جامعة محمد لمين دباغين سطيف 2
Mohamed Lamine Debaghine Setif 2 University

كلية العلوم الإنسانية والإجتماعية
Faculté Sciences Humaines et Sociales
قسم علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية
Département des sciences et techniques des activités physiques et sportives

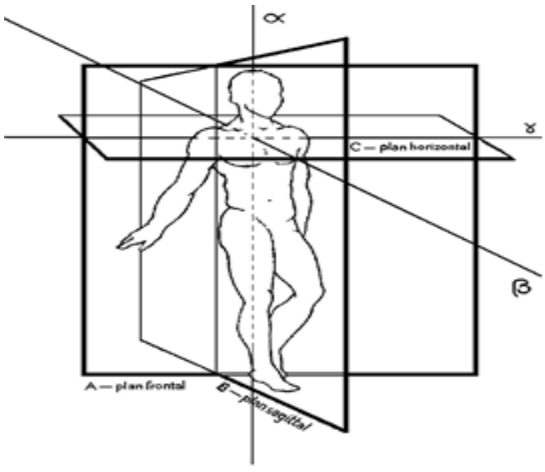
محاضرات مقياس : الميكانيك الحيوية

BIOMECANIQUE

أستاذ المقياس : د/ عوير

السنة الثانية ليسانس

الموسم الجامعي 2022/2021



المحاضرة رقم 01 : مدخل إلى الميكانيك الحيوية

تمهيد:

تعتبر الميكانيكا الحيوية فى المجال الرياضي من العلوم الأساسية التى تساهم فى وضع الأساس النظري والتطبيقي وايجاد البراهين الملائمة لتطوير التكنيك الرياضي وتنمية النظام الحركي الذي يتحدد من خلال العوامل المختلفة التى تدخل فى تفصيلاته محققة التوافق الحركى بين الجسم وأجزائه.

يذكر السعيد على ندا ومحمد الكيلانى أنه يمكن عن طريق الميكانيكا الحيوية تقييم مظاهر الحركة موضوعياً، ومن السهل قياس مظاهرها الكمية مثل السرعة والقوة وكمية الدفع فيها.

ويشير لؤى الصميدى 1987 م إلى أن الميكانيكا الحيوية تهدف لتطوير التكنيك الرياضى أثناء عملية التدريب والمنافسات ووضع الأسس العلمية لتطوير التكنيك الحركى للرياضى والارتفاع بمستواه.

كما يشير عادل عبد البصير 1998 م إلى أن الدراسة الموضوعية للمهارة الحركية تساهم فى ايجاد الأسس والقواعد والشروط المناسبة لأفضل وأنسب وأعلى أداء مهارى ممكن .

وعن طريق التحليل الحركى لمظاهر النشاط الرياضى يتمكن المدرب ومدرس التربية الرياضية من ايجاد الترابط

بين هذه المظاهر وبين قوانين العلوم الطبيعية والتى من شأنها فتح المجال أمام المهتمين بشئون الحركة لتطبيق هذه النظريات تطبيقاً ميدانياً لرفع المستوى الفنى للاعب، إلى جانب زيادة ثقة المدرب من نفسه واستناد مهنة التدريب الرياضى على الأساس العلمى السليم.

ويشير كمال عبد الحميد عن جيرد هوخموث 1987) م (إلى أن المنحنى الخصائصى لفن الأداء الأمثل لرياضة من الرياضات يعكس الاستخدام الأمثل للقوانين الميكانيكية على أساس الشروط الميكانيكية الحيوية وعلى هذا الأساس يمكن صياغة مبادئ وأسس عامة لفن الأداء الأمثل لكثير من أنواع الرياضات على أساس المنحنيات الخصائصية.

كم أن من بين الشروط الأساسية للحياة بشكل عام هو التفاعل بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به والذي يمكن تحقيقه من خلال قيام الفرد بالعديد من الحركات البسيطة والمعقدة وذلك من أجل القيام بمختلف واجباته اليومية، مما يدل على مدى أهمية الحركة (Mouvement) بحيث ذهب العديد من الباحثين إلى أن الحركة هي جوهر الحياة وهي أساس الأفعال الحيوية للإنسان ولولاها لما تمت الحياة.

ولذلك فان مثلث حركة الجسم سواء كان في الحياة اليومية أو خلال مزاولته لمختلف الفعاليات الرياضية أحد أهم اهتمامات العديد من العلماء والدارسين وخاصة في المجال الرياضي من الجانب التربوي والنفسي. ..أو الجوانب البيولوجية وذلك من أجل تحديد أهم العوامل التي تساعد الرياضي على الأداء الحركي بصورة جيدة والعمل على تطويرها وتثبيتها والكشف عن المعيقات التي تحول دون الوصول إلى أفضل الإنجازات الحركية وفق المعايير المحققة في المنافسات.

وسوف نتطرق في هذا الجانب إلى النقاط المهمة في هذا المجال و الإطلاع على أهم المحاور لهذا المقياس في المجال النظري و التطبيقي الذي يخص الرياضة و التدريب الرياضي .

what is biomechanics ما هي الميكانيك الحيوية

- الأساسيات الميكانيكية لعلم الاحياء وخاصة ما يتعلق بالنشاط العضلي ودراسة المبادئ ذات العلاقة.
- تطبيقات القوانين الميكانيكية على تركيب الاحياء وخاصة ما يتعلق بالجهاز الحركي لجسم الانسان.
- دراسة تركيب ووظيفة الاجهزة الحية بوساطة الطرائق الميكانيكية.
- هي ذلك العلم المعني بالقوى الداخلية والخارجية الفاعلة على جسم الانسان وما تحدثه هذه القوى من تأثير.

❖ مفهوم الميكانيك الحيوية :

الميكانيك الحيوية هو تعريب لمصطلح «البيوميكانيك» ويعد في مقدمة العلوم التي اهتمت بدراسة حركة وسكون الاجسام باختلاف الأحجام والخصائص كما تناولت دراسة وتحليل الأداء الحركي الانساني ضمن إطار العوامل البيولوجية والفسيولوجية للمشكلات الحركية التشريحية والفيزيائية والنفسية من أجل الوصول إلى أنسب الحلول الميكانيكية المطروحة للبحث وتقييم نتائجها باختلاف متطلبات الأداء الحركي للفعالية أو المهارة المراد دراستها.

و مصطلح "الميكانيك الحيوية " أطلق على المادة كتعريف للمصطلح اليوناني بيوميكانيك Biomécanique

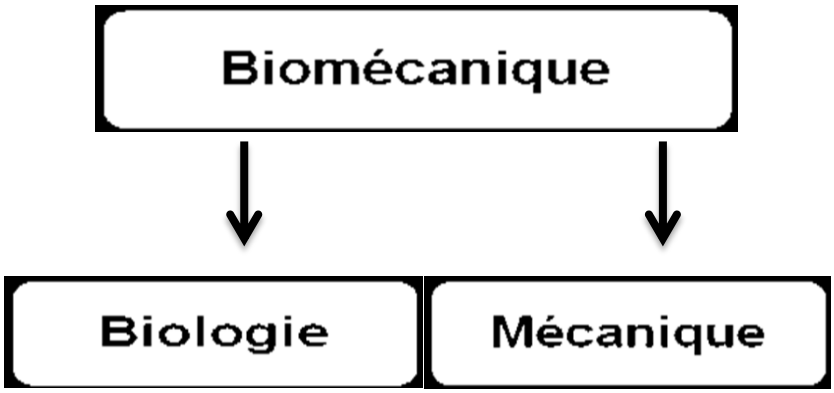
ويتكون هذا المصطلح من كلمتين يونانيتين

_ هما بيو Bio، ومعناها الحياة، أي الجانب العضوي الذي له تأثير مباشر في الحركة.

_ وميكانيك Mécanique ومعناها علم الميكانيك ،أي القوانين الميكانيكية الثابتة التي تحد من الحركة.

و الميكانيك الحيوية الرياضية علم يدرس حركة الانسان في المجال الرياضي من الجانب الميكانيكي البحت بمعنى القانون الميكانيكي الذي يمد الحركة ، والجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة اذ أن الارتباط الوثيق بين هذين الجانبين لدراسة الحركة الرياضية يؤدي الى الوصول بالأداء نحو الافضل من خلال ايجاد التكنيك الأمثل وهذا ما يعني به علم البيوميكانيك .

هو العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيك) بالإضافة الى التعرف على مسببات الحركة الرياضية(الكينتيك) ، بما يكفل اقتصاداً وفعالية في الجهد وتعرف أيضا " بانه العلم الذي يبحث عن تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية ،ونعني بالقوة الداخلية «العضلات والأربطة والأعصاب « ، أما القوى الخارجية فهي «الجاذبية الأرضية ومقاومات الوسط وقوى الاحتكاك وردود فعل الأرض..... وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة.



❖ أقسام الميكانيك الحيوية :

- الميكانيك الحيوية هي أحد أشكال الميكانيك الاساسية ، إذ تأتي الميكانيك الحيوية من علم ميكانيك الأجسام اللينة غير المنتظمة باعتبار أن جسم الإنسان يخضع إلى هذا النوع من الميكانيك والتي هي أصلا لها نوعين الميكانيك الثابتة والميكانيك المتحركة ، وتضم الميكانيك المتحركة (كينماتيك و كينتيك) الإنسان الحيوي التي تدخل فيها العديد من العوامل الانتروبيومترية والبدنية كالحجم والشكل والوزن والقوة ...الخ .

وينقسم علم الميكانيك الى قسمين هما:

- أولا: الأستاتيك أو(الميكانيك الثابتة) : وهو فرع من الميكانيك الذي يبحث في سكون الأجسام تحت تأثير مجموعة من المؤثرات تسمى القوى وتوصف القوى التي لا تغير في حالة الجسم بأنها متزنة ويقال للجسم أنه في حالة توازن تحت تأثيرها ولذلك فإن الأستاتيكا تسمى أحيانا (علم توازن الأجسام).
- ثانيا: الديناميك أو (الميكانيك المتحركة): و هي فرع الميكانيك الذي يبحث في حركة الأجسام الصلبة و اللينة وتنقسم الديناميك إلى قسمين رئيسيين:

1_ الكينماتيك : هو دراسة الحركة دراسة وصفية من حيث الزمان والمكان دون التطرق الى القوة المسببة لها، وأن الخصائص الكينماتيكية لحركة الانسان تُحدد من خلال دراسة الشكل الخارجي الهندسي ورسم المسار الحركي للإنسان في الفضاء وتغيراته في الزمن ، أي يهتم بالجانب المظهري أو الشكلي مثل (المسافة، الزمن، السرعة) ورسم مساراته . (الحركية هي وصف مكاني مؤقت للحركة)

Cinématique : observer le mouvement

2_ الكينتيك : علم يعنى بدراسة أسباب الحركة والقوي المصاحبة سواءً كانت ناتجة عنها أو مُحدِثة لها ويبحث في مسببات الحركة ونتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الأداء.

Cinétique : comprendre l’origine du mouvement

المحاضرة رقم 02 : واجبات ، أغراض و أهداف الميكانيك الحيوية

من خلال الإطلاع على ما سبق في المحاضرة الأولى يمكن تحديد واجبات علم الميكانيكا الحيوية في الآتي :

1 _التعرف على الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة العلاقات الخاصة بها.

2_تطبيق القوانين الميكانيكية على الجهاز الحركي للإنسان.

3_ دراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الإنسان وتوافق تأثيرها أثناء الأداء.

كما يهدف علم الميكانيكا الحيوية الى دراسة جسم الانسان وكأنه آلة أو ماكينة وذلك بتطبيق طرق القياسات المختلفة .. قياس أبعاد الجسم البشرى (Anthropometry) وقياس القوى المؤثره على الهيكل العظمى لجسم الانسان .... لذا تجد علم الميكانيكا الحيويه هو تجميع لأساسيات علوم الهندسه (engineering) والتشريح (anatomy) وعلم وظائف الأعضاء (physiology).

❖ أغراض الميكانيك الحيوية :

بما أن التمارين الرياضية هي الوسيلة الرئيسية الوحيدة لتحليل أغراض النشاط البدني ، ولا يمكن ممارستها ممارسة سليمة إلا إذا كانت قد بحثت من جميع الجوانب .

وانطلاقا من هذا المفهوم تحددت أغراض الميكانيك الحيوية كالأتي :

(1) وضع البحوث الخاصة بالأداء الرياضي الأنسب ، ومعنى ذلك ايجاد أنسب الحلول الميكانيكية لتحقيق هدف الحركة الرياضية .

(2) تعميم المعلومات المكتسبة عن التكنيك الأنسب لأنواع الرياضات المتعددة ووضعها في صورة أسس ثابتة للميكانيك الحيوية بما يؤدي إلى خدمة التكنيك الرياضي الأنسب .

(3) إيجاد طرق سهلة لبحث الحركة الرياضية (الاختبارات الرياضية التي تساعد المدرس والمدرب في تحديد الأخطاء واكتشافها موضوعيا اثناء الحركة الرياضية).

(4) الاستناد على استخدام أسس الميكانيك الحيوية في التدريبات الخاصة الهادفة إلى القدرات البدنية والنفسية المطلوبة مثل (القوة، السرعة ، رشاقة الجسم ، القدرة على رد الفعل وسرعته)

❖ ما هي وظيفة الميكانيك الحيوية :

- تحديد القوى الداخلية والخارجية الفاعلة على جسم الانسان وكيفية تحرك أطراف ذلك الجسم خلال آداء مهارة حركية
- محاولة تحسين الاداء عن طريق تطوير اساليب اداء جديدة.
- الكشف عن مصدر أو أصل الخطأ في الآداء.
- يوفر أساسا منطقيا ومقبولا لتقويم مختلف أساليب الآداء و تقويم التعلم كميا ونوعيا على وفق أسس موضوعية وربط مظاهر الآداء بمسبباته الضمنية
- بناء النماذج الحركية النظرية والتطبيقية للفعاليات الرياضية.
- تزويد المعرفة بالتعلم الحركي للمعلمين بالقدرة على اصدار احكام مقبولة ومنطقية فيما يتعلق بطرائق التدريس،المدة،التكرار،وطبيعة التطبيق
- اختيار الأسلوب المناسب للأداء.

❖ **ما أهمية معرفة الميكانيك الحيوية :**

- ✓ المدرب / المحضر البدني / مختص التأهيل : يعمل على مستويات متقدمة أكثر ولهذا لا يتوقف إهتمامه على المبادئ الاساسية بل يتعداها الى المعرفة التفصيلية .
- ✓ اللاعب : مع ارتقاء اللاعب او زيادة عمره وتحسن خبرته يمكن للإشارات اللفظية وتحليل الحركة المساعدة اكثر في زيادة فهم هدف ومعنى المهارة وإعطاء ابعاد جديدة لها
- ✓ الأستاذ : ان النجاح الذي يحققه معلمو التربية البدنية والرياضة مرتبط بمعرفتهم بأسلوب الاداء والتعليم وطرائق التدريب ذات العلاقة والعلوم التي بنيت عليها ومن أهمها البيوميكانيك والتعلم الحركي وفسيولوجيا الجهد البدني كي لا يستخدم التخمين في الاحكام النقدية وتعليم المبتدأين مبادئ الميكانيكا الحيوية .

المحاضرة 03 : التحليل البيوميكانيكي

مفهوم التحليل البيوميكانيكي :

أن التقدم التكنولوجي وفر الكثير من أجهزة القياس الحديثة لمراقبة الحركات الرياضية المتنوعة ، سواءا في مراحل التعلم أو التدريب أو المسابقات وفي كافة المستويات . وقد وفرت تلك المعدات والأجهزة الحديثة الوقت والجهد للإجابة على كثير من التساؤلات لحل المشاكل في تعلم وتطور الأداء وصولا للانجاز المطلوب . وقد وفرت أجهزة الحاسوب الحديثة والكاميرات الرقمية والبرامج التقنية الحديثة ،الكثير من المعلومات الخاصة عن المسار الحركي للمهارات الرياضية للعاملين في حقل البيوميكانيك الرياضي ، لغرض ترجمتها إلى قيم رقمية وأشكال هندسية وإخضاعها إلى قوانين الرياضيات والفيزياء وبالتالي الاستفادة منها من الوصول إلى أعلى مستويات الأداء المهاري والانجاز . كما وفرت تلك الأجهزة والبرامج الكثير من المعلومات الخاصة بالمهارات الرياضية المتنوعة ، ولا شك إن الانجازات الرياضية هي نتيجة للدراسات البحثية الجادة من قبل المراكز البحثية و العلماء والباحثين والمثابرة والإصرار من قبل الرياضيين ومدربيهم لتقديم أفضل الانجازات .

والتحليل الحركي البيوميكانيكي هو احد الوسائل المهمة للتعرف على دقائق المسار الحركي ، واحد الطرق العلمية لمعرفة الخصائص الميكانيكية وفق برامج علمية مقننة ، إذ تستخدم القوانين الطبيعة للحصول على القيم الرقمية للمتغيرات الحركية التي تحكم هذه الفعالية والتي تمكن الرياضي والمدرب والباحث من الوصول لأفضل مستوى للمعرفة في تطوير الانجاز في الرياضة الممارسة .

كما يعد أحد أهم أدوات علم البيوميكانيك والذي يكون الوسيلة التي يبنى على أساسها تطبيق القوانين الميكانيكية لذا نجد ان البيوميكانيك هو العلم الذي **يهتم بدراسة وتحليل حركات الإنسان تحليلاً كمياً ونوعياً بعرض زيادة كفاءة الحركة الإنسانية** " أي ان لابد أن تتم عملية التحليل من أجل الدراسة لأي حركة إنسانية كانت أم حركات رياضية ويرى الخبراء والعلماء المهتمون بهذا العلم بأنه يجب أن لا يعتمد على التقويم الذاتي في تقويم الحركات ولاسيما التي تتميز بالسرعة لذا يجب أن تعتمد على تحليلها كمياً ونوعياً وتفصيل مراحلها حتى تكتشف الجوانب الجوهرية من حيث الإزاحات والزوايا والسرع المختلفة.

ويذكر (يرهام) أن التحليل البيوميكانيكي للحركة يتطلب التحليل إلى المركبات الأولية من سرعة وقوة (زمن، مساحة، قوة). أما (سيرين وويليامز) فيؤكدان أن هنالك بعض النواحي الأساسية التي تتطلب الدراسة تتعلق بالزمن والكتلة والمسافة ومركز الثقل.

كما ويقسم التحليل البيوميكانيكي إلى:

1_ التحليل الكينماتيكي : ويقسم الى قسمين ايضا :

1_1_ التحليل النوعي

1_2_ التحليل الكمي

2_ التحليل الكينتيكي : ويتناول مسببات حدوث الحركة أي الأخذ بنظر الاعتبار القوى الداخلية والخارجية المحيطة بالحركة ويمكننا هذا التحليل من أن نتوصل إلى العلاقة الجدلية بين التحليل الكينماتيكي والتحليل الكينتيكي وربط كل منها بالآخر.

ومن المعروف أن الكينتيك هو أن نبحث كل ما يتصل بعنصر القوة ويرتبط بعامل المسار الزمني وهذا يعني أن التحليل الكينتيكي هو أن محدد قيم القوة، ومن الممكن أن يتم قياس القوة النهائية الناشئة عن عمل الجهاز الحركي في جسم الإنسان ومن المعروف أن ما يهمنا في مجال التحليلات الميكانيكية من حيث الكم يتمثل في جانبين الأول هو معرفة القوة الكلية والعزم الكلي فضلاً عن معرفة السبب الذي على أساسه يتحدد مقدار القوة الكلية واتجاهها .

Conférence 04 : les Plans et les axes de référence

En biomécanique, l'analyse descriptive d'une position ou d'un mouvement dans l'espace doit être compréhensible par tous. Pour cela, une codification du langage a été mise en place afin que toutes les personnes désireuses de communiquer entre elles sur l'analyse du mouvement puissent se faire comprendre clairement.
L'objectif de ce deuxième chapitre est de vous fournir et de vous expliquer cette terminologie scientifique spécifique utile à une bonne compréhension de la description anatomique d'une position ou d'un mouvement.

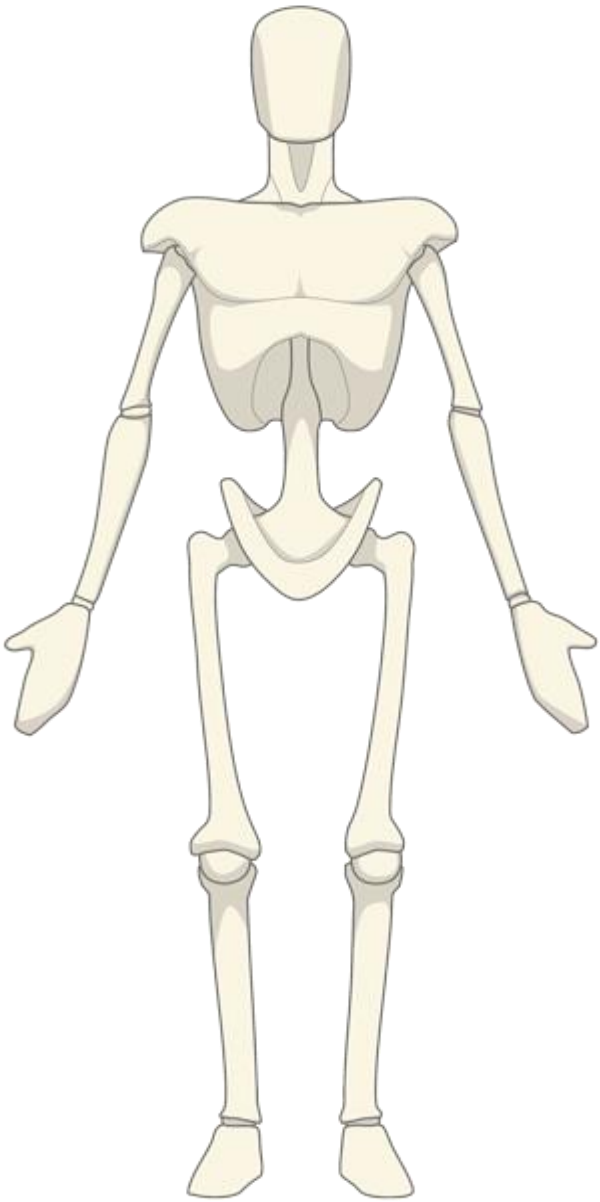


Figure 1. Position anatomique de référence.

I. Plans et axes de référence :
Pour décrire une position ou un mouvement, il est nécessaire de pouvoir expliquer quelle est la situation du sujet par rapport à l'observateur (*i.e.*, comment l'observateur voit le sujet : de face, de dos, de 3/4, latéralement, etc.) et de quelle manière le sujet

effectue son mouvement (*e.g.*, le sujet effectue une rotation mais est-ce d'avant en arrière, de droite à gauche ?). Pour répondre à ces interrogations, nous allons nous servir des plans et des axes de référence qui sont définis par rapport à la position standard anatomique humaine, position dite de Paul Poirier.

Cette position anatomique se décrit de la manière suivante (Fig. 1) :

1. Le sujet est en position debout, face à l'observateur.
2. Le regard est droit, à l'horizontale, tourné vers l'avant, perpendiculaire au grand axe du corps.
3. les bras sont sur les côtés, étendus le long du corps.
4. Les paumes des mains sont tournées vers l'avant, c'est-à-dire en supination.
5. Les pieds sont serrés et parallèles. Leurs pointes sont légèrement écartées.

1. Les plans :

À partir de la position anatomique de référence, on décrit trois plans imaginaires en 2 dimensions qui passent par le centre de gravité du corps humain et qui sont perpendiculaires les uns par rapport aux autres. On distingue le plan sagittal, le plan frontal et le plan transversal. Ils sont représentés en Figure 2 et décrits ci-après. Le plan est une vue 2D d'un corps ou d'un objet.

a. Le plan sagittal :

C'est un plan vertical qui passe par la ligne médiane du corps et le divise en deux parties symétriques, droite et gauche (Fig. 2). **C'est dans ce plan que des activités telles que la marche, la course à pied et le saut en longueur par exemple sont le plus souvent étudiées**.

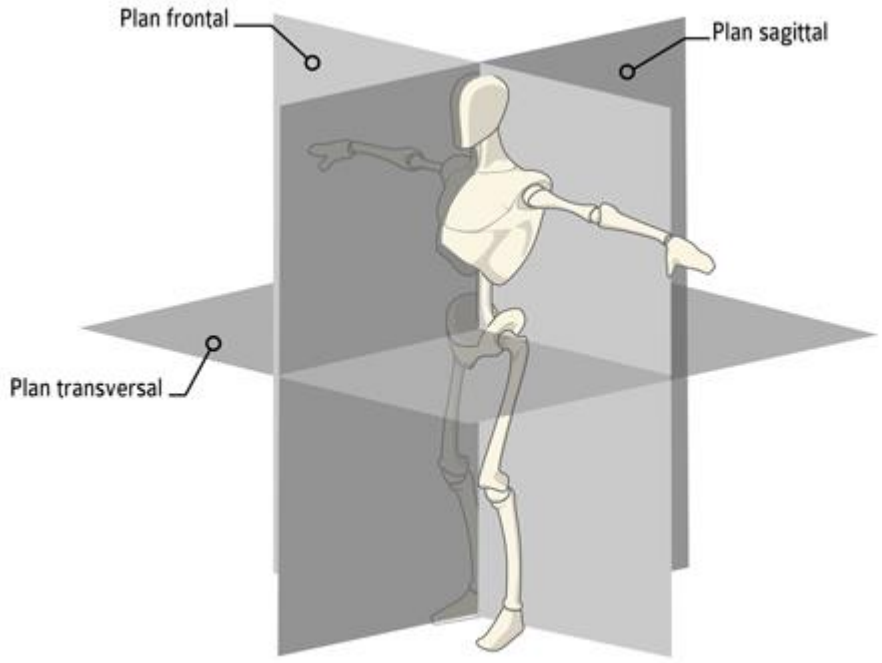


Figure 2. Les plans

b. Le plan frontal :

C'est un plan vertical perpendiculaire au plan sagittal qui divise le corps en deux parties symétriques, antérieure (ventrale) et postérieure (dorsale) (Fig. 2).**C'est dans ce plan que les mouvements de déhanchement au cours de la marche et de la course à pied, l'aire projetée des cyclistes ou la torsion des chevilles sont étudiés**.

c. Le plan transversal :
C'est un plan horizontal, parallèle au sol, qui divise le corps en deux parties symétriques, supérieure (du côté de la tête) et inférieure (du côté des pieds) (Fig. 2). **C'est dans ce plan que les torsions des épaules par rapport aux hanches seront observées**.
Pensez également qu'en plus de ces 3 plans de référence, il existe une multitude de plans parallèles à ceux-ci dans lesquels il est possible d'étudier une partie du mouvement en isolant une fraction du corps. Les plans permettent la **translation**, c'est-à-dire le déplacement rectiligne d'un objet. Nous reviendrons plus tard dans le cours sur ces notions.

2. Les axes :
Vous pouvez vous représenter un axe comme une ligne imaginaire autour de laquelle s'effectue une **rotation** ou bien comme une ligne qui représente une direction que suit un objet. Prenons comme exemple une roue de bicyclette, au centre du moyeu de la roue se trouve l'axe de rotation (la roue tourne bien autour de cette axe) tandis que la roue décrit un plan perpendiculaire à l'axe. Les axes peuvent être définis par l'intersection de deux plans, par exemple, l'axe longitudinal est à l'intersection du plan sagittal et du plan frontal. Les **axes anatomiques** de référence sont au nombre de 3 : **antéro-postérieur**, **transversal** et **longitudinal** (Fig. 3). Ils sont définis perpendiculairement aux plans de que nous venons de décrire.

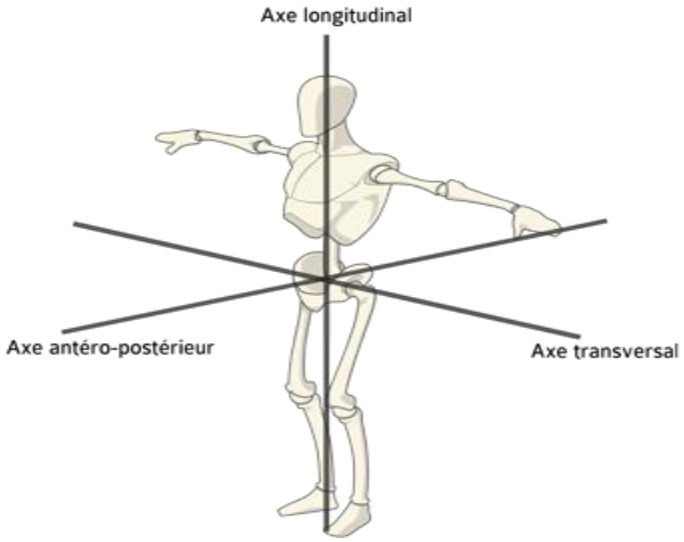


Figure 3. Les axes

a. L'axe antéro-postérieur :
Il passe horizontalement d'arrière en avant et est formé par l'intersection des plans sagittaux et transversaux. Il est perpendiculaire au plan frontal (Fig. 3). **Lorsqu'une gymnaste effectue une roue, son corps tourne autour de cet axe**.
b. L'axe transversal :
Il passe horizontalement de gauche à droite et est formé par l'intersection des plans frontaux et transversaux. Il est perpendiculaire au plan sagittal (Fig. 3). **Lors d'une roulade ou d'un salto, le corps tourne autour de cet axe**.
c. L'axe longitudinal :
Il passe verticalement de haut en bas et est formé par l'intersection des plans sagittaux et frontaux. Il est perpendiculaire au plan transversal (Fig. 3).

Conférence 04 : Mouvements articulaires :

Le corps possède une grande variété de mouvements articulaires. Ceux-ci sont dépendants de l'articulation et de sa forme anatomique comme vous venez de le lire dans la partie précédente. Une bonne connaissance des mouvements anatomiques est nécessaire pour réaliser une analyse descriptive correcte des mouvements humains. Chaque mouvement anatomique est effectué dans un plan spécifique autour d'un axe spécifique. Avec ces connaissances, il est possible d'observer le geste sportif, et de le décomposer en plusieurs mouvements articulaires pour évaluer l'influence du mouvement de l'individu sur la performance.

1. Flexion / Extension :

La flexion est un mouvement qui diminue l'angle au niveau de l'articulation en mouvement en rapprochant les uns des autres les segments d'un membre. Tandis que l'extension augmente l'angle au niveau de l'articulation en mouvement en alignant les segments d'un membre. De nombreux types d'articulations synoviales sont capables de flexion et d'extension. Cela comprend l'articulation de l'épaule (Fig. 12), de la hanche (Fig. 13), du coude (Fig. 14), du poignet et du genou.

Attention cependant aux dénominations des mouvements articulaires de l'épaule et de la cheville. En effet, la flexion de l'épaule est souvent appelée antépulsion, et l'extension de l'épaule appelée rétropulsion. La flexion du pied sur la jambe (*i.e.*, lorsque vous pointez les orteils vers le haut) est appelée dors flexion. Mais l'extension de la cheville (*i.e.*, lorsque vous tendez le pied pour l'aligner avec la jambe) est appelée flexion plantaire.

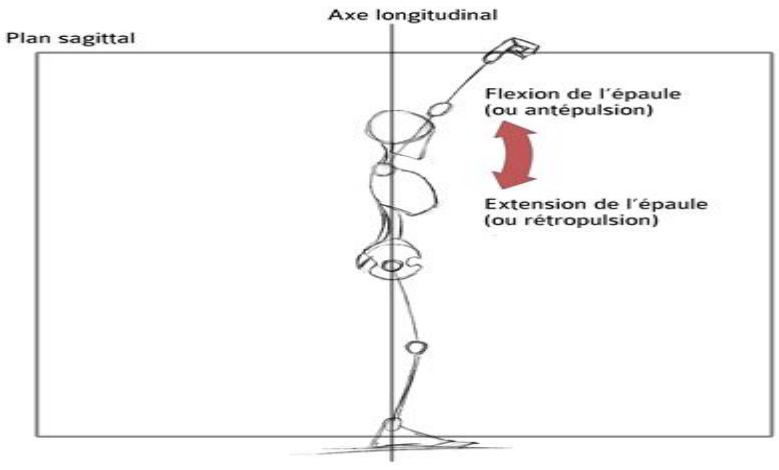


Figure 12. Extension / Flexion de l'épaule

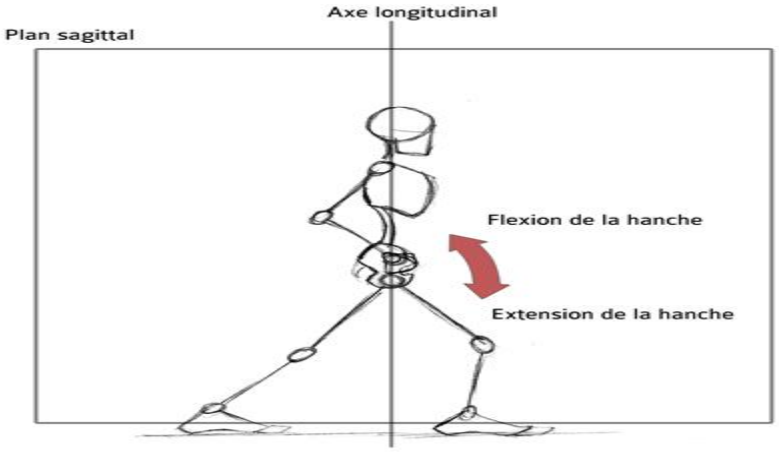


Figure 13. Extension / Flexion de la hanche *)*

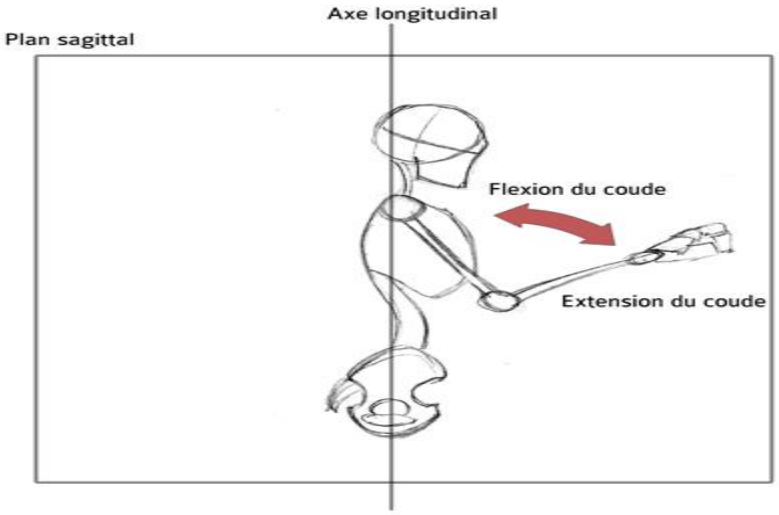


Figure 14. Extension / Flexion du coude

2. Abduction / Adduction :

Si on observe dans le plan frontal, le corps humain en position anatomique de référence, l'abduction correspond à une rotation latérale d'un segment corporel qui s'éloigne du corps. A l'inverse, l'adduction correspond à une rotation latérale qui rapproche le segment corporel du corps. La Figure 15 illustre ce mouvement articulaire au niveau de l'épaule et de la hanche.

3. Rotation externe / interne :

La rotation est un mouvement d’un os autour de son axe longitudinal et s'effectue dans le plan transversal. Lorsque la face antérieure de l'os tourne et s'éloigne de la ligne médiane du corps, on parle de rotation externe. À l'inverse, lorsque la face antérieure de l'os tourne et se rapproche de la ligne médiane, c'est la rotation interne.

Les articulations qui permettent les rotations externe et interne comprennent, entres autres, l'épaule (Fig. 16) et la hanche.

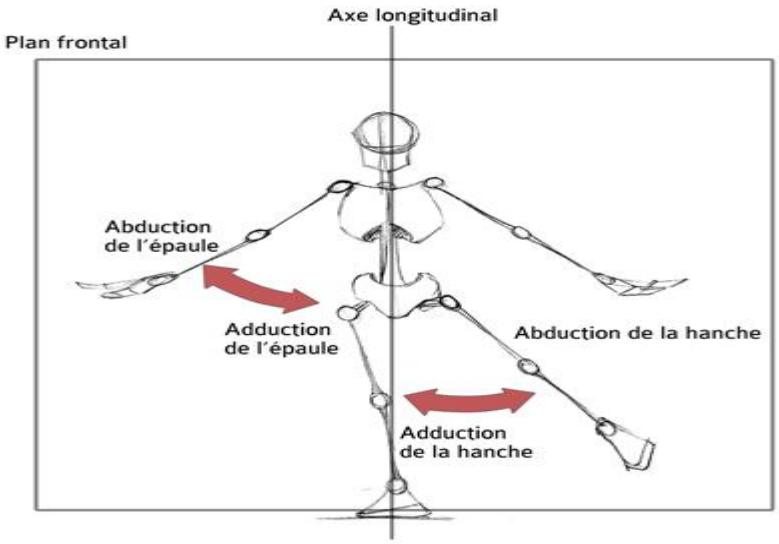


Figure 15. Abduction / Adduction... *(Cliquez sur l'image pour l'agrandir)*

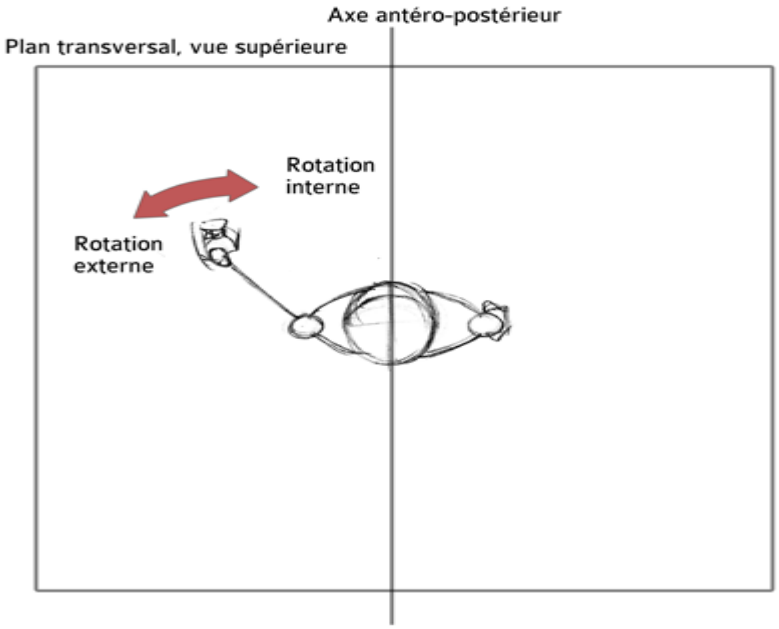


Figure 16. Rotation Externe / Interne

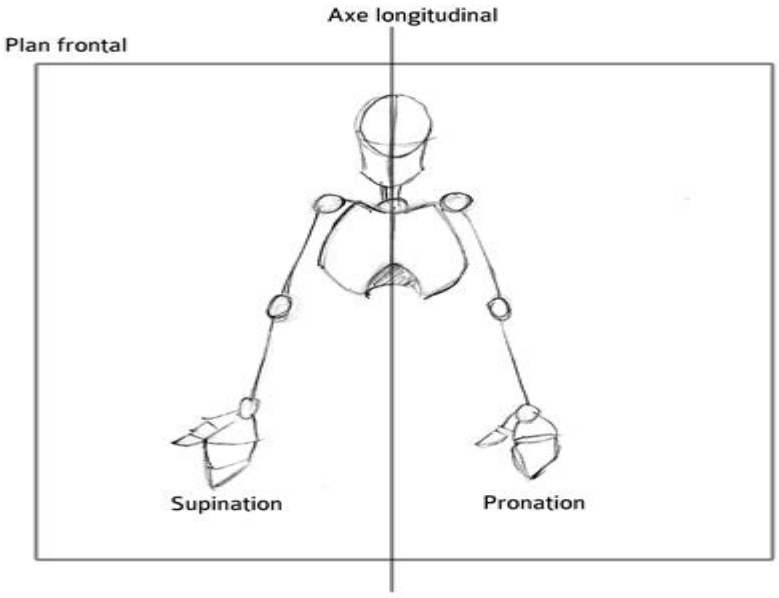


Figure 17. Pronation / Supination

4. Pronation / Supination

Au niveau de l'avant-bras, la supination et la pronation désignent la position relative du radius et de l'ulna (les deux os de l'avant-bras). En supination, position anatomique de référence, le radius est latéral par rapport à l'ulna, et la paume de la main est orientée vers l'avant. En pronation, le radius passe en avant de l'ulna, et la main effectue une rotation interne, pour finalement que la paume soit orientée vers l'arrière (Fig. 17).

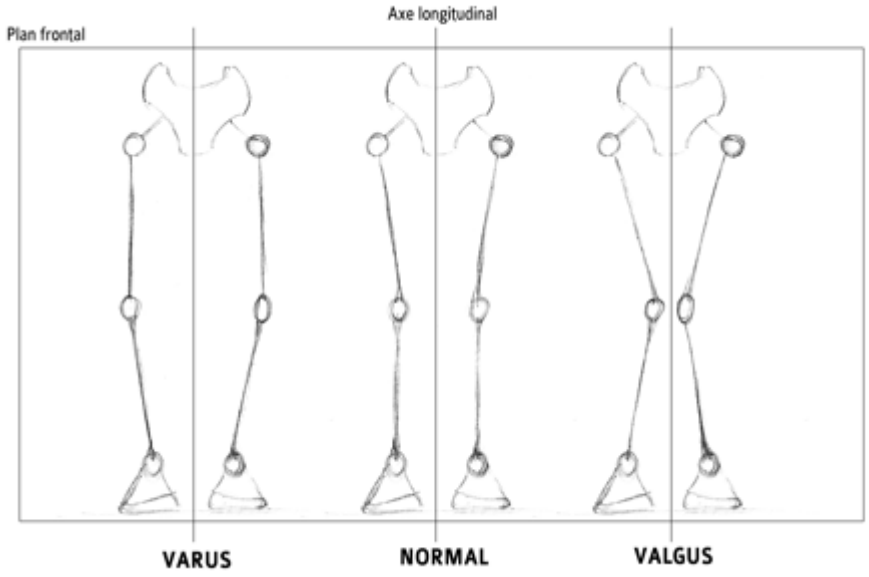


Figure 18. Déformation de l'articulation du genou

5. Valgus / Varus

Varus et valgus caractérisent l'éloignement ou le rapprochement de la partie distale d'un segment par rapport à l'axe longitudinal du corps. Dans le cas du genou, le varus

correspond à une rotation externe du fémur, ce qui éloigne latéralement l'articulation du genou se traduisant visuellement par des jambes arquées. A l'opposé, le valgus est une rotation interne du fémur qui rapproche le genou de l'axe longitudinal, avec pour résultat des genoux dits "cagneux" ou "en X" (Fig. 18).

6. Inversion / Eversion :

Ces deux termes sont spécifiques à l'articulation de la cheville. L'éversion (Fig. 19) correspond à une rotation externe latérale. Dans le cas de l'os du talon (le calcaneum), la plante de pied est orientée latéralement. À l'inverse, l'inversion (Fig. 20) est une rotation interne médiale. La plante de pied est orientée médialement.

Vous avez sûrement remarqué que pour choisir une chaussure de sport, il est de plus en plus courant de parler de pieds "pronateurs", "supinateurs" ou "universel". Dans ce cas, la pronation correspond à une éversion du calcaneum, une dors flexion de la cheville et une abduction de l'avant du pied. Le déroulé du pied s'effectue principalement sur l'intérieur du pied. Quant à la supination, elle comprend une inversion du calcaneum, une flexion plantaire de la cheville et une adduction de l'avant du pied. Le déroulé du pied s'effectue principalement sur l'extérieur du pied.

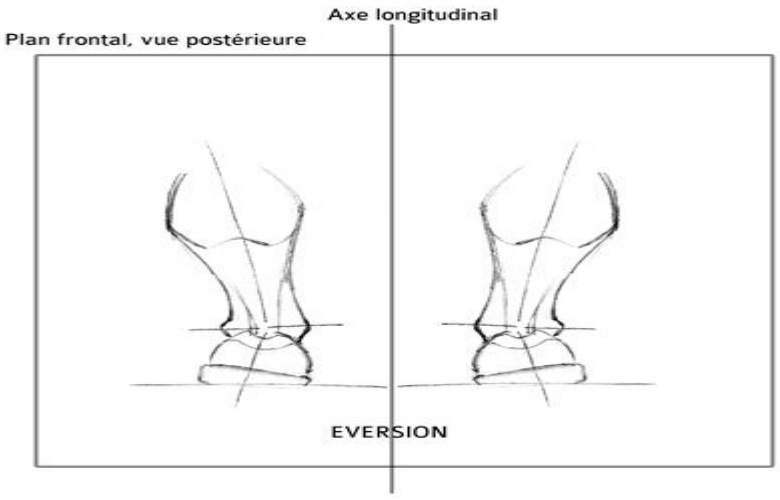


Figure 19. Eversion de la cheville

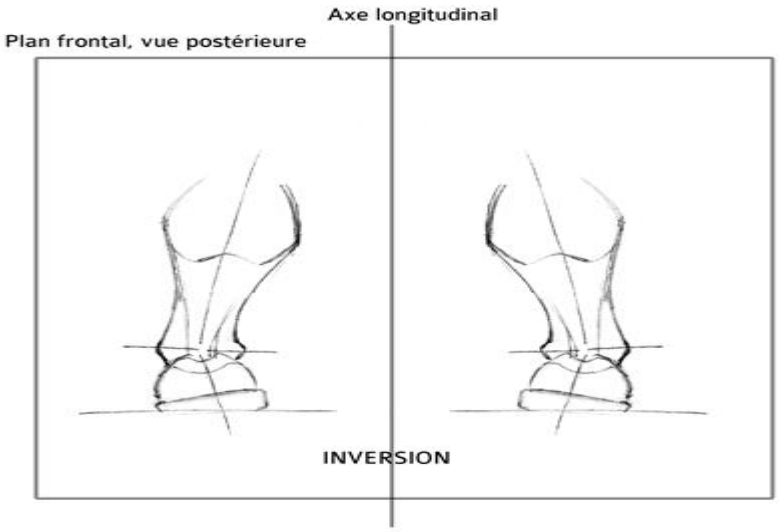


Figure 20. Inversion de la cheville

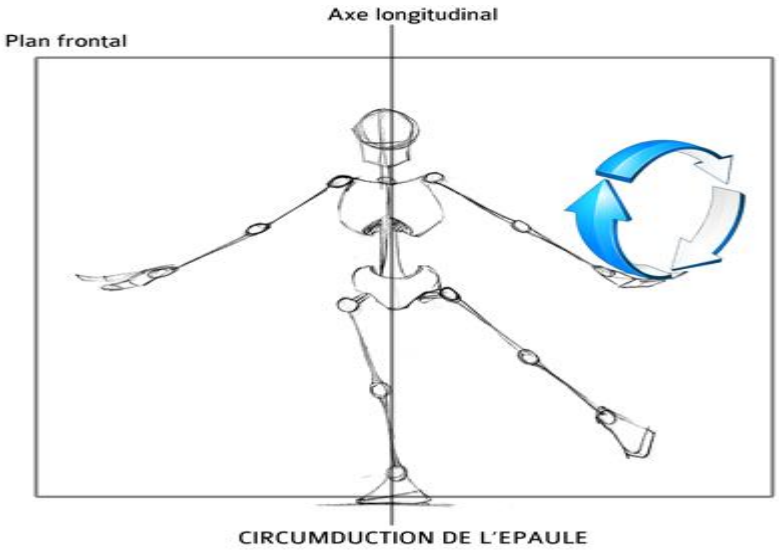


Figure 21. Circumduction

7. Circumduction :

La circumduction est un mouvement circulaire combinant les mouvements d'abduction, d'adduction, de flexion et d'extension de l'articulation. Par exemple, dessiner un cercle avec le membre supérieur tendu représente une circumduction (Fig. 21).

On retrouve ce type de mouvement au niveau de l'épaule et de la hanche.