Sport Biomchanics

مدخل الى البايوميكانيك

محاضرة (١+٢+٣)

أ . م . د.معد مانع علاوي

يعتبر علم البايوميكانيك من العلوم القديمة قدم الحركة نفسها حيث اشار الى ذلك العالم (ارسطو) في مؤلفاته وذلك في عام (٣٨٤-٣٢٣ق.م)حيث تناول مركز ثقل الجسم وقوانين الروافع واثرها على حركة الجسام ، ثم جاء من بعده علماء أخرون درسوا حركة الاجسام وأهتموا بها أمثال العالم الروماني (جالن)الذي برهن ان الدفع الحركي ينتقل من الدماع الى العضلات عن طريق الاعصاب وبدورها تسبب الحركة ، واستمر البحث والدراسة والتطوير في هذا مجال حتى ظهر العالم والطبيب الايطالي (بوريلي borelli) الذي يعتبر أول من حدد طريق التجربة العملية موضع مركز ثقل جسم الانسان وذلك في عام (١٦٧٩م)ويعتبر أول من وضع تدريبات العلاج الطبيعي على اسس ميكانيكية .

وفي عام (١٦٤٢-١٧٢٧م)كان (اسحاق نيوتن)علامة مهمة وبارزة من علامات تطور علم البايوميكانيك وذلك بوضع قوانين الميكانيك الاساسية التي تعتبر اساس الميكانيكا الحيوية الى الان ،ثم بعد ذلك ثم اختراع الألأت والتصوير والتحليل الحركي وذلك في عام (١٨٧٧م)وكان قبل هؤلاء من العلماء الوب امثال (الخوارزمي) (٧٨٠-٨٥٠م)و(ابن الهيثم ٩٦٠-١٠٣٩م) وغيرهم .

وعلم البايوميكانيك يبحث في حركة الجسام الحية ومنها جسم الانسان او بعض اجزاءه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الارض أو في الماء او في الفضاء بهدف تحديد التنكيك المثالي للحركة ، ومصطلح البايوميانيك يتكون من مقطعين يونانين **(bio)** وتعني الجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة (الحياة)والمقطع الثاني **(mechanic)** الجانب الميكانيكي ،القوانين الميكانيكية الثابتة التي تحد من الحركة وتعني (الألة) .

ويمكننا وضع تعريف شامل للبايوميكانيك في المجال الرياضي على أنه (العلم الذي يهتم بدراسة حركة جسم الرياضي والاداة معآ (جسم الرياضي من الناحية التشريحية) العضلات العاملة وحركة المفاصل التي تحدث حولها الحركة من اجل تشخيص نقاط الضعف والقوة في الحركة بغرض تقويمها ووضع القوانين المناسبة لها وتطويرها وتحسين الاداء ومن ثم الانجاز.

ويرتبط علم البايوميكانيك بالعلوم الاخرى كعلم التدريب الرياضي وعلم الحركة (التعلم الحركي) وكذلك علم التشريح وعلم وظائف الاعضاء والرياضيات والفيزياء والاحصاء وغيرها من العلوم ويهدف علم البايوميكانيك الى جملة من الاهداف والاغراض منها :

١- ايجاد الحلول البايوميكانيكية المناسبة لتحقيق الهدف من الحركة .

٢- التشخيص البايوميكانيكي للاختبارات والقياسات لغرض ايجاد التعاريف الرياضة المناسبة .

٣- وضع القوانين الميكانيكية المناسبة لتقنين بعض مكونات الحمل في التدريب الرياضي .

٤- تشخيص العلاقة الميكانيكية بين الأداة والرياضي .

٥- التقليل من عملية تعرض اللاعبين للاصابة الرياضية ووضع الحلول النهاية لتأهيل الاصابات الرياضية وتحسين القوام في حالة حدوثها.

٦- توفر للمدرب والقائم على العملية التعليم وكذلك للمتعلمين واللاعبين يوفر لهم أساس علمي سليم لتحليل الحركات والمهارات واكتشاف في نقاط الضعف والعمل على اصلاحها .

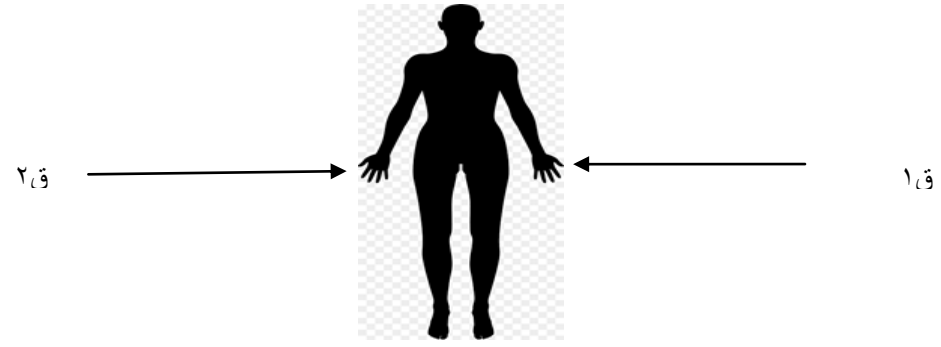
٧- المساهمة في تصميم وصناعة التجهيزات والادوات والمنشات الرياضية.

أقسام البايوميكانيك :.

١.البايوستاتيك(السكون) Statics

وهو العلم الذي يبحث في سكون واستقرار واتزان الاجسام وهو الحفاظ على وضعية الجسم وأجزاءه ضمن القاعدة الارتكاز في حالة الثبات (اي يدرس وضعية الاجسام التي تؤثر عليها قوى عديدة مجموعها تكون متوازنة فلا تؤدي الى حركة الجسم).

س١/متى يكون الجسم ساكنا او متزنا من الناحية الميكانيكية؟



٢- البايوديناميك (المتحرك) Dynamics

وهو ذلك العلم الذي يدرس ويبحث في حركة الاجسام من حيث طبيعة القوى المؤثرة (المحركة) وغير المتوازنة والتي تسبب تغيرا في سرعته واتجاهه ويتناول قوانين ميكانيكية مهمة كقوانين القوة والطاقة والتعجيل الحركي ويقسم هذا العلم الى:.

أ- الكينماتيك kinematics

وهو احد أقسام البايوديناميك حيث يدرس هذا العلم حركة الاجسام من حيث الوصف الزماني والمكاني لها دون التطرق الى القوى المسببة للحركة اذ يصف حركة الاجسام من جوانب الزمن والازاحة والمسافة والسرعة والتعجيل والزوايا ومسار مركز ثقل الجسم الحركي وغيرها من المتغيرات الكينماتيكية ويقسم الى :

١-الكينماتيك المستقيم (الخطي) Linear Kinematics

وهو العلم الذي يدرس حركة الاجسام الخطية (المستقيمة)الانتقالية من حيث الوصف الزماني والمكاني لها دون التطرق الى القوى المسببة للحركة .

٢-الكينماتيك الدوراي (الزاوي) Anguler kinematics

وهو العلم الذي يختص بدراسة حركة الاجسام الدورانية (الزاوية)والتي تكون حول محور الدوران سواء كان هذا المحور داخل الجسم أو خارجه وتكون هذه الدراسة من حيث الوصف الزماني والمكاني للحركة بغض النظر عن قوى المسببة لها .

ب- الكينتيك Kinetics

وهو أحد أقسام علم البايوديناميك ويهتم هذا العلم بدراسة حركة الاجسام من حيث القوى المسببة للحركة وأنه يبحث في حركة الاجسام من جوانب الوزن والكتلة والزخم والقوة والشغل والطاقة وغيرها من المتغيرات الكينتكية ويقسم الى :

١-الكينتك الخطي (المستقيم)Linear kinetics

حيث يهتم هذا العلم بدراسة القوى المسببة لحركة الاجسام الخطية (الانتقالية)من حيث مقدارها واتجاهها ومدى تأثيرها على الاجسام .

٢-الكينتك الزاوي(الدوراني) Anguler kinetics

ويهتم بدراسة القوى المسببة لحركة الاجسام الدائرية (الزاوية) والتي تحدث حول محور ثابت وطبيعة تأثير تلك القوى الاجسام المؤثرة فيها .

سوال٢/ماهو الفرق بين الكينماتيك والكينتك؟

**الحركة Movement

يطلق على الجسم أنه في حالة حركة من وجهة نظر البايوميكانيك عندما يغير مكانه او عند انتقال الجسم او جزء منه من مكان الى اخر خلال فترة زمنية معينة ويتم قياس أثر الحركة بالمقدار من خلال مصطح المسافة أو الزاوية أو الاثنان معا في وحدات مساحية أو وحدات الزمنية وينتج عن هذه الوحدات مقادير السرعة والتعجيل الخطي أو الزاوي توصف الحركة في البايوميكانيك بشكلين مهمين هما المسار الهندسي للحركة والمسار الزماني للحركة .

**من حيث المسار الهندسي تقسم الحركة الى :

١-الحركة ذات المسار الخطي (المستقيم)

في هذا نوع من الحركات يتم انتقال الجسم أو جزء منه أو بعض أجزائه من مكان الى أخر أو من وضع الى أخر بحيث يشكل او يرسم في حركته خطوطا ومسارات هندسية خطية ومتوازية غير متقاطعة وان سرعة هذه الاجزاء تكون متساوية وتحدث بخط المستقيم بلاتجاه الافقي أو العمودي مثال على ذلك مسار جسم اللاعب المتزلج على الجليد أو مسار راس اللاعب في ركض ١٠٠م.

٢- حركة ذات المسار المنحني

في هذا النوع من الحركة يتم انتقال الجسم أو مركز ثقله أو أجزاءه من وضع الى أخر بحيث يرسم (يقطع) خلال حركته خطوطا ومسارات هندسية منحنية وان سرعة هذه الاجزاء تكون متساوية وتحدث في خط منحني بالاتجاهين الافقي أو العمودي كما في مسار مفصل الورك في اجتياز الحواجز أو الوثبة الثلاثية .

٣- الحركة ذات المسار الدوراني

وفي هذا نوع يتم فيها الانتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزاءه من وضع الى أخر بحيث يقطع خلال حركته خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة ثابتة وأن سرعة هذه الأجزاء لا تكون متساوية وتحدث حول محور دوران داخل الجسم كما في حركة التدوير الذراعين من مفصل الكتف(محورالدوران)أو دوران الجسم حول العقلة في الجمناستك (محور الدوران الخارج الجسم وهو العقلة)وان الجزء البعيد عن محور الدوران يكون أسرع من الجزء القريب ومثال ذلك مسار مفصل الورك أو القدم في فعالية رمي القرص أو الدوران على العقلة . ويشكل الجسم أنصاف أقطار مختلفة .

س٣/ ماالفرق بين الحركات الخطية والحركات الدورانية؟

س٤/ تختلف سرعة اجزاء الجسم في الحركات الدورانية،ماسبب ذلك ميكانيكيا؟

٤- الحركة ذات المسارالمركب (المتعدد).

هنا يتم انتقال الجسم المتحرك أو أجزاءه أو مركز ثقله من وضع الى أخر بحيث يرسم (يقطع) خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة أو غير منتظمة أو خطية أو منحنية وأن سرعة هذه أجزاء لا تكون متساوية لتعدد مدياتها وربما الجزء الواحد ينتقل في الحركة من مسار الى أخر ومثال ذلك الحركة الغطس الى الماء يلاحظ الحركة دائرية للجسم حول المحور الوحني في الهواء ثم انتقال الجسم على شكل مسار منحني من العلى للاسفل وقبل سقوط الى الماء حركة شبه مستفية للجسم أو كما في سباق الدراجات فحركة الرجلين دائرية وانتقال الجسم مستقيمة أو منحنية في المنحنيات.

****الحركات من حيث التقسيم الزمني :**

١-الحركات المنتظمة

وفي هذا نوع من الحركات يقطع الجسم المتحرك مسافات متساوية بازمنة متساوية ،ويظهر هذا النوع في مرحلة السرعة القصوى للجسم المتحرك كما في مرحلة السرعة القصوى في سباق الركض ١٠٠م مثلا يقطع عداء كل (٣٠م) الاولى تدرج في السرعة من الصفر الى ١٠م/ثا ،هنا وصل العداء الى سرعته القصوى و يستمر على هذه السرعة مثلا لمسافة ٤٠م وحسب قابلية اللاعب ،هنا سوف تكون السرعة والحركة منتظمة اي انه سيقطع(١٠م الاولى) بزمن ١ثا و(١٠م الثانية)بزمن ١ثا و(١٠م الثالثة) ب ١ثا وهكذا (١٠م الرابعة) فنلاحظ ان السرعة هي نفسها.

٢-الحركات غير المنتظمة

ويقطع الجسم المتحرك في هذا النوع مسافات غير متساوية بازمنة متساوية أو مسافات متساوية بازمنة غير متساوية او مسافات غير متساوية بازمن غير متساوية، ويظهرهذا النوع في بداية ونهاية الحركات والفعاليات الرياضية كما في حركة العداء الذي ينطلق من الثبات حيث تزداد سرعته تدريجيا الى وصوله السرعة القصوى ومن ثم تبدا السرعة تقل تدريجيا نهايةالسباق.

ويظهر في هذا النوع من الحركات مايسمى بالتعجيل أي التغير في معدل سرعة الجسم نسبة الى الزمن المستغرق ،ويقسم التعجيل الى:

_التعجيل التزايدي(الموجب) :أي الازدياد التدريجي في معدل سرعة الجسم المتحرك ويكون في بداية الحركات وهو على نوعين ثابت وغير ثابت(منتظم وغير منتظم) .

_ التعجيل التناقصي(السالب) :أي التناقص(الانخفاض) التدريجي في معدل سرعة الجسم المتحرك ويكون في نهاية الحركات وهو على نوعين ثابت وغير ثابت(منتظم وغير منتظم) .

****

****الحركات الاساسية في جسم الانسان (Fundemantal Movement)**

١- **الثني Flexion:**ويقصد به تقريب العظمين المتفصلين الى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما مثل الثني الساعد (الذند)على العضد .

٢- **المد Extension:**ويقصد به ابعاد العظمين المتفصلين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما كما في عمل المد مفصل المرفق (ابعاد الساعد عن عظم العضد) عمل المفضلة ذات الروؤس الثلاثة العضدية .

٣- **التقريب Adduction:**تقريب (تحريك)اجزاء الجسم باتجاه المحور الشاقولي (الطولي) المنصف للجسم مثل تقريب الاطراف العليا أو السفلى الى داخل الجسم.

٤- **الابعاد Abduction :** تحريك (تبعيد) اجزاء جسم باتجاه البعيد عن الخط الشاقولي المنصف للجسم .

٥- **الرفع Elevation:** عملية تحريك اجزاء الجسم باتجاه عكس الجاذبية الارضية نحو الاعلى .

٦- **الخفض Depression:**وهو تحريك اجزاء الجسم باتجاه القوة جذب الارض نحو الاسفل .

٧- **التدوير Rotation:** وتتم الحركة حول المحور الطولي للعضم ويكون تدوير الى داخل أو الخارج كما في حركة (الكب) وهي تدوير الساعد واليد من المرفق الى الداخل حول المحور الطولي بحيث تواجه باطن اليد الارض وعكسه (البطح)التدوير الى الخارج .

٨- **الدوران Circumduction:** وهو حركة جزء المتحرك حول محور دوران بحيث يرسم الجسم اثناء حركته مسار دائري وتشمل حركات الثني والمد والتقريب والتبعيد .

****نسبية الحركة (النظام الاحداثي)او هيكل الرصد:**

ان المفهوم العام للحركة هو انتقال الجسم من مكان الى اخر أو جزء من خلال فترة زمنية محددة ، وهذه الحركة لا يمكن الاحساس بمقدارها واتجاهها الا اذا قورنت بالموجودات حولها فمثلا لو ان عداء" ركض مسافة معينة وانتقل من مكان الى اخر فهذا العداء لا يشعر بمقدار سرعته واتجاه حركته الا اذا كان هنالك نقطة ثابتة أو متحركة حول اللاعب هذه نقطة تسمى (النظام النسبي) (أو منظومة الحساب) فمثلا خط البداية يعتبر النظام النسبي الثابت لعداء ١٠٠م ولوحة الارتفاء للاعب الوثب العريض وجهاز العالي عن طريقه يمكن ملاحظة ارتفاع لاعب الوثب العالي ، وان اي حركة تشاهد من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية ويمكن الحكم على الحركة من بعدين الا ان البعد الثالث وجد لتحليل المشاهد غير القابلة للرؤيا وهذه البعاد (المحاور) هي :

_البعد الافقي ويكون موازيا للارض من اليمين الى اليسار ويرمز له (X) .

_البعد العمودي ويكون عموديا على المحور الافقي (X) ويوازي خط الاتجاه مع جذب الارض ويرمز له (Y) .

_البعد الافقي الثاني وهو يوازي الافق من الامام الى الخلف وعموديا على المحورين (X,Y) ويرمز له ب (Z)

ملاحظة:

عندما نصف حركة الجسم نقول انها تتم حول المحور وتقع على المسطح.

***انواع هيكل الرصد**

١-هيكل رصد من بعد واحد(x او y)

ويعتبر هذا النوع من اضعف انواع هيكل الرصد في وصف حركة الجسم وذلك لانه يتكون من بعد واحد اما افقي او عمودي ويمكن وصف الحركات ذات المسار الخطي (المستقيمة) الافقية او العمودية.

٢- هيكل رصد من بعدين (x و y)

ويعتبر هذا النوع من افضل من النوع الاول في وصف حركة الجسم وذلك لانه يتكون من بعدين افقي و عمودي ويمكن وصف الحركات ذات المسار المنحني كما في مرحلة الطيران في فعالية الوثب الطويل فيمكن رصد حركة اللاعب العمودية(اقصى ارتفاع او زمن اقصى ارتفاع او متغير ميكانيكي) على المحور y والمتغيرات الميكانيكية الافقية على المحور x .

٣- هيكل رصد من ثلاثة ابعاد (x و y و z)

وهذا من افضل الانواع لانه يتكون من ثلاثة ابعاد حيث اضيف البعد الثالث وهو عمودي على البعدين الافقي والعمودي وذلك لرصد حركة الجسم المتحرك بشكل ادق مثلا لاعب ١١٠ م حواجز عند عبور الحاجز يمكن رصد حركته من الجانب على البعدين لافقي والعمودي ولكن حركته داخل المجال يمين ويسار لايمكن رصدها الا على المحور z من الامام او الخلف اومن الاعلى.

********** ********** ********** **********

المحاور والمسطحات (المستويات) Axes and plance

هنالك ثلاثة محاور وثلاثة مسطحات (مستويات) في جسم الانسان وهي وهمية وعند تمثيل الحركة منقول أنها تتم حول المحور وتقع على المسطح وهي كالاتي :

١- المحورالطولي : وهو خط وهمي يخترق جسم الانسان من أعلى قمة الرأس الى أسفل الجسم ويكون واقعا على المسطح العرضي كما في حركة دوران الجسم حول نفسه أو تدوير الساعد واليد حول المحور الطولي للذراع .

٢- المحور العرضي (الجانبي) :

وهوخط وهمي يخترق جسم الانسان من أحد الجانبين الى جانب الاخر ويكون واقعا على المسطح الجانبي كما في حركة الدحرجة الامامية في الجمناستيك أو ثني الرقبة اماما وخلفا .

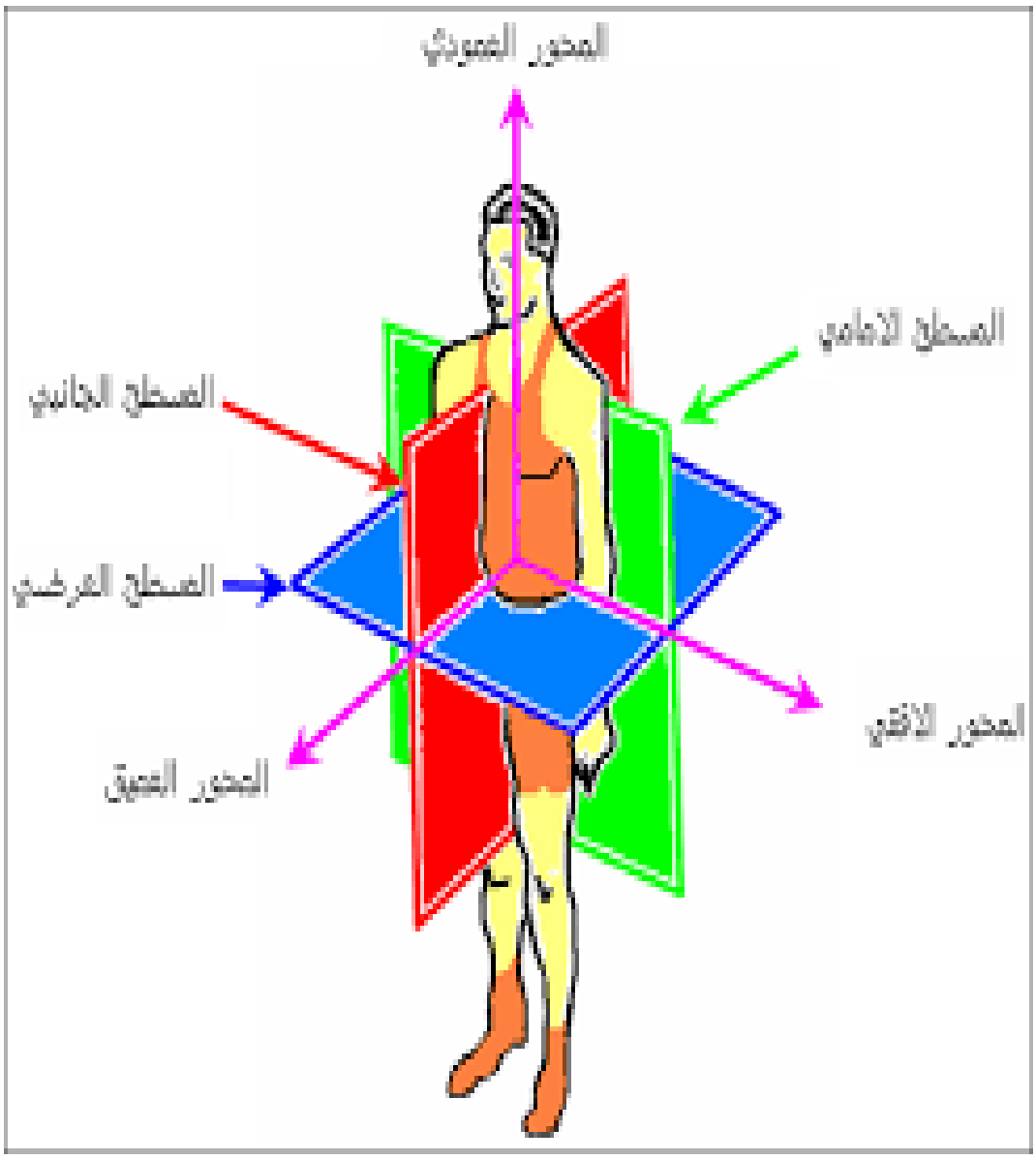
٣- المحورالسهمي (العميق) : وهو خط وهمي يخترق الجسم الانسان من الامام الى الخلف ويكون عموديا على محورين الامامي والعرضي ويكون واقعا على المسطح الامامي كما في حركة العجلة البشرية في الجمناستيك .

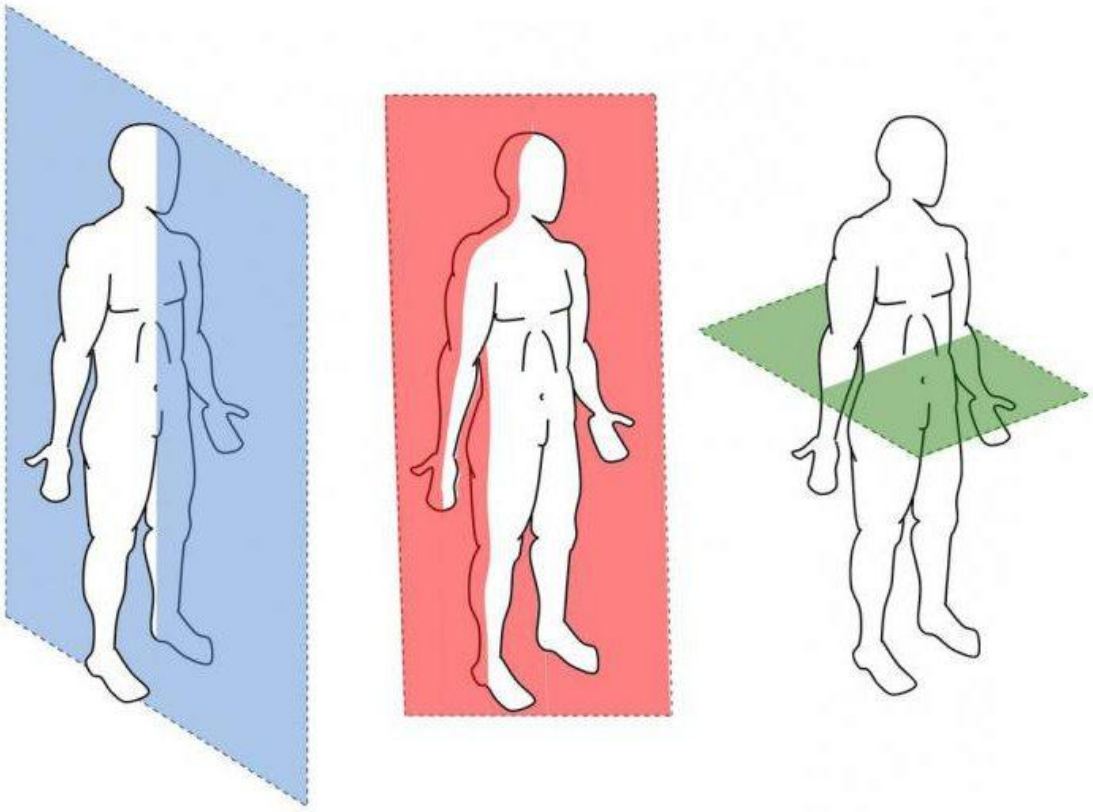
المسطحات (المستويات)

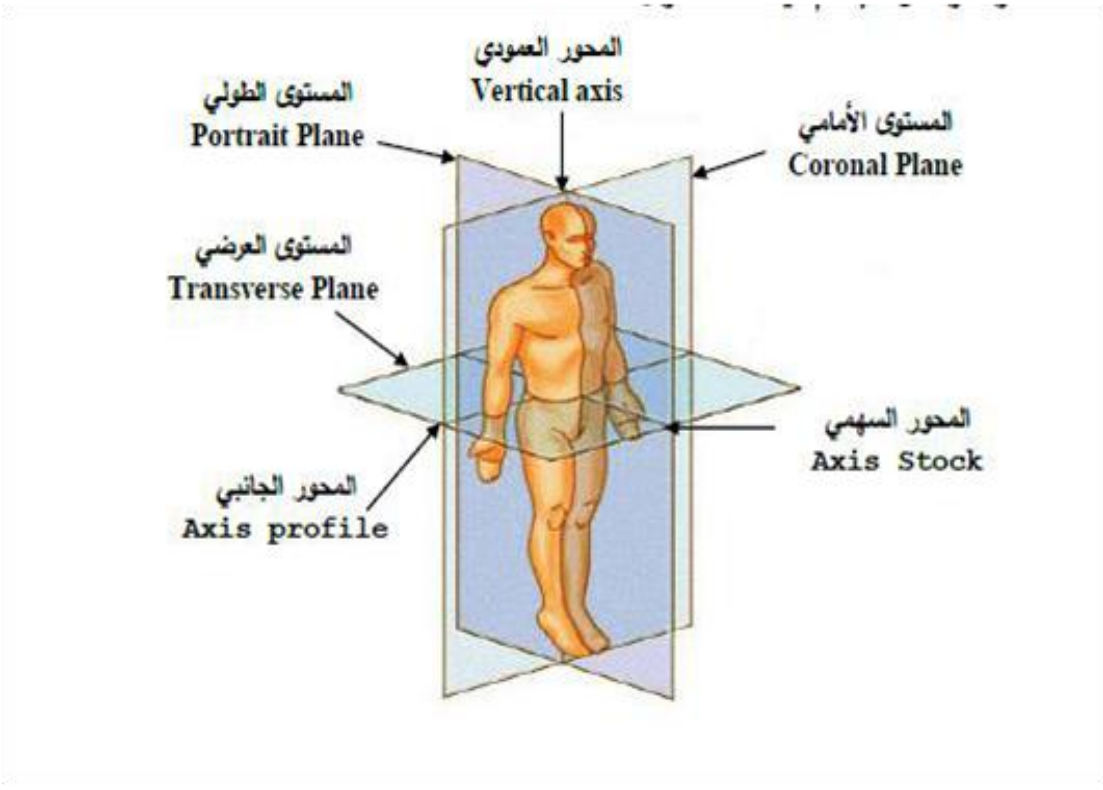
١- المسطح الامامي : وهو عبارة عن مستوى وهمي يقسم جسم الى نصفين متساويين امامي وخلفي ومجال حركته للامام الى الخلف .

٢- المسطح الجانبي : وهو عبارة عن مستوى وهمي يقسم جسم نصفين متساويين أيمن وأيسر ومجال حركته لليمين وليسار .

٣- المسطح العرضي وهو عبارة عن مستوى وهمي يقسم جسم نصفين متساويين علوي وسلفي ومجال حركته اعلى واسفل .






المحور العمودي
Vertical axis
المستوى الطولي
Portrait Plane
المستوى الأمامي
Coronal Plane
المستوى العرضي
Transverse Plane
المحور السهمي
Axis Stock
المحور الجانبي
Axis profile