المحور الثالث: اجراءات التحليل واستخراج المتغيرات:

الخطوة الأولى: اختيار طريقة وأسلوب التحليل :

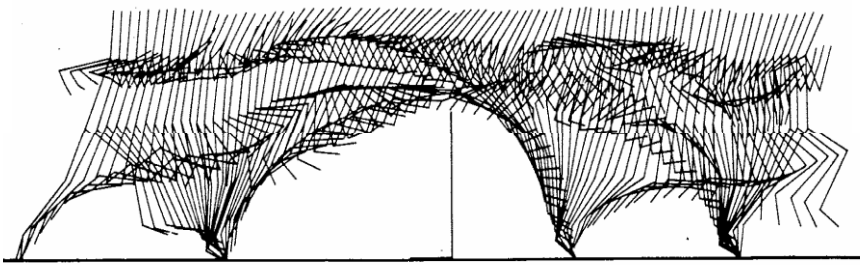
بغض النظر عن التقنية والاجهزة المعمول بها وعن البرمجيات المستخدمة في التحليل نجد هناك طريقتان في التحليل الحركي الكمي ولأي مهارة حركية مختارة:

أولاً: طريقة التحليل بالشكل الكامل: (جميع مراحل الأداء) وهي الأكثر إتباعاً في مجال البحوث، وتستخدم غالبا لغرض دراسة تفاصيل الأداء لحركة معينة بشكلها الكامل لأغراض الوصف أو المقارنة أو تشخيص مناطق القوة والضعف لدى اللاعبين.

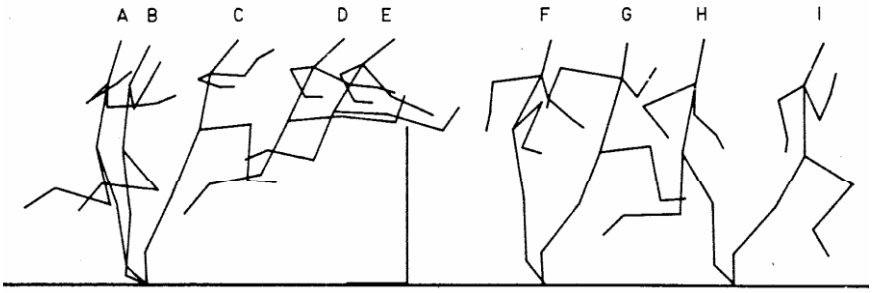
ثانياً: طريقة التحليل لمرحلة أو جزء من المهارة: وهي الأقل إتباعاً في مجال البحوث. وتستخدم لأهداف خاصة مثل دراسة علاقة أو تفاصيل دقيقة حسب أهمية الجزء المحدد من الأداء، وممكن ايضاً لأغراض التشخيص الخاص لمناطق القوة والضعف لدى اللاعبين وبالأخص المستويات العليا.

وسواء كان التحليل للحركة بشكلها الكامل أو جزء منها نجد هناك اسلوبين لاختيار ورسم المسار الحركي لاستخراج المتغيرات الميكانيكية:

أولاً: الاسلوب المتسلسل: وهي عملية رسم وتحليل لكل صورة من صور الأداء بشكل متتابع من البداية وحتى النهاية. وتستخدم على الاكثر عند تحليل جزء من الحركة (الأداء) أو عندما تكون العينة قليلة جداً.



ثانياً: الاسلوب الجزئي: وهي عملية رسم وتحليل مواقع محددة ضمن مراحل الأداء (بداية ونهاية كل مرحلة). وتستخدم على الاكثر عند تحليل المهارة بشكلها الكامل او عينة كبيرة أو التصوير بكاميرا ذات سرعة عالية جداً.

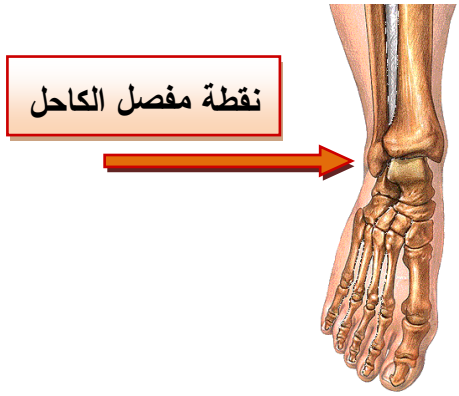


الخطوة الثانية: تحديد النقاط التشريحية للجسم:

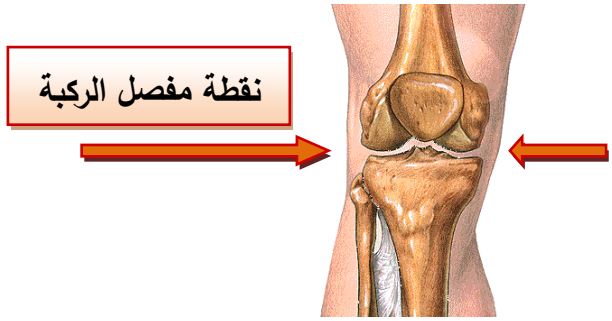
تعد هذه المرحلة من أهم مراحل التحليل لأنه من الأهمية ان يكون تحديد نقاط مفاصل الجسم في مواقعها الصحيح كونها ستنعكس على دقة القيم المتحصلة من التحليل فيما بعد (متغيرات زوايا مفاصل الجسم وغيرها من زويا اخرى وكذلك المسافات)، اي ان دقة القيم للمتغيرات ستتوقف على دقة مواقع النقاط لمفاصل الجسم

وباختلاف الحركات والاوضاع للجسم وبالأخص مفصل الورك.. والنقاط التشريحية هي كما يأتي:

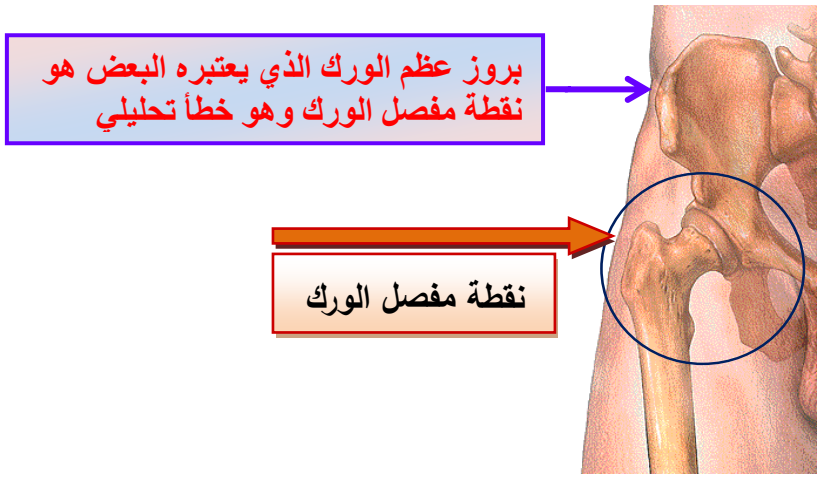
١. **مفصل الكاحل:**



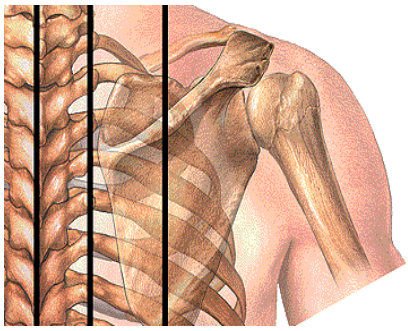
٢. **مفصل الركبة:**



٣. **مفصل الورك:**

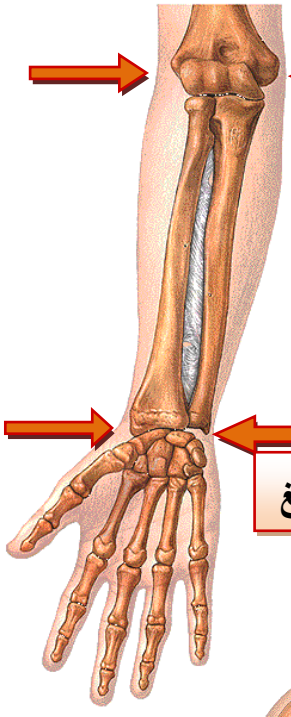


٤. مفصل الكتف:



نقطة مفصل الكتف

٥. مفصل المرفق:

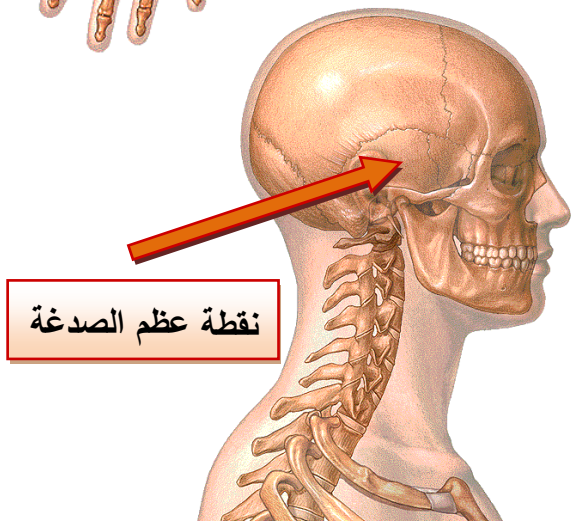


نقطة مفصل المرفق

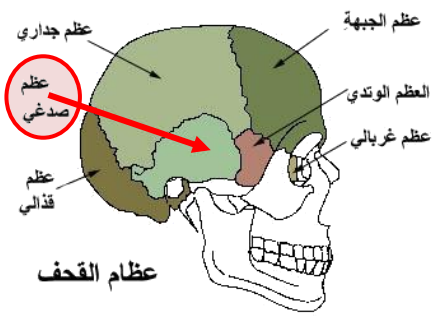
٦. مفصل الرسغ:

نقطة مفصل الرسغ

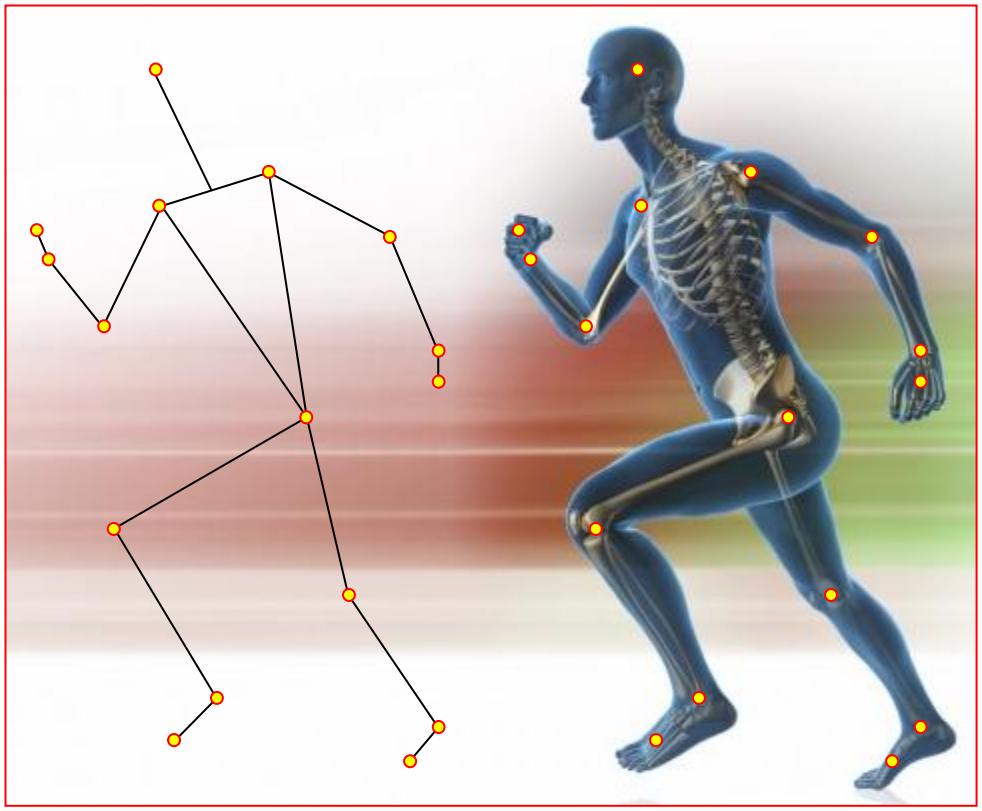
٧. عظم الصدغة:

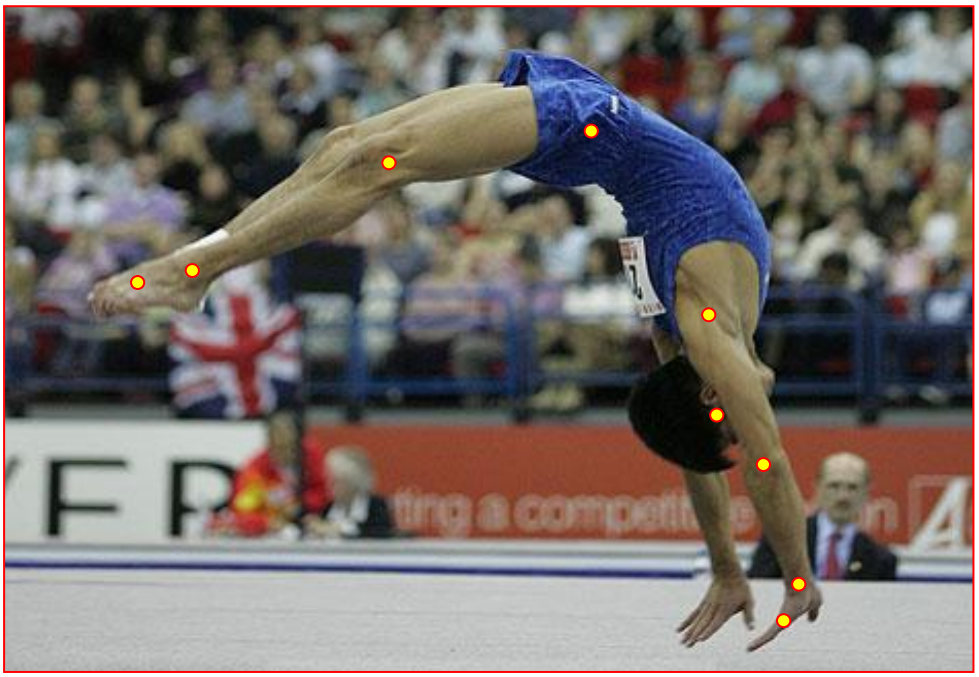


نقطة عظم الصدغة



عظام القحف





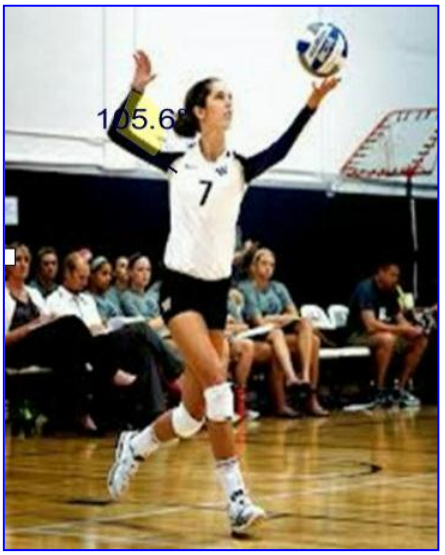
الخطوة الثالثة: استخراج المتغيرات الكينماتيكية:

١. **متغيرات الزوايا:** وحدة القياس لها (الدرجة) ولا يمكن قياسها بالطريقة المباشرة اثناء الحركة الا في حالة الثبات باستخدام جهاز (الجونيوميتر) وقياسها اثناء الحركة يتم عن طريق غير مباشر باستخدام التصوير وبرمجيات خاصة للتحليل، ولابد ان نؤكد هنا على **حقيقتين مهمتين الاولى** هي (ان القيمة الرقمية للزاوية لا تتغير بتغير حجم الصورة أي ان قيمة الزاوية لا تتأثر بمقدار طول او قصر الضلعين المكونين لها ولكنها تتأثر بتقارب او تباعد الضلعين المكونين لها أي السحب من جانب من جانب واحد للصورة). **والحقيقة الثانية** هي (يجب الثبات على طريقة قياس الزاوية المعنية والجهة التي يتم القياس منها لكافة اللاعبين وعلى جميع مراحل الأداء وذلك لعدم حصول اختلاف في قيمها). وفيما يأتي نتعرف على اهم متغيرات الزوايا.

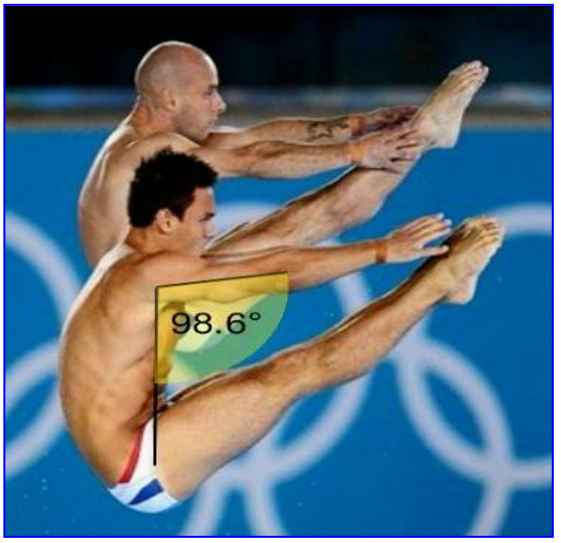
أ- **زوايا مفاصل الجسم:** كما هو معروف ان في جسم الانسان الكثير من المفاصل التي تربط الاطراف مع بعضها البعض، ونستعرض فيما يأتي اهم هذه الزوايا التي يمكن قياسها في جسم الانسان:

ـ **زاوية مفصل الرسغ:** هي الزاوية المحصورة بين خط الكف (من نقطة منتصف الكف الى نقطة مفصل الرسغ) وخط الساعد (من نقطة مفصل الرسغ الى نقطة مفصل المرفق) ويمكن قياسها من الداخل او من الخارج.

- **زاوية مفصل المرفق:** هي الزاوية المحصورة بين خط المرفق (من نقطة مفصل الرسغ الى نقطة مفصل المرفق) وخط العضد (من نقطة مفصل المرفق الى نقطة مفصل الكتف) وتقاس من الداخل فقط لأنها زاوية مغلقة.



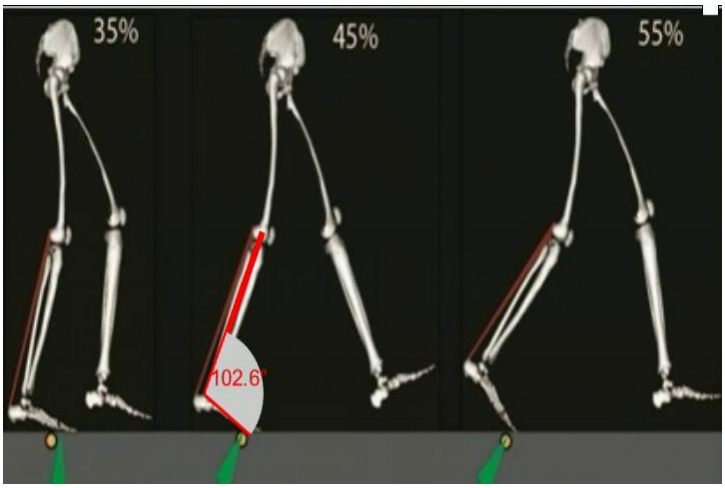
- زاوية مفصل الكتف: هي الزاوية المحصورة بين خط العضد (من نقطة مفصل المرفق الى نقطة مفصل الكتف) وخط الجذع (من نقطة مفصل الكتف الى نقطة مفصل الورك) وتقاس من الداخل أو من الخارج.



- **زاوية مفصل الورك:** هي الزاوية المحصورة بين خط الجذع (من نقطة مفصل الكتف الى نقطة مفصل الورك) وخط الفخذ (اليمين، اليسار) (من نقطة مفصل الورك الى نقطة مفصل الركبة)، إذ يمكن قياس هذه الزاوية مرة مع فخذ اليمين ومرة مع فخذ اليسار في حالة وجود (فتح جانبي للرجلين) ويمكن قياسها من الداخل او من الخارج.

- **زاوية مفصل الركبة:** هي الزاوية المحصورة بين خط الفخذ (من نقطة مفصل الورك الى نقطة مفصل الركبة) وخط الساق (من نقطة مفصل الركبة الى نقطة مفصل الكاحل) وتقاس فقط من الداخل لأنها زاوية مغلقة.

ـ **زاوية مفصل الكاحل:** هي الزاوية المحصورة بين خط الساق (من نقطة مفصل الركبة الى نقطة مفصل الكاحل) وخط القدم (من نقطة مفصل الكاحل الى نقطة منتصف القدم) وتقاس من الداخل لأنها زاوية مغلقة.

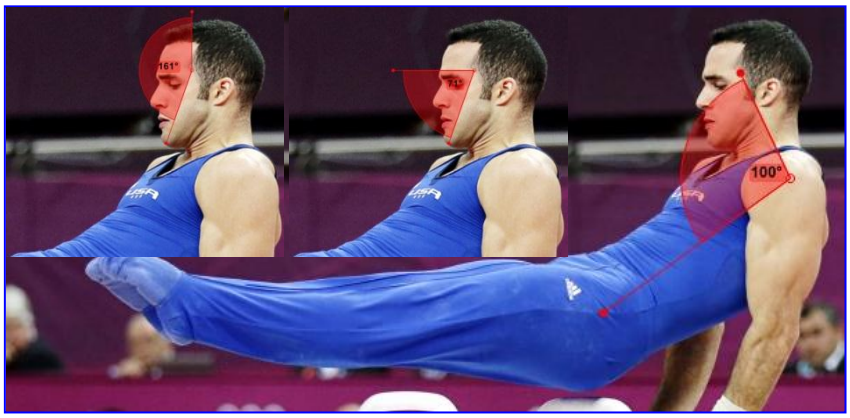


ب- **<u>زوايا الميل:</u>** تعتمد كل زوايا الميل في قياسها على خطين الاول هو خط الميل والاخر اما ان يكون عمودي او افقي اي ان قراءة زوايا الميل اما ان تكون مع الخط العمودي او مع الخط الافقي إذ يتم تحديد ذلك وفق مسار المهارة المراد قياس زوايا الميل فيها خلال الأداء فيجب ان تكون القراءات موحدة اي لا يجوز القراءة مرة مع الخط العمودي ومرة مع الخط الافقي في نفس المهارة المراد تحليلها ومعرفة زوايا الميل فيها وايضا يجب ان تستمر القراءة من جهة واحدة، وكل ذلك يعود الى اسباب احصائية عند جمع القيم ومعالجتها لكي لا تحصل اي أخطاء في تفسير القيم. وفيما يلي نستعرض لكم اهم زوايا الميل التي نستطيع قياسها:

ـ **زاوية ميل الجسم:** هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل من نقطة منتصف القدم الى نقطة مركز ثقل الجسم مع الخط العمودي او الافقي.

ـ زاوية ميل الجذع: هي الزاوية المحصورة بين خط الجذع (من نقطة مفصل الكتف الى نقطة مفصل الورك) مع الخط العمودي او الافقي. وممكن قياس زاوية الميل لأي جزء من أجزاء الجسم بنفس الطريقة.

- زاوية الرأس (ميل الرأس): هناك طريقتين لقياس هذه الزاوية الاولى بالاعتماد على خط الرقبة (من نقطة الصدغية الى نقطة مفصل الكتف) وخط الجذع (من نقطة مفصل الكتف الى نقطة مفصل الورك) والثانية تتم من خلال رسم خط يوصل الصدغية الى أسفل الحنك وتقاس هذه الزاوية بدلالة هذا الخط اما مع الخط العمودي او مع الخط الافقي.



ج- **<u>زاوية الاقتراب:</u>** وتسمى ايضا بزاوية الهبوط او الاستعداد كونها تحدث في اول مرحلة من مراحل النهوض وعند اول مس للأرض لقدم النهوض، وهي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل من نقطة اتصال القدم بالأرض الى نقطة مركز ثقل الجسم مع الخط الافقي، وتقاس من الخلف.

د- **<u>زاوية النهوض:</u>** وتسمى ايضا بزاوية الدفع او الارتقاء كونها تحدث في اخر مرحلة من مراحل النهوض وعند اخر مس للأرض لقدم النهوض، وهي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل من نقطة اتصال القدم بالأرض الى نقطة مركز ثقل الجسم مع الخط الافقي، وتقاس من الأمام.

هـ- **<u>زاوية الانطلاق:</u>** وتسمى ايضا بزاوية الطيران وتحدث بعد مغادرة الجسم الأرض، وهي الزاوية المحصورة بين الخط الافقي مع الخط الواصل بين نقطتين لمركز ثقل الجسم الاولى (عند اخر لحظة مس للجسم مع الأرض) والثانية (بعد ترك الجسم الأرض مباشرتاً) وتقاس من الأمام.

و- **<u>زاوية الانتقال:</u>** لكل دوران هناك زاوية انتقال زاوي سواء كان للجسم او لجزء منه حول محور اما ان يكون خارج الجسم او داخله هذا بالنسبة الى دوران الجسم اما بالنسبة لأجزاء الجسم فالمحور يتمثل بالمفصل. لذا فزاوية الانتقال هي الزاوية المحصورة بين خطين ينتميان لنفس المحور وهذان الخطين يمثلان الجسم او الجزء، فالخط الاول هو الوضع قبل البدء بالدوران والخط الثاني هو الوضع بعد الانتقال والدوران.

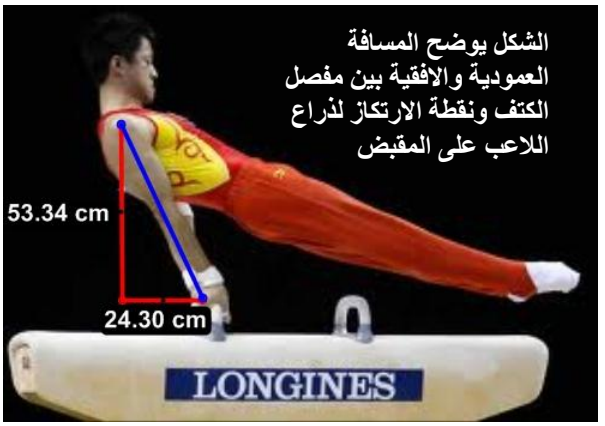
٢. **متغيرات المسافة:** وحدات القياس لها هي (ملمتر، سنتمتر، متر) وطريقة القياس اما عن طريق مباشر من خلال شريط قياس او جهاز مخصص لذلك، او عن طريق غير مباشر مثل التصوير ومن ثم استخراج المسافة المقطوعة. وفيما يأتي نتعرف على اهم متغيرات المسافة (المصطلحات العلمية لها):

a. <u>المسافة المقطوعة</u>: وهي المسافة الحقيقية لمسار جسم معين من نقطة الى نقطة اخرى محددة.

b. <u>الازاحة</u>: وهي مسافة الخط المستقيم الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية لحركة اي جسم او جزء منه.

c. الارتفاع: وهي المسافة العمودية المحصورة بين موقع الجسم او جزء منه في الهواء عن الأرض.

d. البعد (عمودي، أفقي): وهي المسافة المحصورة بين نقطتين محددتين مختلفتي الارتفاع (ليستا على مستوى واحد) يراد منها معرفة البعد العمودي والبعد الافقي بينهما.



٣. **متغيرات الزمن:** الزمن يقاس لجزء من مهارة او للمهارة بشكلها الكامل ويتم عن طريق برنامج معد لقياس الزمن او من خلال هذا القانون:

زمن المهارة = عدد الصور للمهارة/ سرعة الكاميرا

وهناك طريقة ثانية لمعرفة زمن المهارة أو جزء منها وهي من خلال معرفة الزمن لكل صورة عن طريق قسمة العدد (١) على سرعة الة التصوير فاذا كانت سرعة الة التصوير مثلا (٥٠ صورة/ثانية) فأن زمن الصورة الواحدة يكون (٠،٠٢ ثانية)، ومن خلال معرفة زمن الصورة الواحدة يمكن معرفة الزمن فمثلا عندما يراد تحليل مرحلة النهوض في الوثب الطويل وكانت سرعة الة التصوير المستخدمة (٥٠ صورة/ثانية) يتم حساب عدد الصور التي تستغرقها مرحلة النهوض ولتكن (٨ صور) فان:

زمن مرحلة النهوض= عدد الصور × زمن الصورة الواحدة

٨ × ٠،٠٢ = ٠،١٦ ثانية

٤. **متغيرات السرعة:** يمكن قياس السرعة سواء كانت خطية او زاوية للجسم او احد أجزاءه، كذلك هو الحال للأدوات والكرات المستخدمة في الأداء مثل (الثقل والرمح في العاب الساحة والميدان، وكرة الطائرة والسلة في الالعاب الفرقية، وكرة التنس والريشة في الالعاب الفردية) وكل ذلك مرتبط بالقانون الخاص بالسرعة المطلوبة فإذا كانت سرعة خطية فالقانون هو (س= م/ن) وعن طريق استخراج مسافة الانتقال وزمنها يتم استخراج السرعة الخطية.

أما اذا كان المطلوب سرعة زاوية فالقانون هو (س ز= ز/ن) فمن خلال استخراج زاوية الانتقال وزمنه يتم استخراج السرعة الزاوية.

ولنأخذ مثالا على ذلك فاذا ما اردنا حساب السرعة الخطية للاعب خلال انتقاله لمرحلة النهوض (من اول مس الى اخر مس) في الوثب الطويل إذ كانت سرعة الكاميرا ١٢٠صورة/ثانية ومقياس الرسم (١٠٠سم) في الحقيقة يعادل (٥سم) في الصورة وعند التحليل كانت المسافة التي يقطعها الجسم خلال مرحلة النهوض هي (٤سم) في الصورة وزمنها يستغرق ١٢ صور.

الحل: المسافة = (١٠٠÷٥) × ٤= ٨٠ سم مسافة انتقاله لمرحلة النهوض

الزمن = ١٢ ÷ ١٢٠ = ٠,١ ثانية

اذن... السرعة = م/ن = ٨٠ ÷ ٠,١ = ٨٠٠ سم/ثا أي ٨ م/ثا.