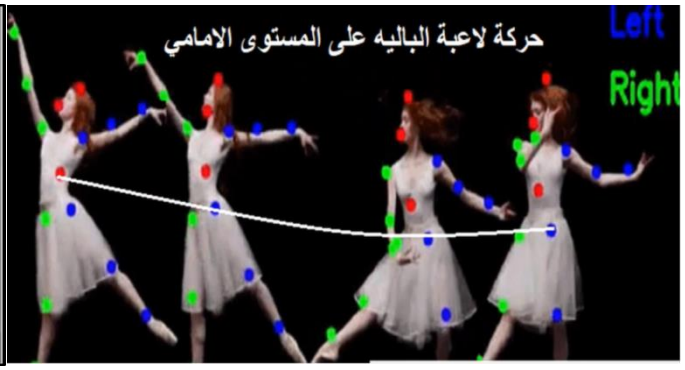
ثانياً: المستويات او المسطحات

هو سطح فراغي يدور الجسم عليه ، وغالبا ما يدور هذا المستوى حول محور دوران يكون عمودي عليه.(مثل لعبة الحصان التي تدور حول نفسها وجميعها تدور على سطح واحد وحول محور).

- وهناك ثلاث مستويات تشريحية يتحرك جسم الانسان عليها عند اداء الحركات الرياضية وفقا لنوع المهارة ، وتقسم هذه المستويات الجسم الى ابعاد ثلاثة ، وهي تجتمع في نقطة واحدة ، وهذه النقطة تمر بها جميع محاور الدوران. وهذه المستويات هي:
- المستوى او المسطح الجانبي Sagittal Plane
- ويقسم هذا المسطح جسم الانسان الى نصفين ، يسار ويمين بنفس المقدار وتحدث عليه حركات الثني والمد (ثني الجذع للامام ومده ، رفع الرجل للاعلى وخفضها ، ورفع الذراع للاعلى وخفضها....).
- المستوى او المسطح الامامي Forntal Plane
- يقسم هذا المسطح جسم الانسان الى جهتين امامية وخلفية بنفس المقدار ، وتحدث عليه الحركات الجانبية كحركات (ابعاد الذراع او الرجل للجانب وخفضهما ، او حني الجذع لليمين او اليسار او حركة الجذع جانبيا كحركة العجلة البشرية....)
- المستوى او السطح المستعرض او العرضي Transverse
- يقسم الجسم نصفين علوي وسفلي ، وتحدث علية جميع حركات الدوران من اليمين الى اليسار وبالعكس.



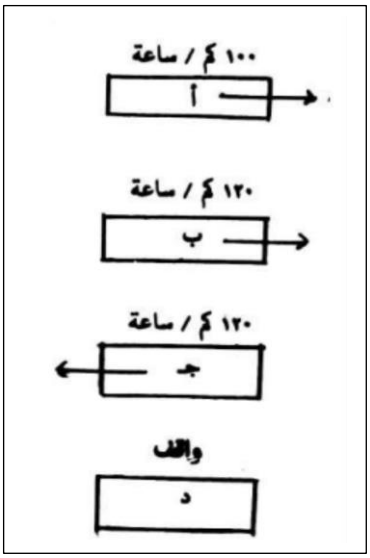




نسبية الحركة والنظام الاحداثي

- **ان المفهوم العام للحركة هو ان اي جسم هو قابل للحركة باي شكل من الاشكال، ولكن السؤال المهم هو (باي اتجاه يتحرك ؟؟؟) (وباي سرعة؟؟؟).**
- **هذه التساؤلات لا يمكن الاجابة عنها الا بوجود (نقطة ثابتة او جسم ثابت) يمكن الاستناد عليه في الاجابة مثل (حركة العداء 100 متر من نقطة البداية الى نقطة النهاية) او (سيارة في الشارع او طائرة في الجو).**
- **وهذا ما نسميه بـ (نظام نسبي ثابت) ومن خلال مشاهدتنا للجسم المتحرك وابتعاده عن نقطة الانطلاقة الثابتة فيمكننا حينها من معرفة (سرعة واتجاه) ذلك الجسم.**

- **ان الاختلاف في الاحساس بالحركة يمكن الاستدلال عليه من خلال المثال الاتي:**



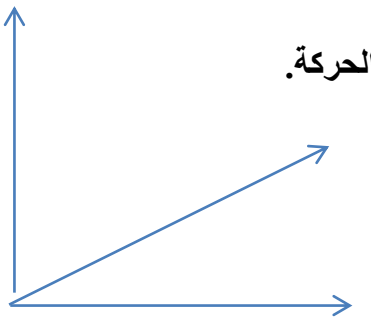
أ-(أ) يرى (ب) يسير بسرعة (20)كم.

ب-(أ) يرى (جـ) يسير بسرعة (220)كم.

ج-(ب) يرى (جـ) يسير بسرعة (240) كم.

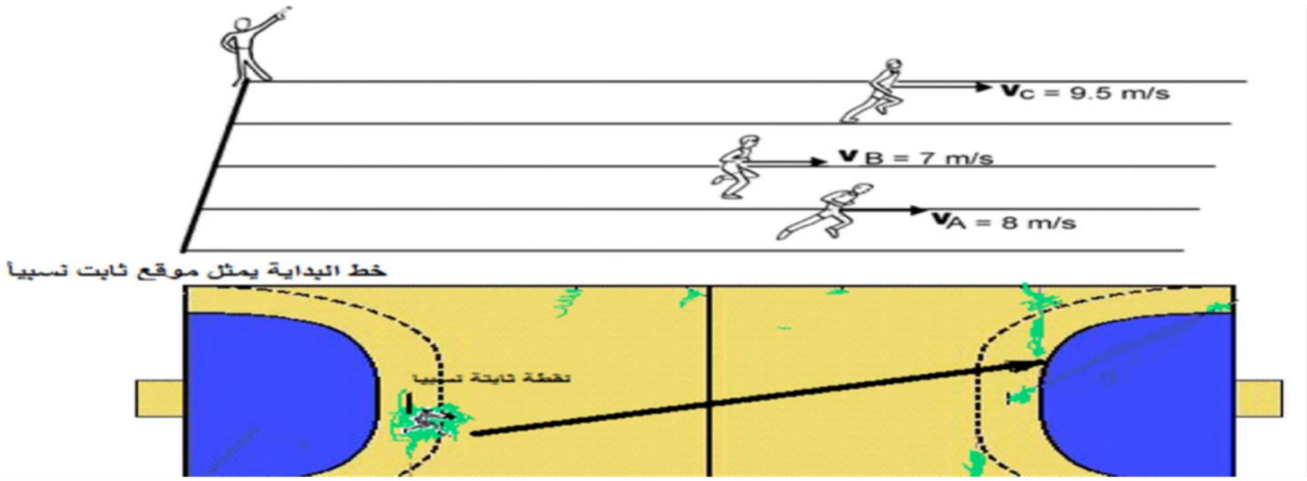
د-(د) يرى كل من (أ، ب، جـ) بسرعتهم الطبيعية (الاعتيادية)النظام الاحداثي (شكل يوضح ذلك)

النظام الاحداثي للحركة يعني ان الحركة يجب ان تتم خلال ثلاث محاور هي:
محور عمودي يكون في اتجاه الجاذبية الارضية.
المحور الافقي الاول يكون في الاتجاه الموازي لسطح الارض وفي لتجاه الحركة.
المحور الافقي الثاني يكون موازيا لسطح الارض ايضا وبشكل متعامد مع المحورين الافقي والعمودي.



- **نسبية الحركة تعني اننا لا نستطيع أن نشعر بحركة أي جسم ما لم يتم مقارنة موضعه بنقطة ثابتة أو موضع جسم أخر.**

- تعني التغير في الجسم الحاصل في موقع الجسم بالنسبة الى موقع جسم اخر نفترضه ثابتا.
حركة الجسم من مكان الى مكان نسبة الى نقطة ثابتة (عداء يركض من خط البداية الى نقطة وصوله فتقاس المسافة من نقطة البداية الى مكان وصوله فتكون حركتي نسبة الى خط البداية)
- لاعب كرة يد بدأ الحركة من موقعه بالنسبة الى موقع هدف الخصم هو في تغير مستمر وسيكون موقعه بالنسبة الى مواقع زملائه متغيرا باستمرار ويعزى تحركه نسبة الى المسافة التب قطعها بدء من موقعه من خط الرمية الحرة لفريقه الثابتة نسبيا .
الثقل يقاس من حافة الدائرة – في القفز العريض تقاس المسافة النسبية من لوح الارتقاء.



- **هناك بعض النقاط النسبية في الحركات الرياضية:**
1. فعالية العدو 100م ـــــــــ خط البداية
2. جهاز العقلة ـــــــــ بار العقلة
3. فعالية الوثب الطويل ـــــــــ لوحة النهوض
4. فعالية السباحة ـــــــــ حافة الحوض

س/ ما هي التطبيقات لهذا المبدأ في الفعاليات الرياضية؟

ج/ الجانب التطبيقي الاول: تدريبي وخاصة في فعاليات الاركاض في الساحة والميدان، حيث أن المقارنة بين عداء وأخر يركض بجانبه يساويه بالمستوى

أو يفوقه بالسرعة، فأن العداء الاول يمكنه الاحساس بسرعته ويحاول أن يزيدها كي يحقق نتيجة أفضل.. أما الجانب التطبيقي الثاني: فهو جانب تحليلي، حيث أن الباحث يجب أن يقوم بتحديد نقطة ثابتة أثناء التصوير لكي يستطع من خلالها تحديد سرعة الجسم أو اللاعب الذي يقوم بتصويره وكذلك الاعتماد عليها في تحديد الكثير من القياسات وهذه النقطة ممكن ان تكون مقياس الرسم.

تمنياتي لكم بالتوفيق والنجاح