الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة زيان عاشور الجلفة

معهد علوم و تقنيات النشاطات البدنية والرياضية

مطبوعة:

العنوان: علم الحركة

محاضرات

ميدان: علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

الوحدة: أساسية.

المستوي: ليسانس(السنة الثانية).

السداسي: الثالث

الحجم الساعي الأسبوعي: 2 سا و15 د

محاضرة

اسم ولقب الأستاذ: علي خينش رتبة: أستاذ محاضر" أ "

السنة الجامعية: 2018/2017

محتويات المقياس

المحاضرة الأولى

- تمهيد
- دراسة بغض العلماء القدماء في العصر الحديث لعلم الحركة

المحاضرة الثانية

1. مفهوم وتعريف علم الحركة

1.1مفهوم علو الحركة

2.1تعريف علم الحركة

2. أهمية دراسة علم الحركة

3. مجالات علم الحركة

1.3 مجالات دراسة الحركة الرياضية

2.3 المجال الطبي (التأهيل الحركي)

3.3 مجال الصناعة والإنتاج

4.3 مجال التطوير الحركي للإنسان

5.3 مجال الحركة في الفراغ

6.3 مجال التعلم الحركي

جامعة الجلفة * المجلس العلمي * معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

المحاضرة الثالثة قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي)

مقدمة

1 –مفهوم قانون نيوتن الأول

2 –شرح القانون

3 –أهمية القانون الأول لنيوتن

المحاضرة الرابعة عزم القصور الذاتي لجسم – مستويات ومحاور الحركة

1. مستويات ومحاور الحركة
2. عزم القصور الذاتي لجسم الإنسان

1.2 شرح قانون القصور الذاتي

3. الأسس المتعلقة بقانون القصور الذاتي
4. الخلاصة.

المحاضرة الخامسة القانون الثاني لنيوتن للحركة " قانون التسارع "

1. مفهوم القانون الثاني لنيوتن
2. شرح القانون الثاني لنيوتن
3. مبادئ القانون الثاني لنيوتن في المجال الرياضي
4. الأسس المتعلقة بقانون التسارع

5. تطبيقات على القانون الثاني في المجال الرياضي

المحاضرة السادسة **القانون الثالث لنيوتن للحركة " لكل فعل رد فعل "**

1. مفهوم القانون الثالث لنيوتن
2. شرح القانون
3. الأسس المتعلق بالقانون الثالث لنيوتن
4. تطبيقات على بالقانون الثالث لنيوتن في المجال الرياضي
5. الخلاصة

المحاضرة السابعة **البناء الحركي**

1. البناء الحركي "مراحل الحركة أو التركيب الزماني و المكاني "
2. مفهوم الحركة الرياضية
3. مراحل الحركة الرياضية (البناء الحركي)

جامعة الجلفة
المجلس العلمي
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

المحاضرة الثامنة **الإيقاع الحركي**

1. مفهوم الإيقاع
2. مجالات الايقاع
3. أهمية إيقاع الحركة

المحاضرة التاسعة **النقل و الانسياب الحركي**

1. مفهوم النقل الحركي
2. أنواع النقل الحركي
3. اتجاه النقل الحركي

انسيابية الحركة

1. مفهوم انسيابية الحكة
2. تقويم انسيابية الحركة

المحاضرة العاشرة **التوقع الحركي – الامتصاص وجمال الحركة**

- الامتصاص الحركي

1. مفهوم الامتصاص الحركي
2. تعريف الامتصاص الحركي
3. فوائد امتصاص الحركة
4. تطور القدرة على امتصاص الحركة

- جمال الحركة

1. مفهوم جمال الحركة

المحاضرة الحادي عشر الخصائص المؤثرة على حركة الإنسان

1. الخصائص المؤثرة على حركة الإنسان
   1.1الخصائص التشريحية
   2.1الخصائص الميكانيكية
   3.1الخصائص الفسيولوجية

المحاضرة الثانية عشر الروافع – مركز ثقل الإنسان

1. الروافع
   1.1أنواع الروافع في جسم الإنسان
   2.1طرق تحديد مركز ثقل جسم الإنسان
      1.2.1 الطريقة مباشرة
      2.2.1 الطريقة غير المباشرة
2. شرح عملية تحديد مركز ثقل جسم الإنسان

المحاضرة الثالثة عشر تقسيم الحركة

1. تقسيم الحركة من حيث المسار الزمني
2. تقسيم الحركة من حيث المسار الهندسي
3. تصنيف المهارات من حيث طبيعة الأداء
4. تصنيف المهارات الحركية من حيث خصائص الحركة
5. تقسيم الحركات وفقاً للأسس الفسيولوجية

جامعة الجلفة
المجلس العلمي
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية

ملخص:

الغرض من دراسة علم الحركة هو تحسين وتطوير الأداء الفني الحركي من خلاله الوصول إلى أفضل المهارات والتقنيات الجيدة لذا فإن علم الحركة له ما يميزه من أهداف وأهمية لدى الأساتذة التربية البدنية والرياضية خصوصا وللمدربين عموماً حيث يعتمد فهم كل منهما على مدى استيعابهما وفهمهما للحركات المختلفة وتحليلها تحليلاً جيدًا صحيحاً بُغيت الوصول بالتلميذ واللاعب إلى مستوى أمثل وجيد في المهارة و الأداء الفني الحركي المنسق بأسس تقنية وعلمية ،حيث تكْمن أهمية دراسة علم الحركة بالفهم الصحيح للحركة بالوسائل والمبادئ العلمية و الإجابة على التساؤل حول البحث عن الأداء النموذجي لإيصاله للتلميذ في أقصر مدة ممكنة و جهد أقل (الاقتصاد في الجهد) من حيث مراحل الحركة مسارات الحركة التوقع الحركي ...الخ

كما تساعد دراسة علم الحركة التقليل من الإصابات وذلك من خلال التدريبات وتوجيهات بُغيت الوصول إلى الحركة السليمة والصحيحة والإبتعاد عن الحركات الزائدة والمفرطة عن طريق الفهم الصحيح للتدريب والمعرفة الصحيحة للأداء الحركي وكذا يساعد علم الحركة على توضيح وفهم الترابط بين الحركات والمواقف المتشابهة كنماذج للحركة في ألعاب أخرى متشابهة من حيث التقنيات في حد ذاتها كما الحال في القفز الطويل والقفز للتسديد في كرة اليد أو السلة أو السحق في كرة الطائرة ...الخ .

و أيضا يساعد على فهم التمرينات بكافة أنواعها مما يؤدي إلى ضرورة دراسته في مجال العلاج الطبيعي و استحداث اختبارات موضوعية لقياس وتقييم الأداء الحركية في مختلف الأنشطة الرياضية .

مقدمة:

علم الحركة هو علم يهتم بدراسة حركة الإنسان ومحاولة تحسين أدائه بشكل الأمثل عموما وتحسين أداء الرياضي خاصة وهو علم يعتمد على العديد من العلوم منها علم **التشريح و البيوميكانيك وعلم وظائف الأعضاء ...الخ** كما يبحث في ماله تأثير على الأداء سلبي أو ايجابي سواء كان ميكانيكيا أو فسيولوجيا أو نفسيا أو تشريحيا وكذالك يهتم بدراسة التطورات الحركي لاسيما منها الحركات التي يسعى اللاعب لتحقيق نتائج قياسية التي من شأنها تساهم في رفع مستوى التدريبات ، كما أن علم الحركة يساعد على تحسين الأداء الحركي و المهاري لا سيما للمعاق و المصاب بعد المنافسات الرياضية لإعادة تأهيله حركيا وإيجاد الحلول السليمة والناجعة لحركته من خلال دراسات وأبحاث وتجارب حركية من شانها تحقيق الراحة وحسن الأداء والكفاءة الحركية كما ورد في بعض المراجع العلمية في تعريف علم الحركة على اعتبار تطبيق القوانين علم الحركة على حركة جسم الإنسان "إن علم الحركة هو ميدان دراسة القوانين والمبادئ المتعلقة بحركة جسم الإنسان بهدف الوصول إلى الكفاءة الحركية" كما يراها **مايئيل** "بأنه علم يبحث في المظهر الخارجي لسير الحركة" وهذا دون التطرق إلى المسببات والقوى الخارجية والداخلية .

وبهذا فان علم الحركة هو علم يهتم بدراسة الحركات التي تقوم بها للإنسان بغرض الوصول إلى أحسن وأفضل أداء حركي والبلوغ إلى أعلى المستويات في حدود الطاقة البشرية.

المحاضرة الأولى : مدخل لعلم الحركة

تمهيد:

كانت **الحركة** هي وسيلة الإنسان الأول في التعبير عن نفسه ، حيث استخدمت الحركة في المجتمع البدائي كلغة ينقل بها الفرد أحاسيسه وأفكاره للآخرين ، ويظهر هذا في رقصات القدماء حول النار كأسلوب لإعلان الولاء والخضوع للآلة ، أو في رقصات الحرب عند الشعور بالخطر ، أو في الرقصات التي تؤدي عند مراسيم الزواج كإعلان للفرح والسرور.

وتقدم الإنسان وتطورت الحركة وظهرت الحركات المدروسة ومنها الحركات الرياضية ، والحركات البهلوانية والتحرك بمصاحبة الإيقاع الموسيقي مثل الرقص وغيرها من الحركات الموسيقية.

ونظراً لصعوبة تعلم هذه الحركات ظهرت حاجة الإنسان إلى دراسة الحركة وتقنينها بهدف التوصل إلى الأسلوب الأمثل في تعلمها،حيث لقيت حركة الإنسان وما حولها من دراسات باهتمام المفكرين على مر العصور، ومن بين هذه الدراسات في العصور القديمة و المتمثلة في رسوم وتماثيل القدماء المصريين تدل على أنهم كانوا يهتمون اهتماماً بالغاً بدراسة الشكل الخارجي لحركات الإنسان فقط اهتموا بتسجيل أوضاع الجسم وطريقة تحرك الأطراف ، وإظهار المدى الحركي لكل مفاصل الجسم أثناء أداء بعض الحركات الرياضية في بعض الرقصات .

و يعتبر علم الحركة أحد علوم التربية البدنية والرياضية الهامة والتي احتلت وضعاً مميزاً في الآونة الأخيرة في مجال التعلم والتطور والتقويم الميكانيكي للحركات والمهارات الرياضية المختلفة ، ويرجع الفضل في ظهور هذا العلم ومدى تطبيقه في المجالات الحياتية المختلفة وخصوصاً المجال الرياضي .. إلى ما خلفه السابقون من تراث ونقوش وتماثيل تعبيرية كالحركات الرياضية المختلفة الموجودة على بعض جدران المعابد والقائمة حتى يومنا هذا ، حيث نجدها واضحة على معابد "بني حسن" وذلك بصعيد مصر والتماثيل التعبيرية المختلفة "بوادي الرافدين" بالعراق ، أو ما هو موجود بالقرى الأوليمبية باليونان ..... إلخ ، من تلك النقوش والتماثيل والحركات المختلفة والتي مكنت المبدعين والعلماء والباحثين على الدراسة والتنقيب في إمكانية تعلم تلك الحركات وتحليلها وتطويرها.(**محمد محمد عبد العزيز ضيف: 2009**)

دراسة بعض العلماء القدماء وفي العصر الحديث لعلم الحركة:

* **ولقد ذكرت كتب التاريخ أن الفيلسوف اليوناني أرسطو طاليس** (**385 – 322 ق.م**) هو أول من اهتم بدراسة الحركة البشرية في التاريخ القديم المسجل ، فهو يعتبر الرائد الأول لعلم الحركة ، فقد تكلم عن **مركز ثقل جسم الإنسان**. وعن **الروافع** وأثرها على حركة الأجسام. أول من أشار إلى هذا العلم وأثراهما على حركة الأجسام وشرح اثر حركة الذراعين على سرعة العدو، وكان أرسطو أول من وصف حركة المشي عند الإنسان على أنها: "تحويل الحركة الدائرية الناتجة من المفاصل إلى حركة انتقالية لمركز الثقل ، ولقد كان تحليل أرسطو لحركة المشي هو أول تحليل هندسي لحركة الإنسان في التاريخ".

أما أرشميدس Archimedes (**287 – 212 ق.م**) وهو عالم يوناني توصل إلى قانون الطفو ومازال هذا القانون ذات أهمية قصوى لعلم الحركة في مجال السباحة.

ثم أحيا دراسة حركة الإنسان من جديد العالم الإيطالي ليوناردو دافينشي (**1452 – 1519م**) أثر في تطوير العلم حيث اهتم بدراسة حركة الإنسان وتركيب جثة وأوضح إن جسم الإنسان يخضع إلى قوانين الميكانيكا ووضح وصف ميكانيكا لجسم الإنسان في عدة أوضاع باستخدام النماذج.

ويعتبر جاليليو Galileo (**1564 – 1643م**) من العلماء الذين استفاد من أبحاثهم علم الحركة كثيراً ، فقد أفاد منهجه في استخدام الرياضيات في حل المشكلات العملية أثره الواضح على علم الحركة ، كما كانت أبحاثه"علاقة الجاذبية الأرضية بالأجسام الساقطة ، وعلاقة الزمن بالمسافة والسرعة" دعائم قوية في دراسة حركة الإنسان بعد ذلك. **(هيئة التدريس بالكلية (الفرقة الأولى):2005 ، ص 2)**

تابع الفونس بورويلي (**1608 – 1679م**) وهو تلميذ جاليليو أبحاث أستاذه ونشر أول كتاب في الميكانيكا الحيوية هو "الحركة عند الحيوان" وقد استخدم التمرينات الرياضية لعلاج بعض التشوهات وهو أول من حدد عن طريق التجربة العلمية موضع مركز ثقل جسم الإنسان.

ثم جاء العالم إسحاق نيوتن (**1642 – 1727م**) الذي كان له الفضل في وضع قواعد وأسس الميكانيكا التي استند عليها علم الحركة وعلم الميكانيكا الحيوية.

وفي عام (**1741م**) **نشر العالم نقولا اندريا** كتابه عن القوام المعتدل للطفل وكان لظهور التصوير أثره الفعال في دراسة الحركة البشرية ، وكانت أول محاولة لتصوير الحركة هي التجربة التي قام بها حاكم كاليفورنيا حين حاول تصوير جياده وهي تمشي وتقفز.

وقد قام بالتجربة المصور أدور مايبردج وتتلخص طريقته في انه وضع أربعة وعشرون كاميرا تعمل متتابعة وتسجل (حركة حصان يجري) وهي الحركة المراد دراستها فتم تصوير أربعة وعشرون صورة متتابعة وعند عرض الصور متتابعة يظهر لنا مسار الحركة ، وكانت هذه التجربة هي أول تجارب التحليل الحركي عن طريق الصور ونجح ميبردج في تصوير بعض الرياضيين بنفس الطريقة.

أما توماس أديسون فقد كان له الفضل في تطوير آلات التصوير السينمائي وآلات العرض. وبظهور التصوير السينمائي فتح الباب على مصراعيه أمام التحليل الحركي ودراسة حركة الإنسان.

واستغل ماري Mart (1880م) هذا التقدم في تصوير بعض الحركات الرياضية ، وهو أول من وضع أسلوب التصوير المتتابع على كدر واحد ، هذا وقد تمكن باستخدام هذه الطريقة من تصوير أجزاء الحركة متتابعة خلال وحدات زمنية متساوية وبالتالي تمكن من إيجاد خط سير الحركة وخطوط سير أجزاء الجسم أثناء الأداء الحركي.

واستطاع العالمان الألمانيان براون وفشر وعن طريق تجربة ماري من إيجاد العلاقات الكينماتيكية للحركة الرياضية. كما استطاعا إيجاد مركز ثقل جسم الإنسان عن طريق تجربتهما الشهيرة بإيجاد الوزن النسبي لكل عضو من أعضاء الجسم ، وخرج من تجربتهما على الجثث بجدوليهما الشهير ، الذي يحدد الوزن النسبي لأجزاء الجسم بالنسبة للرجال والسيدات واعتماداً على إيجاد مركز ثقل الجسم في الأوضاع المختلفة تمكنا من استخراج مسار مركز الثقل وبالتالي إيجاد منحنى السرعة / زمن ، ومنه حددا منحنى التسارع ، باستخدام قانون الميكانيكا:

القوة = الكتلة × التسارع..... تمكنا من إيجاد منحنى التوزيع الزمني للقوة.

وتابع السوفيتي برنشتاين أبحاث العالمان الألمانيان وأكمل طريقة التصوير المتتابع ، وأتبع أسلوب أسهل وأدق في تحديد منحنى **المسافة / زمن**.

وتتابعت الدراسات والأبحاث العلمية في النصف الأخير من القرن العشرين حيث ظهرت أهمية دراسة الحركات الرياضية حين اشتدت المنافسة بين الدول في الدورات الأولمبية والمقابلات الدولية.

وما زال العلم يأتينا كل يوم بجديد في مجالات علم الحركة والميكانيكا الحيوية ، ولما كان علم الحركة والميكانيكا الحيوية مرتبطان ارتباطاً وثيقاً بالعلوم الأخرى مثل الفسيولوجي وعلم النفس وتكنولوجيا الآلة ، فإن أي تقدم في هذه العلوم يعني تقدماً في أسلوب دراسة علم الحركة والميكانيكا الحيوية فعلم الحركة والميكانيكا والباحثون عن أسلوب الأداء الأمثل في مجال التربية الرياضية حريصون دائماً على مسيرة الانفجار المعرفي في العلوم الأخرى بهدف الوقوف على معرفة الأسلوب الأمثل للأداء الحركي الذي يبني عليه التخطيط وتطوير طرق التدريس والتدريب.

وفي بداية الأربعينات نشط الباحثون الأمريكان في مجال علوم الحركة أمثال فلتن "Futlon" سنة 1942 ، اسبينشاد "Espenschad" سنة 1947 ، ثم لاتشوف "Latchaw " سنة 1954 ، وتومسون "Thompson" سنة 1959 ، و كوفيل "Cowell" سنة 1961 ، وذلك في الخمسينات والستينات ، حيث ربطوا علم الحركة ببعض العلوم الأخرى.

وفي بداية الخمسينات وحتى نهاية الستينات من القرن العشرين قام ماينل "Meinel" رائد علم الحركة في أكاديمية الثقافة الرياضية بمدينة لايبزج بألمانيا الديمقراطية حين ذاك بدراساته وأبحاثه في مجال علم الحركة بمساعدة كل من شنابل "Shnabel" وكلر "Keller" وأصدر كتابه المعروف نظريات الحركة والذي يعتبر مرجعاً من المراجع الهامة في علم الحركة بصورته الجديدة.

ويقول ماينل بأن ما وصلنا إليه ما هو إلا بداية تحتاج إلى مواصلة جادة من العمل المضني والمستمر لفترة طويلة لوضع الحل الأمثل للمصاعب والمشاكل الحركية المتعددة ، وهذا لا يتأتى من فراغ ، بل بمساهمة وشحذ همم كل العاملين التربويين في البحث والتنقيب فيما يهم علوم الحركة ، حيث ارتباطها بالعلوم الأخرى ونخص العلوم التربوية أساساً.

وينظر ماينل للحركات الرياضية عامة على أنها ظواهر متجانسة ومتكاملة لأقسام الحركة المترابطة وهي ليست بيوميكانيكية فقط ، بل إنها أشكال إيجابية حركية لتفاعل الإنسان مع المحيط المتعايش معه ، وأن صورها وأشكالها تكون متعددة وتحتاج غلى ملاحظة دقيقة ومتعددة الجوانب من أجل استيعابها.

وبذلك أخذ ماينل اتجاهاً جديداً بوضع نظريات للحركة ، حيث اعتمادها على العلوم التربوية من ناحية ، والتقويم الذاتي والموضوعي للمحلل والباحث الرياضي من ناحية أخرى مبتعداً عن التحليل الكينماتوجرافي للحركة..

إن قيمة دراسة علم الحركة التربوي يظهر من خلال ، ظهور قيمة المحلل الرياضي وقدراته الذاتية والتي تمكنه من الارتقاء بها إلى الموضوعية للإبداع والابتكار ، وذلك عند تحليله للحركات عامة والرياضية بنوع خاص ، بذلك وجد ماينل منفذاً بسيطاً وطريقاً سهلاً ممهداً لتحليل المهارات الرياضية المتقدمة أو الجماعية والتي لا يمكن للتحليل الكينماتوجرافي حلها ببساطة وسهولة.

فعند مشاهدة عرض رياضي كبير أو لوحة فنية رياضية راقصة أو فريق لكرة القدم أو السلة، بذلك يمكن للمحلل الرياضي الفاهم والواعي والدارس تقويم تلك المهارات والحركات بوضع الأسس التقويمية للحركة: الوزن، الانتقال، السريان، الإيقاع الحركي....الخ. حيث يصعب تحليلها وتقويمها كينماتوجرافيا.

وهنا يظهر ماينل دور وأهمية المحلل والمقوم الرياضي وقدرته وملكاته على التصرف الصحيح في التحليل والتقويم الموتوري (الحركي).

إننا لا ننكر أهمية التحليل الكينماتوجرافي أو نقلل من قيمته ، بل علينا أيضاً أن نعضد ونظهر أهمية التحليل الوصفي التربوي والذي يعتمد على قدرات الإنسان في الإبداع والابتكار ، حتى تنمو وتتطور مواهبه فلا تضيع فرصة لإمكانية ظهور تلك المواهب.

بذلك ومما تقدم نكون قد فتحنا باباً جديداً من الأبواب المغلقة في هذا المجال فمثلاً عند تقويم لاعبي الجمباز أو التمرينات الحديثة في المباريات المختلفة لا يمكن إنجازه بالتحليل الكينماتوجرافي الآلي ، بل تعتمد وقتياً على تقويم الخبراء ودراياتهم ودراساتهم وتحليلاتهم لأجزاء الحركة مما يظهر إبداعاتهم الشخصية عندما ينطقون ويسجلون درجات اللاعبين على اللوحة الخاصة بالتقويم ، فلو لجأنا إلى التقويم الكينماتوجرافي لأخذنا وقتاً طويلاً حتى تظهر النتيجة وهذا ما توصل إليه ماينل.

وبنظرة تأملية لما سبق نجد أن علم الحركة ارتبط يوماً بالميكانيكا وسمي باسم " **علم الحركة الميكانيكي** " أو "**البيوميكانيك**" ، وقد ارتبط ببعض العلوم الطبية وسمى باسم "علم الحركة الوظيفي" حتى ظهر ماينل فقد نحى بعلم الحركة نحواً آخر وكما تكلمنا حيث قال: إن نظرة العلوم الطبيعية للحركات الرياضية تقتصر على مدى تطبيق القوانين الفيزيائية والفسيولوجية والتي هي مهمة جداً ولكنها تحتاج إلى مراجعة متأنية وأن توضع في قالب آخر إذا أردنا أن نستفيد من تلك المعلومات في مجالاتنا للمظهر الخارجي للحركة ، آخذين في الاعتبار تأثير النواحي التاريخية والاجتماعية والفسيولوجية والتربوية في سير وشكل الحركات والمهارات الرياضية.

المحاضرة الثانية: المفاهيم العامة لعلم الحركة ومجالات وأهمية دراسته

01 – مفهوم وتعريف علم الحركة

1-1 مفهوم علم الحركة

علم الحركة هو دراسة الحركة الإنسانية من وجهة نظر العلوم الطبيعية، فدراسة حركة جسم الإنسان تعتمد على ثلاث ميادين دراسية هي **علم الميكانيكا وعلم التشريح وعلم وظائف الأعضاء** . ومعظم الدراسات الخاصة بعلم الحركة تعتمد أساساً على علميّ **الميكانيكا والتشريح** بجانب دراسات منفصلة عن فسيولوجية عمل العضلات والتي تغطّي جزءً كبير من الجانب الثالث إلا وهو **علم وظائف الأعضاء** حيث أن هناك مفاهيم فسيولوجية معينة لا يمكن تجاهلها عند تدريس مادة علم الحركة.

ففي الماضي عندما كانت أنشطة التربية البدنية و الرياضية بسيطة ولا تشتمل على المهارات الحركية المعقدة ، كانت محتويات المنهج الدراسي لمادة علم الحركة تعتمد أساساً على **التشريح الوظيفي** و بالتدريج وما إن تعقدت المهارات الحركية وأشتمل منهاج التربية البدنية و الرياضية على المهارات التي تتطلب توافق عضلي وعصبي ودرجه عالية من التحكم والاتزان ظهرت الحاجة إلى دراسة **الأسس الميكانيكية** التي تطبق على التكنيك الرياضي للوصول بالأداء لأعلى مستوى ممكن.

و الأُسس الميكانيكية لا تطبق فقط على حركة جسم الإنسان بل تطبّق كذلك على حركة **الأداء** المستخدمة مثل **الكرة والمضرب، والرمح، والجلة، والقرص** إلى آخر الأدوات التي تستخدم في الأغراض الرياضية.

2-1 تعريف علم الحركة:

وردت عدة تعريفات لعلم الحركة نذكر منها (**محمد محمد عبد العزيز ضيف : 2009**).

"**علم الحركة هو ميدان دراسة القوانين والمبادئ المتعلقة بحركة جسم الإنسان بهدف الوصول إلى الكفاءة الحركية**".

"**علم الحركة هو العلم الذي يبحث في الشكل أو التكوين المورفولوجي للحركة**".

وعرفه كورت ماينيل بأنه:

"**العلم الذي يبحث في المظهر الخارجي لسير الحركة**".

ويعرفه حامد عبد الخالق بأنه:

"هو العلم الذي يقوم بدراسة الأداء الحركي للإنسان بغرض الوصول بالأداء إلى أعلى مستوى تسمح به إمكانات وطاقات البشر".

باور "Bawer" يعرفه باور: **"بأنه ميدان دراسة القوانين والمبادئ المتعلقة بحركة الإنسان بهدف الوصول إلى الكفاية الحركية".**

و مما تقدم عرضه من تعريفات سواء لعلم الحركة أو نظريات الحركة يمكن تعريف علم الحركة وكما يلي:

"هو العلم الذي يبحث في شكل وأداء وانتقال وتعلم وجمال حركات الإنسان المختلفة ".

02 – أهمية دراسة علم الحركة: (محمد محمد عبد العزيز ضيف : 2009)

دراسة علم الحركة ضروري لأساتذة التربية البدنية ولا يمكن الاستغناء عنه ، فهو جزء رئيسي لتنمية خبراتهم التعليمية ويتضح كذلك أهمية دراسته للرياضيين لما له من أثر مباشر على الارتفاع بمستوى الأداء.

ونلاحظ أنه كلما زاد الصراع في المقابلات والمنافسات الدولية في المجال الرياضي كلما اندفع الباحثون نحو دراسات أعمق للحركة الرياضية لتحديد العوامل التي تؤثر على مستوى أداء الفرد.

النقاط التالية توضح أهمية دراسة علم الحركة :

أ -يساعد الفرد على إتقان الأداء الحركي والوصول بالحركة للمستوى المطلوب بكفاءة وكفاية.

ب -يساعد الفرد على تفهم الحركات التي يقوم بها مما يساعده على أدائها بطريقة سليمة وكذا تجنبه الحوادث والأخطار.

ج يساعد الفرد على الإحساس بالقوام المعتدل وحسن استخدام أطراف الجسم وأجزائه المختلفة.

د -يوفر للفرد القدرة على تقويم الحركات من حيث تأثيرها على التكوين البدني وكذا معرفة الأخطاء وسببها.

هـ يساعد الرياضي في الوصول إلى مستوى البطولة إذا توفرت لديه الإمكانات وذلك بتطبيق المبادئ والقوانين الميكانيكية والحركية في التدريب.

و -يوفر للفرد القدرة على تحليل الحركات المختلفة.

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

ح يساعد المعلم على وضع البرنامج المناسب تبعاً للسن والجنس والحالة الصحية، كذا وضع برنامج للمعاقين.

03 – مجالات علم الحركة :

تخضع جميع حركات الأجسام المادية بلا استثناء بما فيها الإنسان والحيوان لقوانين الميكانيكا وهذا العلم لا يبحث في حركات الإنسان الرياضية من الناحية الميكانيكية فقط، بل يجب أن يشترك علم التشريح والفسيولوجي والبيولوجي مع علم الحركة والميكانيكا الحيوية جنباً إلى جنب ويمكن عن طريق هذا العلم أيضاً معرفة نتيجة الحركة وحصيلتها وكذا التنبؤ من ظروفها المختلفة إذا توافرت المعرفة الدقيقة والدراسة العميقة لقواعد الحركات ومن ذلك يمكن استكشاف الأخطاء في سير الحركة وتلافى أسبابها مما يحقق التوافق في سير الحركة والوصول بها إلى الهدف المنشود على أكمل وجه، وهنا نجد أن علم الحركة والميكانيكا الحيوية يتسعا ليشملا جميع المجالات الرياضية وجميع الحركات والميكانيكا الحيوية يتسعا ليشملا جميع المجالات الرياضية وجميع الحركات الرياضية وفيما يلي نتعرض لبعض المجالات التي يهتم بها هذان العلمان حيث أوضحنا مسبقاً إن هذان العلمان يطلقان عليهما علم الحياة حيث يوجد هذان العلمان أينما توجد الحياة إذن توجد الحركة إذن يوجد علم الحركة والميكانيكا الحيوية وأول هذه المجالات. (**محمد محمد عبد العزيز ضيف: 2009 ص 21**)

3–1– مجال دراسة الحركات الرياضية:

يهتم علم الحركة والميكانيكا الحيوية اهتماماً بالغاً بدراسة الحركات الرياضية، وزاد هذا الاهتمام حينما اشتد الصراع في المقابلات الدولية. وحينما تحول الصراع إلى استعراض للمستوى العلمي الذي وصلت إليه الدول المتنافسة في مجال الرياضة، ونلاحظ أنه كلما زاد الصراع بين الدول في المجال الرياضي كلما اندفع الباحثون نحو دراسات أعمق للحركة الرياضية لتقنين جميع العوامل التي تؤثر على مستوى أداء الفرد، وتأثير القوى المختلفة سواء كانت هذه القوى الداخلية أو الخارجية أو التأثير المتبادل بين القوى الداخلية والخارجية وتأثيرهما في دراسة الحركة الرياضية.

3–2– المجال الطبي (التأهيل المهني):

اتجه علم الحركة والميكانيكا الحيوية أخيراً إلى الميدان الطبي حيث ساهما في تشخيص بعض حالات الانحراف في القوام وتحديد الحركات السوية للإنسان وبالتالي معرفة نواحي القصور أو العجز كما ساهما في تحديد المهام الحركية

الواجب توافرها عند تصنيع الأطراف الصناعية كما تساعدا في تحليل حركات الخواص والمساعدة في وضع برامج لتأهيلهم والمشاركة في علاجهم.

3-3- مجال الصناعة والإنتاج:

تمشياً مع ظروف واحتياجات العصر الحديث فقد دخل علم الحركة والميكانيكا الحيوية ميدان الصناعة والإنتاج حيث اهتما بدراسة وتحليل الحركات المهنية وطبيعة حركة العامل ومدى توافقها مع طريقة تشغيل الآلة، ومحاولة إيجاد أعلى توافق بين حركة العمل وأسلوب تشغيل الآلة بهدف تحقيق أفضل مستوى لتشغيل الآلة بأقل جهد ممكن من العامل. (**عصام الدين متولي : 2011 ، ص2**)

3-4- مجال التطور الحركي للإنسان:

وفى هذا المجال يقوم علم الحركة والميكانيكا الحيوية بدراسة تطور حركة الإنسان منذ الولادة وحتى الشيخوخة أي دراسة المميزات الحركية لكل مرحلة سنية يمر بها الإنسان.

3-5- مجال الحركة في الفراغ:

مما لا شك فيه أن علماء الفراغ حين قرروا إرسال إنسان إلى الفراغ بعيداً عن الجاذبية الأرضية وعندما ففكروا في إنزال إنسان على سطح القمر لابد أنهم فكروا وقاموا بدراسة حركة الإنسان حين ينعدم الوزن أو حينما يسير على القمر وتبلغ جاذبيته ربع الجاذبية الأرضية ويساهم علم الحركة والميكانيكا في دراسة وتحليل حركة الإنسان في أي مكان وتحديد العوامل المؤثرة عليها سواء في الفراغ أو في أي مجال آخر. (**عصام ا لدين متولي : 2011 ، ص31**)

3-6- مجال التعلّم الحركي:

من المعروف أن الدراسات التي تهتم بطريقة تعلم المهارات الحركية هي مجال مشترك بين علم النفس وعلم الحركة هذه الدراسات تهتم بالعوامل التي تساعد على التعلم الحركي. كما تهتم بالمراحل التي يمر بها الفرد أثناء تعلمه للمهارات الحركية، وهدف هذه الدراسات هو إيجاد تصور صحيح لدى المعلمين والمدربين للمراحل التي يمر بها التلميذ أثناء تعلمه لأحدى المهارات الحركية وخصائص كل مرحلة وواجبات المعلم أثناء كل مرحلة. (**عصام الدين متولي : 2011 ، ص31،32**)

المحاضرة الثالثة: قـــــــــــــانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي)

مقدمة:

جمع العالم الإنجليزي إسحاق نيوتن (1642 م – 1727 م) المشاهدات الميكانيكية ونظمها وصاغها في ثلاثة قوانين أساسية تعتبر بحق أساس علم الديناميكا وهذه القوانين تسمي **قوانين نيوتن للحركة** أو(**مسلمات نيوتن**).

و عندما اكتشف نيوتن قانون الجذب العام استطاع أن يفسر به " حركة الأجرام السماوية " أي حركة الكواكب حول الشمس أو حول بعضها، واستطاع أن يفسر به كذلك " حركة الأجسام الأرضية "، أي حركة الأجسام علي سطح الأرض أو بالقرب منها.

ولذلك فقد اعتبر نيوتن هو مؤسس علم الميكانيكا الحديث ، بالرغم من أن أعمال بعض العلماء الذين سبقوه من أمثال : كوبرنيك وكبلر وجاليليو ، قد مهدت الطريق أمام نيوتن ليحقق ما حققه في هذا المضمار .

1- مفهوم قـــــــــــــانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي)

ويسمى قانون القصور الذاتي و ينص على : **"كل جسم يبقى على حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه القوة الخارجية تغير من حالته"**

كان الاعتقاد السائد قبل **جاليليو** (1564م: 1642م) أن إعطاء جسم ما حركة مستقيمة منتظمة يتطلب عمل قوة ثابتة في اتجاه الحركة وأن سرعة أي جسم مدفوع على سطح أفقي تتناقص تدريجياً حتى يصل الجسم إلى حالة السكون.

وهذا يعني أن الجسم الساكن يظل ساكناً ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته كما هو الحال مثلاً بالنسبة لمنضدة أو كرسي أو أي جسم موجود بالغرفة سوف يبقى بدون حركة ما لم يتأثر بشدة أو دفع يغير من حالته.

وأن الجسم المتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم سوف يبقى على حالته ما لم تؤثر عليه قوة تغير من سرعته أو اتجاهه فلاعب التزحلق على الجليد سوف يستمر في الانزلاق بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه ما دام لا يقع تحت تأثير قوة خارجية تغير من ذلك.

أن مقدار القوة التي يحتاجها الجسم لتغيير حالته **يتناسب تناسباً طردياً** مع قصوره الذاتي ومقياس القصور الذاتي لجسم ما هو **كتلته** (**Mass**) أي ما يحتويه الجسم من مادة بمعنى أنه كلما زادت الكتلة زاد القصور الذاتي فالكرة الطبية يكون قصورها أكبر من الكرة الطائرة وكذلك مضرب التنس أكبر من الكرة الريشة وهكذا.

وإذا لاحظنا حالة جسم معين بالنسبة لنقطة ثابتة يمكننا معرفة ما إذا كانت تلك الحركة تتم تحت تأثير القوة أم لا ، فيقاس متجه كمية الحركة الخطية لجسم عند لحظات مختلفة أثناء حركته وبمقارنة هذه القياسات ببعضها نحصل على أحد الاحتمالات الآتية:

أ – الحركة في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم ثابتة (حركة الجسم الحر).

ب – الحركة في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم غير ثابتة.

ج – الحركة ليست في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم ثابتة.

د – الحركة ليست في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم غير ثابتة.

ملاحظة :الحركة المنتظمة هي الحركة ذات السرعة الثابتة والمنتظمة وفي الاتجاه الثابت.

من القانون الأول لنيوتن تعرّف القوة على أنها: هي كل مؤثر يعمل على تغيير حالة الجسم من سكون هـ أو حركته المنتظمة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

2– شرح القانون :

1 -الجسم الساكن يظل **ساكناً** ما لم يؤثر عليه قوة تحاول تحركيه ، والجسم المتحرك **حركة منتظمة** يظل متحركا بها ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حركته أو إتجاهه .

2 -يقصد بتعبير **القوة** في صياغة القانون أنها: **محصلة القوى المؤثرة على الجسم.**

3 -لا يفرق القانون بين **الجسم الساكن** أو **المتحرك حركة منتظمة** من حيث القوى المؤثرة عليه، إذ أن مقدار محصلة القوى في كل حالة يساوي صفرا. ويقال للجسم **الساكن أو المتحرك** حركة منتظمة أن في حالته الطبيعية.

4 -يبيّن القانون أنا الجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة لا يمكنه تغيير حالته بنفسه بل **لابد من وجود قوة تؤثر عليه فتخرجه من هذه الحالة** ، ولهذا السبب يسمي القانون الأول لنيوتن أحياناً " قانون القصور الذاتي " ، **أي أن الجسم يكون قاصرا من تلقاء ذاته** على تغيير حالته .

5 -عند إطلاق الصواريخ أو سفن الفضاء نجد أن سرعتها تتناقص في المقدار وقد تتغير في الاتجاه نتيجة لتأثير عدة قوى عليها مثل **قوة جذب** الأرض وقوة **مقاومة الهواء** إلى أن تبتعد بعدًا كافياً عن سطح الأرض وتخرج من منطقة الغلاف الجوي وتدخل منطقة انعدام الجاذبية الأرضية فنجد أنها تسير بسرعة منتظمة هي السرعة التي خرجت بها من منطقة الغلاف الجوي . وذلك لإنعدام قوتي **جذب الأرض ومقاومة الهواء** اللتين كانتا تؤثران عليها .

6 -عند هبوط مضلي من طائرة على ارتفاع كبير نجد أنه في البداية يهبط **بسرعة متزايدة** لأن **وزنه والمظلة** يكون أكبر من **مقاومة الهواء** له، **ومحصلة القوى في اتجاه جاذبية الأرض** ، وعندما تزداد **مقاومة الهواء** إلى أن تصبح مساوية لوزن الرجل والمظلمة نجد أنه يهبط بسرعة منتظمة .

7 -عندما يتحرك قطار (أو سيارة) فإن القوى المؤثرة عليه هي **قوة المحرك في اتجاه حركة القطار ومقاومة الهواء والاحتكاك في الاتجاه المضاد** ، وعندما تكون قوة المحرك أكبر من مجموع المقاومات فإن القطار يتحرك حركة متسارعة ، وعندما تصبح مجموع المقاومات **مساوية لقوة** المحرك نجد أن القطار يتحرك **حركة منتظمة** وعند توقيف المحرك بعدها يتحرك القطار **حركة متناقصة** نتيجة **لتأثير مقاومات الهواء والاحتكاك** مما يجعل القطار في **اتجاه مضاد لاتجاه حركته** حتى تنعدم سرعته و يقف القطار . (**محمد محمد عبد العزيز ضيف: 2009**)

3– أهمية القانون الأول لنيوتن :

1 -تعريف القوة:

هي كل مؤثر يعمل على تغيير حالة الجسم سواء من السكون أو الحركة المنتظمة والمقصود بالقوة هنا هي محصلة القوة التي تؤثر على الجسم .

2 -وجود القوة :

إن الحركة في خط مستقيم ليست دليلا على وجود قوة فقد تكون هذه الحركة منتظمة وإنما حدوث تغير في مقدار السرعة هو الدليل القاطع على وجود قوة سببت هذا التغير.

3 -خاصية القصور الذاتي:

الجسم قاصر أو عاجز بذاته عن تغيير حالته سواء من السكون أو الحركة المنتظمة ومعني ذلك أن كل الأجسام تميل إلى البقاء على حالة سكونها أو حالة حركتها المنتظمة بل وتعمل على مقاومة أي تغير في حالته وهذا ما يسمي بالقصور الذاتي .

4 -السكون أو الحركة المنتظمة:

هذا القانون لا يفرق بين **الجسم الساكن والجسم المتحرك حركة منتظمة** من حيث أن محصلة القوة المؤثرة على كليهما تنعدم .

المحاضرة الرابعة :عزم القصور الذاتي لجسم الإنسان
–مستويات ومحاور الحركة

1 – مستويات ومحاور الحركة

تعتبر المستويات والمحاور من الأمور المفيدة عند وصف حركه الإنسان وكذلك حركات الأجزاء المختلفة منه.

والمستوى من الناحية الهندسية (هو المستوى الفراغي المنتظم ، وقد اصطلح على أن تنسب حركة الجسم إلى ثلاث مستويات فراغية متعامدة تلتقي عند نقطة مركز الثقل وهي :

1 –المستوى السهمي:يمر بالجسم من الأمام للخلف و يقسم الجسم إلى نصفين متساويين أحدهما جهة اليمين والأخر جهة اليسار.

2 –المستوى الأمامي : يمر بالجسم من اليمين إلى اليسار و يقسم الجسم إلى قسمين أحدهما أمامي والأخر خلفي.

3 –المستوى الأفقي (العرض) : يقسم الجسم إلى قسمين علوي وسفلي.

وهي مستويات أصلية (لأنها تمر بمركز ثقل الجسم) وتقسم الجسم إلى أنصاف متساوية ومن المهم أن يكون مفهوم لدينا أن أي حركة من الحركات الجسم أو أجزائه تقاس بالنسبة لهذه المستويات الفراغية.

ومن هنا يتضح لنا أن هناك ثلاث محاور أصلية للحركة هي :

1 –المحور الطولي (الراسي)

يخترق الجسم من الأعلى إلى الأسفل فيدور حوله الجسم كما في الدوران حول الجسم في التزحلق على الجليد.

وهو خط وهمي يمر من الرأس للقدمين عمودي على المستوى الأفقي.

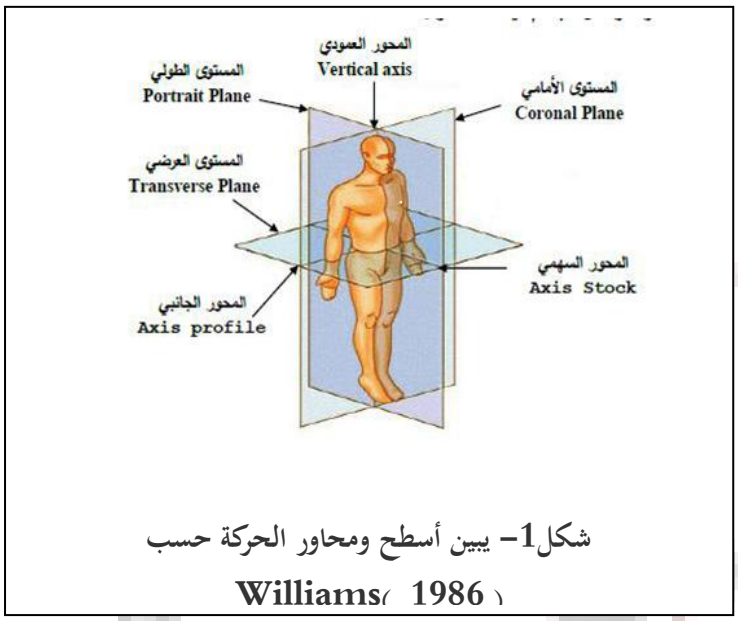
2 –المحور الجانبي (العرض)

هو خط وهمي يخترق من الجانب إلى الجانب الآخر عمودي على المستوى الجانبي وهو موازي لسطح الأرض كما في الركض ، المشي في عبور العارضة في الوثب العالي ويدور أماما وخلفا.

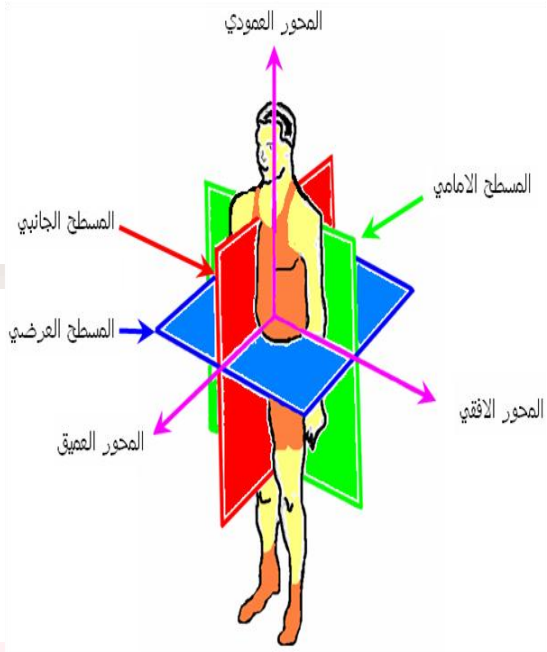
3 –المحور السهمي (العميق)

يخترق الجسم خط وهمي من الأمام إلى الخلف ، عمودي على المستوى الأمامي وموازي للأرض ، كما في العجلة البشرية حيث يدور الجسم يميناً ويساراً

وتتعامد هذه المستويات على بعضها البعض، وتتلاقى في نقاط هذه المستويات عند نقطة مركز ثقل الجسم فيحدث الاتزان.



شكل1– يبين أسطح ومحاور الحركة حسب Williams(1986)



لمحاور والمستويات في بعض الحركات

- **ثني الرقبة أماما وخلفا (المحور الأفقي ، المستوى العرض)**
- **ثني الرقبة يمينا ويسارا (المحور العميق وفي المستوى الأمامي)**
- **دوران الرقبة من اليمين إلى اليسار (المحور العمودي ، المستوى العرضي)**
- **الدحرجة الأمامية المتكورة (المحور الأفقي وفي المستوى الجانبي)**
- **العجلة البشرية (حول المحور العميق وفي المسطح الأمامي)**
- **الدوران حول النفس(المحور عمودي والمسطح العرضي)**

2 – عزم القصور الذاتي لجسم الإنسان

إن عزم القصور الذاتي هو العامل الذي يؤثر في الحركة الدائرية نفس تأثير الكتلة في الحركة الانتقالية ، كما أن كتلة الجسم تحدد قيمة التسارع الخطي الذي يكسبه إياها وهي قوة معلومة تؤثر عليه.

ولذلك فان القانون الأول لقوانين نيوتن للحركة هو (القصور الذاتي) للجسم في الحركة المستقيمة أي مقاومته للحركة ويتوقف هذا على مقدار كتلة الجسم ، ولكي ندرس هذه الناحية أثناء الحركات الدائرية فلا نكتفي بمصطلح القصور

الذاتي بل يقال (عزم القصور الذاتي) وذلك لأن مقاومة الجسم للحركة الدائرية لا يتوقف على كتلته فقط و إنما على بعده العمودي عن محور الدوران.

عزم القصور الذاتي = الكتلة × (نصف القطر)2

أن جسم الإنسان يتكون من عدة أجزاء ولكل منها قصوره الذاتي، وان عزم القصور الذاتي للجسم بأكمله هو عبارة عن مجموع القصور الذاتي لأجزائه.

مثال:

معرفة عزم القصور الذاتي **للذراع** عند دوران حول **مفصل** الكتف فيمكن ذلك من حساب

عزم القصور الذاتي = الكتلة × (نصف القطر)2

وبالتالي يكون عزم القصور الذاتي للذراع هو عبارة عن :

عزم القصور للذراع = عزم القصور للعضد +عزم القصور للساعد+ عزم قصور اليد

ويمكن حساب "**عزم القصور الذاتي**" للكتلة بالنسبة للأجسام الهندسية المنتظمة ذات الكثافة الثابتة.

أما في حالة جسم الإنسان فيكون من الضروري لإيجاد ذلك عقد مقارنة مع عزم قصور ذاتي لكتلة معلومة بالطرق التجريبية.

الجدول رقم :1

عزم القصور الذاتي لأجزاء الجسم كل على حده حول المحور العرضي

المار بمركز ثقلها والأوزان النسبية عن (كلاوسير)

أجزاء الجسم	الرأس	الجذع	العضد	الساعد	اليد	الفخذ	الساق	القدم
عزم القصور الذاتي بالكيلو غرام م	0.024	1.211	0.026	0.007	0.005	0.102	0.048	0.037
الوزن النسبي	0.073	0.507	0.026	0.016	0.007	0.103	0.043	0.015

وهذه القيم يمكن استخدامها في تحديد عزوم القصور الذاتي لجسم كله، وتشابه إجراءات تحديد عزم القصور الذاتي إجراءات تحديد **مراكز ثقل الجسم** بالطريقة الجزئية باستخدام العلاقة المعروفة باسم **نظرية المحاور المتوازية**– والتي يمكن منها حساب القصور الذاتي لأي جسم حول أي محور إذا ما عرف عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور الموازي لهذا المحور والمار به مركز ثقل الجسم العام ويعبر عنها بالمعادلة التالية:

$$A = \mathrm{C.G} + md^2$$

حيث

A = عزم القصور الذاتي للجسم حول النقطة (A)

C.G = عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور المار **بمركز ثقله**.

d = المسافة بين المحاور المتوازية.

m: كتلة الجسم.

2-1 شرح القانون :

- الجسم الساكن إذا تحرك وكان وراء ذلك قوة خارجية أي قوة سببت هذه الحركة وليس معنى ذلك أن الجسم الساكن خال من القوى التي تؤثر فيه إذا لا يوجد جسم دون أن يتعرض لقوى خارجية تؤثر عليه مثل قوة جذب الأرض (أي وزنه) ولكن عندما يكون الجسم ساكنا فأن محصلة القوى التي تؤثر عليه تنعدم .
- فالجسم الساكن الموضوع على منضدة تؤثر عليه قوة جذب الأرض له ومادام هذا الجسم ساكنا فلابد من وجود قوة أخرى مساوية لقوة الجذب في المقدار ومضادة له في الاتجاه وتشترك معها في نفس خط العمل وهذه القوة هي ما نسميها بقوة رد فعل المنضدة على الجسم.
- والجسم المتحرك حركة منتظمة إذا تغيّر مقدار سرعته أو تغيّر اتجاه حركته كان وراء ذلك قوة سببت هذا التغير، فإذا دحرجنا كرة على سطح أفقي فإننا نلاحظ أن سرعتها تتناقص تدريجيا حتى تقف وهذا التغير في سرعتها نتج بسبب مؤثر خارجي هو قوة الاحتكاك وإذا قللنا هذه القوة فأن نجعل السطح أكثر ملامسة فأن الكرة تتحرك مسافة أطول حتى تقف مما يعني أن التناقص في السرعة أصبح أقل من سابقة . (**محمد محمد عبد العزيز ضيف: 2009**)

3 -الأسس المتعلقة بقانون القصور الذاتي:

1 – الربط بين حركات الانتقال والدوران:

في هذا الصياغ نذهب إلى مدى ترابط بين الحركة الانتقالية و الدورانية في تحقيق هدف الحركة ومثال ذلك لاعب الوثب يستخدم الحركة **الانتقالية في الاقتراب** كما يستخدم الحركة الدائرية أيضا لأجزاء جسمه أثناء الارتقاء ومد ى الترابط بين **الاقتراب (الانتقال) والارتقاء(دوراني)** يعمل على تحقيق هدف الحركة.

2 – استمرار الحركة:

إن الأداء الجيد مرتبط بالاستمرارية في الحركات المتتالية والمستمرة في اتجاه واحد واستكمالها دون انقطاع لان يؤدي إلى الاختلال في لأداء والتعثر الفني والتقني .كما أن القوى المؤثرة على الجسم لتحركه في الاتجاه المطلوب سوف تكون ذات تأثير كبير في **تزايد سرعة** الجسم وتغلبه على المقاومات.

مثال: لاعب الجمباز عند القيام بالعرض من شقلبات وقفز متسلسل عند انقطاع يؤدي إلى نتيجة غير مرضية ربما تنهي العملية عدم القبول و الرضا و الإخفاق.

3 – تأثير كمية الحركة:

إذا كان هناك جسمان يسيران بنفس السرعة– فالجسم الأثقل تكون كمية حركته أكبر– وكلما زادت كمية الحركة زادت القوة اللازمة لتغيير اتجاه هذا الجسم أو سرعته.

مثال:عندما يتحرك لاعب كرة القدم بكمية حركة كبيرة فإنه سوف يحتاج لقوة كبيرة للعمل على تبديل أو تغيير كمية حركته.

4 – انتقال كمية الحركة:

إن كمية الحركة التي تنتج من أجزاء الجسم المختلفة من الممكن أن تنتقل إلى الجسم كله في حالة اتصال هذا الجسم بالأرض.

وأطراف الجسم الطويلة الثقيلة ذات السرعة الكبيرة تؤدي إلى زيادة كمية الحركة التي تقدمها للجسم كله، وجدير بالذكر أن المبدأ السابق يطبق في جميع مراحل الوثب.

مثال: في مسابقات المضمار تقدم الذراعين كمية حركة للجسم كله.

إن قانون عزم القصور الذاتي يمكن أن يستخدم في تطوير الحركات والمهارات الرياضية وبدلالته الرياضية التالية:

عزم القصور الذاتي = الكتلة × نق 2

أي إن **عزم القصور الذاتي** يتناسب **طرديا** مع **كتلة الجسم ومربع طولها** ، وان **الكتلة تتناسب عكسيا مع مربع الطول** ، وهذه حقائق يشير إليها هذا القانون الرياضي

الأسئلة تكمن هنا

– هل من الممكن استخدام هذه المؤشرات وفق هذا القانون في تدريب صفة القوة مثلا ؟ ، أو في تطوير بعض مهارات القفز أو الرمي؟.....

وعلى هذا الأساس يكون مؤشر عزم القصور الذاتي من المؤشرات التي يمكن التأكيد عليها عند تطبيق المهارات المختلفة وعند تدريس هذه الحركات يجب الأخذ بعين الاعتبار على اتخاذ **الزوايا المناسبة** والصحيحة والتي تسهل الأداء الحركي وتسهل عملية تعلم هذه الحركات كحركات لاعب كرة القدم عند تغير الاتجاه في حركات المراوغة وحركات لاعب كرة السلة عند أداء بعض المهارات الهجومية والدفاعية وحركات لاعب كرة اليد وحركات لاعب القفز الطويل وحركات لاعبي الرمي بألعاب القوى وحركات..... الخ).

هذا من جهة التأكيد على تحقيق الأطوال في الجسم أو في أجزاء الجسم المختلفة عند أداء الحركات ، أما كيف يمكن استغلال هذه الأطوال كمقاومة لحركتها (حيث يمثل الزيادة في طول هذه الأجزاء زيادة في عزوم قصورها) فيمكن تطبيق بعض الحركات بزيادة نسبية في زوايا الأداء التي تتحقق في مفاصل الجسم ، ولنعطي مثال تدريبي على ذلك .. يمكن أداء حركات القفز على الأجهزة مثل الحواجز أو المدرجات بحيث يكون الجسم ممدودا عند اجتياز هذه الحواجز أو المدرجات، وذلك يشكل مقاومة حقيقية لعضلات الجسم العاملة في هذه الحركات.....

من جهة أخرى .. وعندما لا يمكننا من استخدام مؤشر الطول ليمثل المقاومة المطلوبة ، فيكون الاتجاه نحو زيادة كتلة هذه الأجزاء لزيادة المقاومة والتي ينتج عنها زيادة في القوة التي تتغلب على هذه المقاومة .... ولنأخذ المثال التالي لذلك عند أداء حركات الضربة الساحقة أو الإرسال الساحق سواء للاعبي الكرة الطائرة أو التنس أو حركات التهديف للاعب كرة السلة فأننا لا يمكن تغير زاويا الأداء لأجل تصعيب الحركة ،، وإنما يمكننا أن نضيف كتله إلى أجزاء الجسم العاملة من اجل زيادة المقاومة والذي يعني زيادة عزوم قصورها ، وهذه الزيادة في العزوم تعني زيادة العبء الملقى على العضلات العاملة والتي يجب إن تتكيف وفقا للزيادة في هذا المتغير ، وبذلك نضمن تطوير القوة في هذه العضلات وفقا لزوايا العمل بالتالي تطوير القوة الخاصة بالأداء.

إن العمل البدني سواء بإضافة الوزن المضاف أو بزيادة طول الجسم " **نق** " يجب إن يكون وفقا للأسس التدريبية الصحيحة ، ووفقا للحمل التدريبي العلمي، حيث يجب أن نحدد شدة التدريب وحجمه وكثافته ووفقا لنوع الصفة المراد تطويرها ، حيث يمكن أن يكون العمل بهذين المبدأين باتجاه تطوير السرعة والسرعة الزاوية والقوة الانفجارية والسريعة وبهذا تكون شدة التدريب بحدودها الأقصى

والأقل من الأقصى والراحة وفقا لهذه الشدة . أما إذا كان الاتجاه لتطوير تحمل القوة وتحمل السرعة فتكون الشدة بحدودها العالي أو المتوسطة لتطويرها وفقا لمبدأ القصور الذاتي.

4 – الخلاصة:

يتضمن القانون الأول لنيوتن ثلاثة مبادئ أساسية وهي :

1 . مبدأ القصور الذاتي : وهو أن الجسم قاصر (أو عاجز) ذاتيا عن إحداث أي تغير في حالته من سكون أو حركة منتظمة .

2 . مبدأ تعريف القوة : وهي المؤثر الخارجي الذي يغير أو يعمل على تغيير حالة الجسم من سكون أو حركة منتظمة .

3 . مبدأ انعدام محصلة القوي المؤثرة علي الجسم: وهو أن الجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة تكون محصلة القوى المؤثرة عليه هي المتجه الصفري (أي مقدار المحصلة = صفرا)

المحاضرة الخامسة: القانون الثاني لنيوتن للحركة

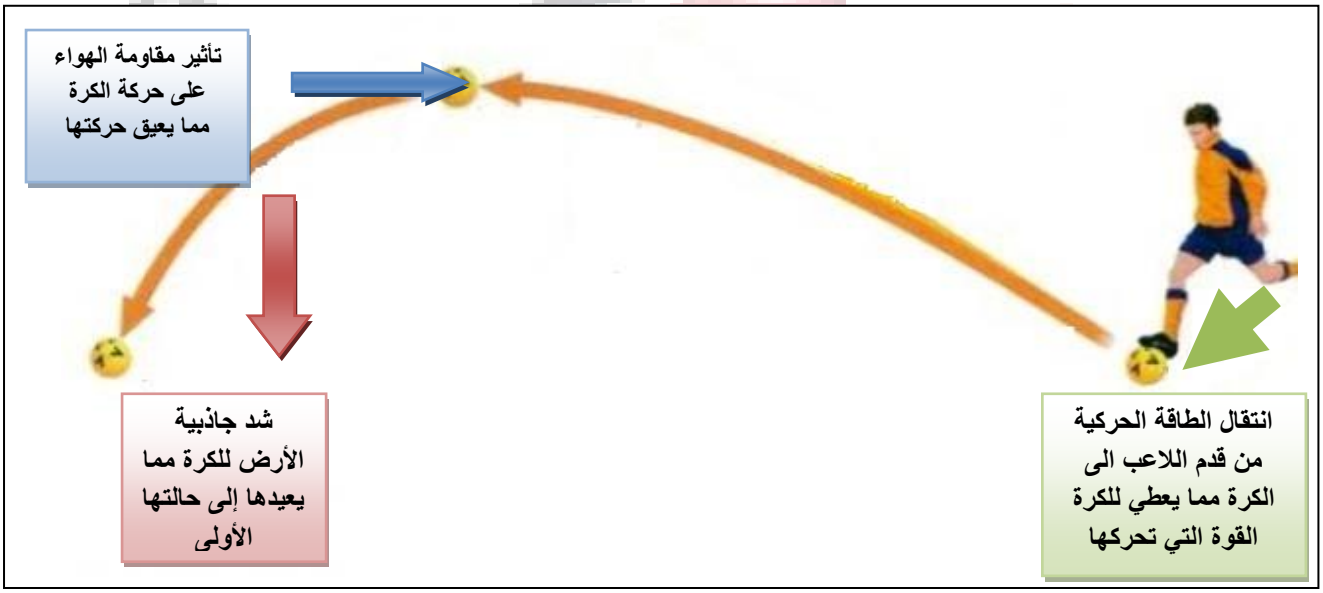
قـــــــــــــانون التسارع

1 -مفهوم القـــــــــــانون الثاني لنيوتن للحركة

حسب ما درسنا سالفاً في القانون الأول (القصور الذاتي) أن **تغيير حالة الحركة لجسم ما يتطلب قوة**، وتغيير حالة الحركة لجسم ما تعني زيادة أو نقصان السرعة (التغيير في السرعة)لهذا الجسم أي اكتساب **تسارع**.

حيث يأتي القانون الثاني لنيوتن ليركز على كل من **التسارع وكمية الحركة**، وهو يتناول كيفية تفسير العلاقة بين **القوة** و**الكتلة** و**التسارع**، كما يوضح أيضاً كيفية قياس هذه القوة.

حيث اتخذه **نيوتن** كأساس للديناميكا الذي ينص على التناسب المباشر بين " **القوة والمؤثرة والتسارع** " بحيث يتناسب معدل التغير في كمية الحركة مع القوة المحدثة له، ويحدث ذلك في الخط المستقيم الذي تؤثر فيه هذه القوة" أو "يتناسب التغير في سرعة الجسم مع القوة المحدثة له ويحدث في اتجاهها"



وبالتالي تعتبر **القوة السبب الرئيسي** في أحداث جهد عند الدفع أو السحب أو الرفع، وعليه تحدث تغيرات في حركة الجسم إذا ما استخدمت هذه القوة. لذا فأن القوة هي سبب تغير حركة الجسم، وطالما أن الجسم **مرتبط بكتلة** ، فأن التغير في حركة الجسم يرتبط بمقدار كتلة هذا الجسم والسرعة التي يتحرك بها من بداية الحركة إلى نهايتها، وهذه الحالة مثلا تكون عند انطلاق اللاعب للبدء بأي أداء حركي يتعلق بتنفيذ واجب حركي محدد. و لما كان كل من **كتلة الجسم** و**سرعته** تعبر عن مقدار كمية الحركة التي يمتلكها ذلك الجسم والتي لها علاقة **بشكل وحجم** القوة المبذولة، لذا فأن القوة هي التي تسبب تغير في كمية حركة الجسم دائما. ولهذا فأن

كمية الحركة = كتلة الجسم × سرعته

نتيجة: الكمية مرتبطة بمقدار القوة، لذا فأن القوة تعني التغير في كمية حركة الجسم..

2 شرح القانون الثاني لنيوتن :

ماذا يحدث إذا أثرت قوة على جسم ما ؟ ويشرح هـ نيوتن في قانونه الثاني أنه إذا أثرت قوة خارجية على جسم فسوف يكتسب هذا الجسم تسارع في نفس اتجاه القوة المؤثرة عليه، حيث يتناسب هذا التسارع مع كمية القوة المؤثرة ويحدث هذا في اتجاهها وتتناسب عكسياً مع الكتلة، فإذا حدثت قوة ما حركة معينة في جسم فإن ضعف هذه القوة–مثلاً– يحدث عنه ضعف هذه الحركة وبنفس المقدار..

فإذا كان الجسم ساكناً فإنه يتحرك في اتجاه القوة، أما إذا كان متحركاً وأثرت عليه قوة في اتجاه حركته فإن سرعته تتزايد (في نفس اتجاه أما إذا أثرت عليه قوة في اتجاه مضاد لحركته فإن سرعته تتناقص أي أن الحركة الحادثة تكون دائماً في الخط المستقيم الذي تؤثر فيه القوى. وعل يه فإن الحركة الواقعة **تضاف** إلى **الحركة الأصلية** إذا كانت في اتجاهها **وتطرح** منها إذا كانت في الاتجاه المعاكس.

و نعبر عليها بالمعادلة الآتية:

$$\sum F = m \cdot a$$

حيث $\sum F$ = محصلة القوى الخارجية.

m = كتلة الجسم.

a = إلتسارع الذي يتحرك به الجسم.

وعليه إذا أثرت قوة على جسم أكسبته تسارع، وإذا كان الجسم مكتسب تسارع فلابد أن هناك قوة تؤثر عليه.

إذن وحسب ما يرى نيوتن: " فأن **القوة هي مقياس لرد الفعل الداخلي للجسم** ، وعليه فأن **التغيير في كمية الحركة** يرجع إلى مقدار كمية رد الفعل الداخلي (و هذا ما يفسر عند الإنسان **ردود أفعال الجهاز العصبي – العضلي المشتركة**)، حيث يمكن أن يكون التغير في السرعة أو لا يكون قياسا برد الفعل الداخلي.

إن معدل التغير في كمية الحركة يتناسب طرديا مع القوة المنتجة لهذا التغير، وهذا الكلام له علاقة بالقانون الأول للحركة (القصور الذاتي) والذي مضمونه إن كل جسم يبقى على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من سكونه.

3 – مبادئ القانون الثاني في المجال الرياضي:

أن مبدأ تغير كتلة الجسم والذي يحتم على اللاعب من زيادة القوة المبذولة لكي يحقق التسارع المناسب، هو مبدأ يشير إلى انه يمكن زيادة قدرة الشعور العضلي والنظام العصبي المصاحب لهذا الشعور لدى اللاعب عند استخدام هذه الأدوات، وهو مبدأ تدريبي تعليمي يعتمد على تحسن **التوافق العصبي العضلي** ، من خلال التحكم بثلاث متغيرات أساسية هي كما يلي:

1 -**انه بثبات الكتلة** (مثل كتلة الكرات أو الأثقال أو الأدوات) يمكن زيادة القوة للحصول على تسارع عالي لهذه الأدوات ، وهذا ما يخدم الأداء الفني وما يرتبط بهذا الأداء من صفات بدنية أساسية لتطبيقه كالقوة. ومن هذا نستنتج أن لكل

قوة = تسارع

2- **انه بثبات القوة** (القوة العضلية المستخدمة في الأداء) وتغير كتل الأدوات المستخدمة يمكن التحكم بتسارع هذه الأدوات (مثل استخدام أقصى قوة عضلية لرمي الأدوات بالرغم من اختلاف كتلها) وهذا يعطي ايجابية عالية في تطوير سرعة القوة ومن هذا تستنتج لن لكل تسارع = قوة.

3- **انه بثبات التسارع** : سرعة الجسم وتغير القوة يمكن إن نحصل على الدقة المطلوبة باستخدام أداة واحدة(ككرة السلة عند التهديف من مناطق متعددة والتي تتطلب استخدام قوة تتناسب وبُعْد اللاعب عن الهدف ليتمكن من

تحقيق التسارع المناسب الذي يضمن وصول الكرة إلى الهدف (حلقة السلة) بنفس التسارع بالرغم من اختلاف مسافات التهديف والتي تتطلب مقادير مختلفة من القوة لإيصال الكرة إلى الهدف بالدقة المناسبة والمطلوبة

و تعتبر هذه المبادئ الميكانيكية مبادئ أساسية في عملية التعلم والتدريب الرياضي والتي من الممكن أن تصاحبها التغذية الراجعة على شكل معلومات ميكانيكية ذات علاقة **بالكتلة والتسارع والقوة** والتي تستخدم في مهارات رياضية متعددة **كالتهديف والمناولة** بكرة القدم واليد والسلة والكرة الطائرة وألعاب المضرب وألعاب الرمي

ومن الملاحظ إن العزم المؤثر على جسم ما يتناسب مع التغير في كمية الحركة الزاوية، لذا يكون العزم له مواصفات القوة في تغير كمية الحركة للأجسام الدورانية، وعندما يرتبط العزم بزمن الفعل عند الأداء، فنطلق علية عزم دفع القوة الذي يكون السبب في تغير كمية الحركة الزاوية:

عزم دفع القوة = التغير في كمية الحركة الزاوية

ولما كانت **كمية الحركة الزاوية = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية**

وبما أن **عزم القصور الذاتي = الكتلة × نق 2**

والسرعة الزاوية = السرعة المحيطية / نق (الطول)

إذن **عزم دفع القوة = كتلة الجسم × نق × السرعة المحطة**

أي انه من الممكن أن يؤثر كمية الحركة على جسم يرتبط **بمحور وتبعد نقطة التأثير** بمسافة معينه عن هذا المحور ويسبب في توليد **عزم دوراني** لهذا الجسم ووفقا للقانون أعلاه، وإذا تم حدوث هذا العزم بزمن محدد فيمكن أن نقول عليه **عزم دفع القوة** الذي يعني استخدام **دفع القوة** بأقل **زمن ممكن لتوليد قوة دورانية:**

"عزم دفع القوة يعني هنا القوة المبذولة بأقل زمن لإنتاج الدفع الدوراني"

أي الدفع الزاوي يساوى

عزم دفع القوة × زمن التأثير

لذلك نجد إن السرعة الخطية للجسم والتي لها علاقة بكمية القوة المبذولة تدخل في صياغة هذا القانون وفي تحديد عزم دفع القوة الذي يكون السبب الرئيسي في تغير كمية الحركة الزاوية، وهذا يعطي مؤشرا

لفاعلية القوة العضلية في التأثير على التغير في كمية الحركة الزاوية والتي يجب أن تعطى لها الأولوية والأهمية في التدريبات الخاصة بنوع اللعبة.

ويزداد عزم دفع القوة بزيادة القوة الداخلية للعضلات العاملة على أجزاء الجسم العاملة ويرتبط عزم القوة في التغلب على عزم وزن الجسم (عزم الجاذبية) المصاحب للأداء في كثير من المهارات الرياضية والذي يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار عند تنفيذ هذه الحركات، وهذا يرتبط بزوايا الدفع والاقتراب وزاوية الطيران والهبوط وما يصاحبها من ارتفاعات لمركز ثقل الجسم في هذه المراحل (زوايا الركبة والوركين. الخ) إن زيادة هذه الزوايا تعني نقصان من عزم الدوران المقاوم (عزم الوزن) وزيادة عزم القوة بزمن قصير والذي يعني زيادة عزم دفع القوة (الدفع الدوراني)

4 -الأسس المتعلقة بقانون التسارع:

1 تزايد السرعة يتناسب مع القوة:

يتناسب طرداً تزايد السرعة مع القوة المسلطة على الكتلة الثابتة ، ومنه إذا تضاعفت القوة زاد معدل تزايد السرعة بمقدار الضعف (في غياب مقاومة الهواء والماء) ، ومثال على ذلك في تغير اتجاه كرة مقذوفة من طرف لاعب كرة القدم لزميله عندما تصل إليه يركلها ويغير في اتجاهها هنا تتضاعف قوتها وتزداد سرعتها .

2 -أقصى تسارع (عجلة)وكفاءة الحركة:

للوصل لأقصى تسارع ينبغي أن تؤثر كل القوى بتتابع و **تسلسل في الزمن** في نفس مسار الحركة كما يجب أن نعمل على **تقليل الحركات** الزائدة .

مثال: عمل السباح في انسيابه في الماء لتحقيق المسافة المطلوبة (السباحة على الصدر) يجب أن يزيد القوى المحركة للجسم في الاتجاه المطلوب، وتقليل جميع الحركات الزائدة والعشوائية مثل كثرت الانحرافات.

3 -تأثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوي):

العلاقة هنا عكسية كلما نقص طول قطر الجسم زادت سرعة الدوران والعكس صحيح كم هو الحال في دوران راقص على الجليد في مرحلة الدوران يضم يديه لصدره ليعطي سرعة أقصى

4 -المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجحة:

المبدأ هنا هو اكتساب كمية الحركة بتقليص وإطالة نصف قطر الجسم واستعمال الجاذبية في ذلك وهذا ما يتجسد في المرجحة

مثال :عند أداء حركة المرجحة الكبرى (الدورة الكبرى) على العقلة- فإن اللاعب يقوم بتقصير نصف القطر أثناء المرجحة لأعلى وذلك للإقلال من تأثير الجاذبية الأرضية- ثم يقوم بإطالة نصف القطر أثناء المرجحة لأسفل لإتاحة الفرصة للجاذبية بالتأثير على الجسم بأقصى ما يمكن.

5 -الحركات التي تؤدى دون استناد (في الهواء):

يمكن للإنسان أداء الحركات المختلفة وهو غير مرتكز أو مستند- فقد يدور الجسم حول مركز ثقله ولكن هذه التحركات لا تؤثر في مسار طيران الجسم كما سبق وأن أوضحنا سلفاً- ولكن تفيد هذه التحركات في إمكانية السيطرة على الدوران والاتزان، وفي أحيان أخرى قد يكون لها أهمية خاصة في الإعداد لعملية الهبوط. كما أن حركة أي جزء من أجزاء الجسم حول محور معين تؤدي إلى حدوث حركة في عكس الاتجاه من بعض أجزاء الجسم.

مثال : في الوثب العالي -يحدد ترتيب وتتالي الحركات فوق العارضة نجاح الوثبة- كما أن ارتفاع مركز الثقل والناتج من الدفع يعتبر من الأشياء الأساسية للمرور فوق العارضة، ولكن المشكلة ترتبط بحركة الرجل المتأخرة إلا أن حركة الرأس، الجذع، الكتفين، والذراع الحرة بعد المرور تساعد على رفع الرجل المتأخرة.

5 -تطبيقات على القانون الثاني في المجال الرياضي :

1- معدل التغير في سرعة العدو يتناسب طرديا مع القوة ويحدث في اتجاهها ولهذا فإن ثبتت كل العوامل المؤثرة على الحركة فإن التسارع يعتمد على مقدار القوة التي ينتجها اللاعب من الانقباض العضلي .

2- في الوثب الثلاثي يجب أن تنقبض الرجلين في كل وثبة من الوثبات الثلاثة بزاوية مثالية تسمح بإنتاج القوة المطلوبة لتحقيق الهدف منها .

3- في السباحة فإنه تتناسب كمية الحركة مع القوة المحدثة لها وتحدث في اتجاهها، **فكلما زادت القوى المحركة زادت السرعة ، وكلما زادت المقاومة قلت السرعة وإذا قلت المقاومة وزادت القوة المحركة زادت السرعة** ويلعب وضع الجسم دورا كثيرا في ذلك إلى جانب شكل وأسلوب أداء الضربات .

يصف قانون الحركة الثاني لإسحاق نيوتن ما يحدث عندما تُبذل قوة خارجية على جسم ساكن أو جسم يتحرك في خط مستقيم. ماذا يحدث للجسم الذي تُبذَل عليه قوة خارجية؟ يصف هذا الموقف قانون نيوتن الثالث للحركة. ينص القانون على أنه: ''لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس في الاتجاه''. نشر نيوتن قوانين الحركة

الخاصة به عام 1687، **في كتابه الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية Philosophiae Naturalis Principia Mathematica**، ووضح فيه طريقة تحرك الأجسام الضخمة تحت تأثير القوى الخارجية. طوّر نيوتن الأعمال السابقة لجاليليو غاليلي، الذي وضع أول قوانين دقيقة لحركة الكتلة. وفقًا لجريج بوثون أستاذ الفيزياء بجامعة أوريغون، أظهرت تجارب جاليليو أن جميع الأجسام تتسارع بنفس المعدل بغض النظر عن حجمها أو كتلتها. انتقد نيوتن وطور في عمل رينيه ديكارت الذي نشر أيضًا مجموعةً من قوانين الطبيعة عام 1644، بعد عامين من ولادة نيوتن. تشبه قوانين ديكارت قانون نيوتن الأول للحركة.

المحاضرة السادسة: القانون الثالث لنيوتن للحركة
لكل فعل رد فعل

إذا ضغط بيدك على جسم صلب متماسك (كسطح مكتب مثلا) فإنك تشعر بأن سطح المكتب يضغط على يدك، والقوة التي تضغط بها اليد على سطح المكتب تسمى الفعل، والقوة التي شعرت بها في يدك تسمى رد الفعل. وإذا وقفت على الأرض فإنك تضغط بقدميك عليها بقوة تساوي قوة جذب الأرض لجسمك، والأرض ترد على هذا الضغط (الفعل) برد مساوي في المقدار ومضاد في الاتجاه (رد الفعل).

1 – مفهوم القانون الثالث لنيوتن

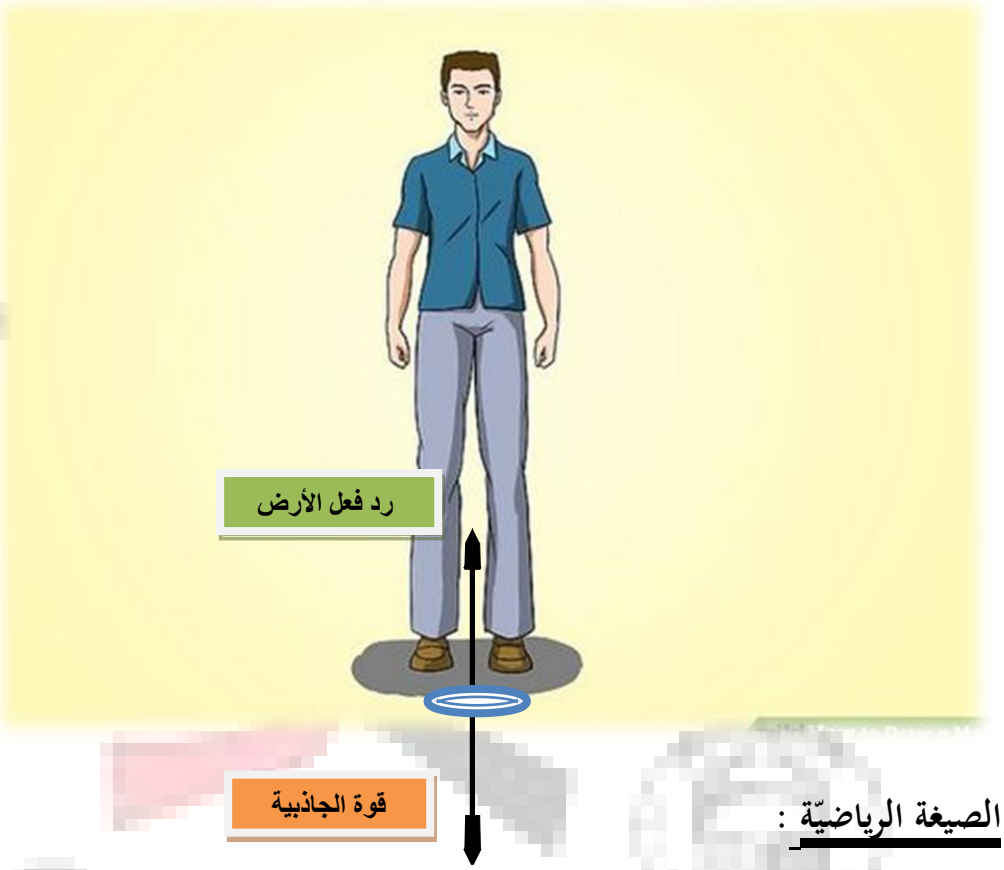
ينص قانون نيوتن الثالث للحركة على أنّ: (لكلّ فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه)؛ حيث يعبّر هذا القانون عن ردة الفعل الناتجة عند التأثير بقوّة من جسمٍ ما على جسمٍ آخر، حيث إنّ القوى دائماً تحدث على شكل أزواج، لذلك عند التأثير بقوّة في جسمٍ ما فإنّ ذلك الجسم سيؤثّر فيه بقوّة بالمقابل تعادل القوّة المبذولة عليه، وما يلي بعض الأمثلة على هذا القانون:[3] تدفع الأرض جسم الإنسان للأعلى، عندما تسحبه قوّة الجاذبيّة الأرضيّة إلى الأسفل. تدفعك عربة التسوق باتّجاه معاكسٍ عندما تدفعها. يؤثّر الحبل بقوّة معاكسة عندما يقوم أحد بسحبه. تدفع الغازات الناتجة من الصاروخ عند إشعاله للأعلى؛ مما يُسبب إنتاج تسارعه.

الفعل ورد الفعل

لتوضيح مبدأ الفعل ورد الفعل لنفرض أنّ شخص ما وقف على الأرض؛ ستقوم قوّة الجاذبيّة الأرضيّة بسحبه إلى الأسفل باتّجاه الأرض، مما يؤدّي إلى ضغط أقدامه اتّجاه الأرض، وتسمّى هذه العمليّة الفعل، وتتمثّل بالقوّة الواقعة على الأقدام ضد الأرض، أمّا ردّة الفعل فهي قوّة ناشئة من الأرض باتّجاه الأقدام. أمّا الصاروخ الفضائيّ فهو عمليّة

انفجار منظّمة؛ حيث في لحظة احتراق الوقود فيه تتوزّع الغازات في كل اتّجاه وباتّجاه معاكس للصاروخ أيضاً، وهنا يمكن تطبيق قانون نيوتن الثالث؛ حيث إنّ الفعل هو انتشار جسيمات الغاز ضد الصاروخ، أمّا ردّة الفعل فهي اندفاع الصاروخ بعكس اتجاه جسيمات الغاز المنتشرة.

(**Frank T. (23-3-2018), "Newton's Third Law of Motion: 4-7-2018. Edited**).



الصيغة الرياضيّة :

الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثالث في حالة السكون هي: **FAB = -FBA** حيث إن **FAB** هي القوة الأولى الناتجة من الجسم الأول وتؤثر على الجسم الثاني، و **FBA** هي القوة الثانية الناتجة من الجسم الثاني والتي تؤثر على الجسم الأول، بحيث إنّ **FAB** و **FBA** متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه

"لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه"

2 - شرح القانون :

أ - إذا ضغطت بيدك على أي جسم صلب متماسك (كالجدار مثلا) فإنك تشعر بأن الجدار يضغط على يدك ، والقوة التي تضغط بها اليد على الجدار تسمي " **الفعل** " والقوة التي يضغط بها الج دار على اليد تسمي " **رد الفعل** " وإذا زادت قوة ضغطك عل الج دار (أي الفعل) شعرت بازدياد ضغط الجدار على يدك في الجهة المضادة (**أي زاد رد الفعل**)

ب - إذا وقفت عل ى الأرض فإنك تضغط بقدميك عليها بقوة تساوي ثقلك **(قوة جذب الأرض لجسمك)**.

ت - إذا علق جسم في طرف خيط وأمسكت بطرفه الآخر فإنك تشعر بأن الخيط بشد يدك رأسيا إلى أسفل وأن يدك تشد الخيط رأسيا إلى أعل ى ، وتلاحظ أن الشد يؤثر في اليد ، بينما رد فعل اليد يؤثر في الخيط نفسه .

ث - إذا تجاذب قطبان مغناطيسيان فإن كلا منهما يجذب الآخر بنفس القوة وتعمل هاتان القوتان في اتجاهين متضادين ، ونلاحظ أنا لفعل يؤثر في أحد القطبين ورد الفعل يؤثر في القطب الآخر .

ج - إذ غمر جسم سائل واستقر في وضعه داخل السائل فإن الجسم يضغط عل ى السائل بقوة وزنه فيدفعه السائل إلى أعلى بنفس القوة ونلاحظ أن قوة الضغط (الفعل) يؤثر على السائل بينما رد فعل السائل يؤثر على الجسم ،**فالفعل ورد الفعل يؤثران في جسمين مختلفين** .

ملاحظة : من الأمثلة العلمية السابقة يتضح لنا أن القو ى المؤثرة على الأجسام تحدث أزواجا (فعل ورد فعل) وهما متساويان في المقدار ومتضادان في الاتجاه، ومع ذلك فإن هذه الأجسام لا تتزن. وذلك لأن أحد ى القوتين تؤثر في جسم ، بينما الأخرى تؤثر في الجسم الآخر .

إن وجود قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه يشير إلى تفاعل بين هذين الجسمين مع بعضهما، وفي المجال الرياضي الكثير من الحركات التي تتطلب وجود قوتين متعاكستين ومتساويتين في المقدار وحسب نوع الحركة ، حيث يمكن أن يكون الجسمين جزأين من أجزاء الجسم ، أو الجسم ذاته مع جسم آخر (كالأرض أو خصم أخر مثلاً) أو الجسم مع الأداة المستخدمة.

وبشكل عام كل حركه يقوم بها الرياضي من جرى أو قفز أو رمي لا يمكن أن تحدث إلا بوجود قوى ، احدهما القوى الداخلية المتمثلة بالقوة العضلية وردود أفعالها العصبية العضلية ، والقوى الخارجية والتي تشمل قوى **الجاذبية**

الأرضية والاحتكاك ومقاومة المحيط (هواء أو ماء)الخ.. ، و العلاقة بين هذه القوى أثناء أداء القفز أو الركض أو الرمي هي التي تنتج الفعل النهائي لهذه القوى من اجل دفع الجسم القفز أو الركض.

ولتوضيح ذلك ، نقول إن في جميع حركات الجري أو حركات القفز هي عبارة عن فعل ورد فعل متبادل بين القوة الداخلية(العضلية) والقوة الخارجية (الجذب) ويكون التأكيد على حركة الدفع بالرجلين بشكل خاص من خلال العضلات العاملة فيها ، وان يكون الدفع هنا بزاوية وخلف مركز كتلة الجسم ، حيث يمكن أن ينتقل الجسم بسبب هذا الدفع نحو الأمام،و يكون تسلسل الدفع بامتداد الوركين (الفخذ) والركبة ثم الكاحل، ولهذا السبب تتحدد السرعة بصورة رئيسية بمستوى قوة العضلات التي تقوم بالانبساط (الامتداد)وخصوصا العضلات ذات الرؤوس الثلاث الخلفية ، وهذه الفكرة تعطي إهمالا للمرحلة التي يكون فيها انثناء في هذه المفاصل (المرحلة التي تكون فيها الرجل المرجحة أمام مركز ثقل الجسم في لحظة الارتكاز) حيث يعتقد إن هذه المرحلة هي أكثر أهمية في تحقيق السرعة في الجري القصير القصوى من المرحلة التي يكون نقطة الارتكاز خلف مركز ثقل الجسم ،

ولتفسير ذلك من خلال قانون نيوتن الثالث ، نقول

إن اللاعب يتمكن من الجري لمسافة قصيرة وبسرعة قصوى من خلال قوى رد الفعل الأرضية وفعل القوة الداخلية، وعلى ذلك فأن هذا التبادل للقوة تمكن العداء من العمل والتأثير على تحقيق السرعة فقط له عندما تكون قدم رجله الدافعة على الأرض (في مرحلة الارتكاز، والتوقف اللحظي، والدفع)، وتكون القوة المسلطة على الأرض مساوية ومقابلة للقوة التي تدفع اللاعب إلى الأمام، ويعتمد حجم القوة بشكل رئيسي على القوة العضلية العاملة في مفاصل اللاعب المشاركة بشكل حقيقي في الحركة، ولهذا السبب ينبغي النظر في موضوع تدريب القوة مثل تلك الخاصة بتقوية العضلات العاملة بالأداء والعضلات الظهرية والبطن على وفق ردود الأفعال التي تستطيع العضلات تحقيقها من اجل الحصول على ناتج أفعال مقابله لها.

3 – الأسس المتعلقة بالقانون الثالث لنيوتن:

وتعتمد الأسس السابقة على بذل قوة عضلية ضد سطح أو جسم وفيما يلي بعض الأمثلة التي توضح كل أساس من الأسس السابقة.

1 – اختلاف السطح وكمية القوة المضادة:

عند بذل قوة ضد سطح ثابت تنتج قوة مضادة تعود إلى الجسم الذي بذل القوة، وكلما قل ثبات واستقرار السطح قلت القوة المضادة (رد الفعل).

مثال: في العدو والوثب يقوم اللاعب بدفع السطح للخلف وذلك للحصول على دفع للجسم، وكلما كان السطح رخواً كما في حالة الرمل أو الطين قلت القوة المضادة، وبالتالي يقل عائد الدفع الذي يتلقاه اللاعب مما يؤدي إلى بذل مزيد من الطاقة لتحقيق الواجب المطلوب منه.

2 – اتجاه القوى المضادة (رد الفعل)

إن اتجاه القوى المضادة يكون في عكس اتجاه القوى المبذولة مباشرة وتكون هذه القوى أكبر تأثيراً عندما تكون عمودية على السطح وذلك لصغر مركبة الاحتكاك.

مثال: للحصول على أكبر ارتفاع في الوثب العمودي يجب تطبيق القوى عمودياً لأسفل- وبتعبير آخر للحصول على أفضل نتيجة في الوثب يجب أن تطبق القوة فوق نقطة الارتقاء مباشرة.

3 – القوى المضادة في حركات الضرب (المضارب والأدوات):

إن كمية القوة المضادة في حركات الضرب (باستخدام المضارب والأدوات المختلفة) تنقل عن طريق الأداة للجسم المضروب مثل الكرة- وتعتمد كذلك على مجموع كمية حركتي الكرة والمضرب عند لحظة الاتصال.

مثال(1) :عند مسك الأداة باليد يجب أن تكون القبضة محكمة لمنع أي ارتداد للأداة للخلف.

4 – القوة المضادة المخزونة لفترة ما:

لو كان السطح أو الأداة المستخدمة تتميز بقدر من المرونة- فإن القوة المؤثرة (الفعل) تؤدي إلى حدوث إنثناء أو انضغاط ويعتبر ذلك بمثابة طاقة مختزنة- وعند امتداد هذا الانثناء يساعد على زيادة القوة المؤثرة على الجسم.

مثال(1) : عند الدفع على سلم القفز في الجمباز أو الغطس يتحرك السلم لأسفل ثم يطبق عند ارتداده قوة على اللاعب وتعتبر هذه القوة عبارة عن قوة رد الفعل مضافاً إليها قوة ارتداد السلم- وبالمثل عند أداء الحركات على الترامبولين والزانة- وعلى ذلك يمكننا أن نقول أنه كلما زاد انثناء أو انضغاط الأدوات المستخدمة زاد رد الفعل (القوة المضادة).

5 – الاتصال بالسطح عند تطبيق قوى ضد أجسام خارجية:

في أنشطة الرمي والدفع والشد والضرب يجب المحافظة على اتصال أحد القدمين أو كليهما معا بالأرض حتى اكتمال بذل القوة المسببة للحركة- فلو كسر لاعب الجلة اتصاله بالأرض قبل أن يكمل دفع الجلة فإن القوة الناتجة سوف تتأثر بذلك كثيراً.

4 – تطبيقات على القانون الثالث لنيوتن في المجال الرياضي :

1- جسم لاعب العدو يتحرك تحت تأثير قوة رد الفعل من مكعبات البداية كنتيجة للقوة المبذولة من الرجلين علي مكعبات البداية ورد الفعل المساوي لنفس هذه القوة و يضادها في الاتجاه هي قوة العضلات وهو رد فعل هذه القوة والتي يتحرك اللاعب تحت تأثيرها من مكعبات البداية .

2- كما تميز لاعب الجري بوجود مرحلة طيران نتيجة لرد فعل الأرض للقوة التي يبذلها بقدميه علي الأرض وتساويه ويعتمد رد فعل الأرض علي عوامل متعددة منها نوع وطبيعة المضمار ومدي مقاومته ومقدار الاحتكاك.

قانون الجاذبية الأرضية لنيوتين:

لقد درس نيوتن قانون الجاذبية الأرضية بعد سقوط التفاحة الشهيرة من الشجرة عليه، وقد صاغ نيوتن هذا القانون في جزئين: الأول: أن كل الأجسام تنجذب لبعضها البعض عن طريق قوة الجاذبية يتناسب عكسي مع مربع المسافة بين الجسمين. والثاني: يتناسب قوة الجاذبية مع الكتلة لكل من الجسمين محدثة التجاذب بينهما.

لذا فقد صاغ نيوتن قانون الجاذبية على النحو التالي.

تتناسب قوى الجذب بين الأجسام تناسب طرديا مع كتلتها وتناسبها عكسيا مع المسافة بينها ، وقد وضع معادلة جبرية لهذا القانون هي

$$Fg = \frac{m1\ m2}{d^2}$$

حيث (Fg) **هي قوة الجذب**

g : هي مقدار ثابت m_1 : كتلة الجسم 1

d : هي المسافة بين الجسم 1 و الجسم 2 m_2: كتلة الجسم 2

ومن المعادلة السابقة يتضح أن كلما **زادت كتلة** جسم من الجسمين فإن **قوة الجاذبية سوف تكون اكبر** ، وكلما **زادت المسافة** بينهما **قلت قيمة الجذب**.

إن من أهم العوامل المحددة للأداء هو الجاذبية الأرضية ، فهي تؤثر بشكل مباشر كما تعمل على التأثير بشكل غير مباشر ، فبدون وجود الجاذبية الأرضية فإن لاعب الوثب الطويل من الممكن أن يؤدي قفزة طولها لا نهائي.

فالقوة الناتجة عن الجاذبية المميزة للكرة الأرضية (**Fg**) غلباً ما يرمز لها بالرمز (**g**)، وفعل الجاذبية الأرضية على جسم اللاعب والأدوات والأجهزة التي يستخدمها في الأنشطة الرياضية من الممكن أن يؤثر على نتائج المسابقات بشكل كبير ، فقد يصل هذا التأثير إلى نسبة 4% سباً أو ايجابياً مثلاً بين موقعين **كالنرويج** و **الإكوادور** ، ويظهر هذا التأثير بشكل واضح في مسابقات الرمي كالجلة والقرص والرمح ، فقد تزيد مسافة رمي الجلة بمقدار (8 سم) لنفس الرمية إذا ما رماها في الإكوادور.

وفى مجال التطبيق البيوميكانيكي، فإن قوى الجذب الوحيدة التي يمكن مناقشتها هي قوى جذب الأرض للأجسام الموجودة عليها.

لذا فإن الفرق الكبير جدًا بين كتلة أي جسم مهما تعظمت وكتله الكرة الأرضية يجعل من قوة الجذب ظاهرة عامة تخضع لها جميع الأجسام في أي موضع على الكرة الأرضية وقوة الجذب التي تعمل بها الأرض على أي جسم هي ما نعرفهالآن بالوزن والمعدل الذي تجذب بهالأرض أي جسم في اتجاهها هو (**9.8 متر /ث**^{2}) وهى محسوبة من كتلة الأرض والمسافة بين سطحها ومركزها.

5 – ملخص للمبادئ والأسس المرتبطة بالحركة

1 -**كل جسم يبقى على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته.**

2 -**يتناسب معدل التغير في كمية الحركة مع القوة المحدثة له ويحدث في اتجاهها.**

3 -**لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.**

4 -**يجب أن تؤثر قوى خارجية لتغيير اتجاه الطيران.**

5 -**لزيادة السرعة الزاوية في المرجحات يجب تقصير قطر الدوران بين مركز الدوران ومركز (الثقل) في حركة المرجحة لأعلى– وزيادة قطر الدوران في حركة المرجحة لأسفل.**

6 -**عند ارتكاز الجسم على الذراعين يجب أن يقع مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز مباشرة.**

7 -**يجب أن يتحرك مركز الثقل في اتجاه الحركة في حركات الوثب.**

8 -يجب في كثير من الحركات التي تؤدي على الحلق أو المتوازي أو العقلة (والتي تتضمن حركات دفع وشد من أوضاع مختلفة) على أن لا يحدث توقف بين هذه الحركات فيجب أن تكون مستمرة.

9 -من الضروري بذل القوة في حركات المرجحة من التعلق عندما يكون الجسم أسفل نقطة التعلق.

10 - عند أداء حركات على الحلق أو المتوازي أو العقلة يجب تقريب مركز الثقل من نقطة الارتكاز في التوقيت المناسب (في نقطة السكون) وذلك لأداء حركة جديدة، وذلك عند تعادل تأثير الجاذبية الأرضية مع قوة المرجحة وينعدم تأثير قوة الطرد المركزية بما يؤدي إلى عدم حدوث تأثير مضاد

11 - في الأنشطة التي تتضمن كمية حركة انتقالية وكمية حركة دائرية يجب أن تتكامل الحركة بصورة انسيابية.

12 - في الهبوط السليم يجب توزيع القوى على مساحة كبيرة من الجسم لفترة زمنية طويلة حتى لا تحدث إصابات.

13 - يجب أن يعمل اللاعب على تقليل أو زيادة قوى مقاومة الهواء أو الماء أو الاحتكاك وذلك تبعاً لمتطلبات واجب الحركة.

14 - في الحركات الدائرية مثل الدورة الهوائية يجب أن يتعلم اللاعب الدوران الكامل في الزمن المتاح له أثناء وجوده في الهواء.

المحاضرة السابعة: خصائص الحركة الرياضية

1-البنـــــــــــــــــاء الحركي (مراحل الحركة أو التركيب الزماني المكاني):

تعتبر الحركات الرياضية من **الحركات المدروسة والمقننة** والتي تسعى إلى تحقيق **هدف حركي** بأسلوب يضمن الوصول إلى **الهدف المنشود** ، ولذا كان من الواجب وفى مجال علم الحركة إن **يدرّس الباحث** ، **المدرّب والمدرّس** أهم **الخصائص التي تميز الحركات الرياضية** عن غيرها من الحركات **العشوائية** أو حركات العمل عن مجال المنافسة أو تسجيل الأرقام .

ودراسة **خصائص الحركة الرياضية** تساعد **العاملين في مجال التربية البدنية و الرياضية** على معرفة **أسلوب الأداء الصحيح** " كما تساعدهم على إدراك الخطأ وأسبابه وبالتالي **تصبح لديهم القدرة على التوجيه السليم للوصول باللاعب إلى أعلى مستوى.** وممن لا شك فيه أن الحركات الرياضية تشترك جميعها في خصائص وصفات عاملة وان لكل حركة بعض المواصفات الخاصة التي تميزها على غيرها من الحركات وسوف نتناول في الصدد **الخصائص العامة للحركة الرياضية** والتي يهتم **علم الحركة بدراستها وتحليلها** حيث أن لها **أثر** مباشر على **فن الأداء** أو بعبارة أخرى أن الأداء **الفني السليم** يجب أن تتوفر فيه عدة خصائص هامة تعتبر **دعائم أو ركائز الأداء الأمثل** والخصائص التي يتناولها على الحركة بالدراسة هي :-

1- البناء الحركي

2- إيقاع الحركة.

3- انتقال الدفع الحركي

4- الإنسيابية.

5- التوقع الحركي.

6- إيقاف أو امتصاص الحركة..

7- جمال الحركة.

2 مفهوم الحركة الرياضية

مصطلح **الحركة الرياضية** يختلف في مضمونة عن مصطلح **الحركة الميكانيكية** فالحركة الرياضية في حقيقتها عبارة عن **مجموعة حركات ميكانيكية** فكما ترى أن **حركات الذراعين والجذع والرجلين تكون** في مجموعها ما يسمى **بالحركة الرياضية** كما أن مصطلح **الحركة الرياضية** قد يطلق على بعض الأوضاع الثابتة التي لا يتم فيها تغيير **المكاني** بالنسبة إلى **الزمن** .

وعلى ذلك فإننا نفضل استخدام **مصطلح المهارة الحركية** بدلا من مصطلح الحركة الرياضية ولكن نلتزم بما هو شائع في مجال التربية الرياضية.

والحركة الرياضية هي أهم المجالات التي يقوم **علم الحركة** بدراستها وتقنيتها ومحاولة إيجاد حلول إلى مشاكلها وقد حظيت الحركات الرياضية باهتمام بالغ في السنوات الأخيرة وخاصة عندما اشتدت المنافسة بين الدول والمقابلات الدولية في الدورات الاولمبية وغيرها من المنافسات الرياضية.

وعرفت الحركة الرياضية بتعريفات منها :

عرفها **برووير** على أنها :

"هي إنتقال الجسم أو احد أجزائه من مكان إلى أخر في اتجاه معين وسرعة معينة. وتتميز الحركة الرياضية عن غيرها من الحركات في كونها حرة مقننة تهدف إلى تحقيق واجب محدد قد يكون هذا الواجب **دقة** و**مدى** و**جمال الأداء** كما هو في حركات الجمباز وقد يكون مدى التوافق والسيطرة على الأداء كما في التمرينات وكرة القدم والسلة وغيرها وقد يكون الواجب الحركي هو السرعة كما هو في مسافات الجري في ألعاب القوى والسباحة عموماً فان طبيعة اللعبة هي التي تحدّد الواجب الحركي هدف الحركة الرياضية بالتوافق **الأمثل** بين **القوى الخارجية** و**القوى الداخلية** وذلك بهدف أن يكون الأداء اقتصادياً . "

الحركات الرياضية هي جميع الحركات التي تستخدم كوسيلة للبناء وتربية الناس والمحافظة على صحتهم ورفع مستواهم الرياضة و...الخ.

و-الحركة الرياضية جميع التمرينات التي تحقق هدف حركيا أو مستوى حركيا.

وعرفها جنس ، **سولتير** :

الحركة هي انتقال أو دوران الجسم أو أحد أجزائه في اتجاه معين وسرعة معينة وفي زمن معين سواء كان ذلك باستخدام الأداء أو بدونها كما أنها أساس الأنشطة المختلفة وهي تحدث غالباً نتيجة انقباض ينتج عنه الحركة أيا كان سواء بالجسم كله أو أحد أجزائه فمن المستحيل أن تحدث حركه بدون إخراج قوة ..

3 -مراحل الحركة الرياضية (البناء الحركي) :

لإنجاز **مهارة** أو **حركة** أو **واجب حركي** معين نجد أن الجسم **يمر بمراحل تساعده على تأدية الحركة** – وبنظرة عامة إلى الحركات الرياضية نجد أنها غير متماثلة في المراحل التي يمر بها الجسم.

ويمكننا تقسيم المهارات الحركية أو الحركات الرياضية إلى مجموعات متماثلة تشابه حركات كل مجموعة في مراحل أدائها وهى :-

1-الحركات الوحيدة.

2- الحركات المتكررة.

3- الحركات المركبة.

4-الجملة الحركية.

أولا/الحركات الوحيدة:

وهي حركة متكاملة يمر الجسم أثناء أدائها بثلاث مراحل تهدف هذه المراحل إلى تحقيق مستوى الأداء الأمثل .

وأمثلة الحركة الوحيدة أو ثلاثية المراحل عديدة من المهارات في مجال التربية الرياضية مثل(رمى الرمح دفع الجلة – الوثب العالي –القفز على الحصان – التصويب لهدف في كرة القدم)

ومراحل الحركة الوحيدة هي :-

1 – المرحلة التمهيدية.

2 – المرحلة الرئيسية.

3 - **المرحلة النهائية.**

1 -المرحلة التمهيدية:

وهى المرحلة التي تسبق المرحلة الرئيسية من الحركة ووظيفة هذه الحركة هي تحصيل القوة اللازمة لانجاز الواجب الحركي .

والمرحلة التمهيدية تظهر بعدة إشكال هي:

1. 1-المراحل التمهيدية في عكس اتجاه الحركة

قد تحدث المرحلة التمهيدية في عكس اتجاه الحركة الأساسي ويحدث هذا عندما تكون الحركة دائرة أي تدور حول محور ثابت.

مثال ذلك(الدوران في القضيب الأفقي (barre fixe)في الجمباز حيث تكون المرحلة التمهيدية للحركة عبارة عن المرجحة للخلف أي عكس اتجاه الجزء الرئيسي من الحركة – ووظيفة المرحلة التمهيدية في هذه الحالة هي وضع مركز ثقل الجسم في أعلى طاقة وضع حيث يتحرك الجسم للأمام محولاً طاقة الوضع إلى طاقة حركة مساوية لها لانجاز الجزء الأساسي من الحركة ، مثال ذلك:

ضرب الكرة بباطن القدم حيث تتحرك القدم للخلف في حركة دائرية محورها مفصل الفخذ

1. 2-المرحلة التمهيدية في نفس اتجاه الحركة:

وقد تكون المرحلة التمهيدية في نفس اتجاه الحركة وهذا ما يحدث عادة في الحركات الانتقالية التي ترسم فيها مسارات نقاط الجسم خطوطا مستقيمة مثال ذلك (الوثب الطويل حيث الاقتراب والارتقاء ، المرحلة التمهيدية وهما في نفس اتجاه الحركة وكذلك القفز على حصان القفز تكون المرحلة التمهيدية في نفس الاتجاه وكذا حركة رمى الرمح حيث تكون المرحلة التمهيدية في نفس اتجاه المرحلة الرحلة الرئيسية للحركة .

1. 3-المرحلة التمهيدية المكررة:

وهى أن تتكرر المرحلة التمهيدية أكثر من مرة ويحدث ذلك عندما يحتاج الجزء الرئيسي إلى سرعة كبيرة . وأوضح مثال لذلك نكرر الدوران قبل رمي المطرقة.

1. 4-المرحلة التمهيدية متعددة المراحل :

في بعض الحركات التي تحتاج إلى قوة كبيرة وخاصة في الحركات الانتقالية نجد أن المرحلة التمهيدية تتكون من مرحلتين أو أكثر.مثال الاقتراب ثم الارتقاء على حصان القفز.....

وفى رمى الرمح نرى أن المرحلة التمهيدية تتكون من الاقتراب ثم الثلاث خطوات الأخيرة ثم تحريك الذراع للخلف مع تقويس الجسم وهو حالة التقوس لزيادة قوة مرمى الرمح.

وقد يضيف بعض اللاعبين للحركات التمهيدية البسيطة بعض الإضافات لزيادة القوة المؤثرة بهدف رفع مستوى الأداء.....

1. 5 اختزال أو إخفاء المرحلة التمهيدية:

في بعض الألعاب يتحتم على اللاعب كبتُ المرحلة التمهيدية كما في الملاكمة.فعلى سبيل المثال إظهار المرحلة التمهيدية للكمة سوف ينبه الخصم إلى نوع اللكمة واتجاهها كما تفقد اللكمة عنصر المفاجأة وهنا يتمكن الخصم من تغطية نفسه وتقديم اللكمة المضادة.

مثال : في لعبة كرة القدم وعند التصويب على المرمى فإذا ظهر المهاجم المرحلة التمهيدية فان حراس المرمى سوف يعرف اتجاه ومسار الكرة وبذلك تفقد الرمية عنصر المفاجأة ويتمكن حارس المرمى من صدها .

1. 6-استخدام المرحلة التمهيدية في الخداع:

في بعض الرياضات يتوقف نجاح المرحلة الرئيسية للحركات على مفاجئة الخصم بها ، وكثيرا يستخدم المرحلة التمهيدية كعنصر فعال في خداع الخصم ، فمثلا قد يظهر اللاعب مرحلة التمهيدية لإحدى المهارات المعروفة فيتحرك الخصم متوقعا للجزء الرئيسي الذي سيؤديه اللاعب وهنا يؤدى المهاجم حركة أخرى مفاجئا بها الخصم ، وهنا يعجز الخصم عن الاستجابة للحركة الجديدة المفاجأة .

ونستخلص من ذلك مميزات الحركة التمهيدية:

- **تكون حركتها في عكس الحركة الأساسية .**
- **تساعد على توليد الطاقة اللازمة كما في المرجحات التمهيدية لقذف القرص .**
- **تعمل على توافر احتمالات التنفيذ الاقتصادي الناجح للحركة الأساسية ..**
- **تعمل على اتخاذ المسافة الطويلة المناسبة لعمل العضلات المشتركة لتأدية المرحلة الرئيسية بكفاءة.**
- **يمكن استخدامها كوسيلة الخداع أو التعزيز.**
- **استغلال القوة وخاصة قوة الجاذبية الأرضية إلى أحسن ما يمكن خاصة في الدورات في الجمباز.**

2 – المرحلة الرئيسية:

هي المرحلة التي تقع عليها الحركة وتتركز أهميتها في الوصول إلى تحقيق غرض الحركة المباشرة.

و هي كذلك المرحلة التي ينجز فيها الحركة المراد تأديتها في هذه المرحلة استغلال القوى المحصلة في المرحلة التمهيدية.

وفى هذه المرحلة أيضاً يظهر مدى التوافق بين القوى الداخلية والقوى الخارجية المؤثرة على جسم اللاعب، كما يظهر شعور اللاعب بالمكان والوسط المحيط به ومدى فهمه لمسار الحركة .

والمرحلة الأساسية يجب أن تكون امتدادا طبيعيا للمرحلة التمهيدية.

فعلى سبيل المثال لا يجب حدوث أي توقف بين الحركات التمهيدية والحركات الأساسية إلا في حالة الحركات التي تدور حول محور ، حيث تكون المرحلة التمهيدية عكس اتجاه الحركة و تنتهي بوضع الجسم في أعلى طاقة وضع ، وعند نقطة التحوّل بين الاتجاه السالب والموجب .

وقد تكون المرحلة الرئيسية عبارة عن حركة بسيطة أو بمعنى أخر قد تكون واجب حركي واحد وقد يكون الواجب الحركي مركب من مركبتين أو من مهارتين .

مثال ذلك.

مرور الحاجز في الوثب العالي ، ركل الكرة في كرة القدم ، الطيران في الوثب الطويل ، دفع الجلة ....الخ من العملية في الرياضات الأخرى

وهنا نرى إن العمل الحركي أو المرحلة الأساسية تتكون من جزئين هما استقبال الكرة ثم تمريرها وفي هذه الحالة يطلق عليها مصطلح الحركة المركبة .

3 -المرحلة النهائية:

هي مدى الحركة، وهذا يعنى الوصول إلى حالة من الاتزان من ناحية ديناميكية الحركة، و يعنى الوصول إلى السكون النسبي عند ترك الجهاز أو الابتعاد عنه، أو في حالة الانتقال أو الشروع في حركة جديدة.

ونجد في مجموعة كبيرة من الحركات و طاقة الحركة تزداد بدرجة كبيرة مما يستوجب بذل مجهود كبير في المرحلة التمهيدية إذا كانت قوانين اللعبة تحتم الثبات ، فعند الانتهاء من التمرين كما في الجمباز ،أو إذا كان من خواص التمرين نفسه صعوبة الوصول إلى الاتزان الثابت ، كما في الرمي والدفع لأنه ممنوع قانونيا تعدى حاجز الرمي أو الدفع .

وهى المرحلة التي تلي المرحلة الرئيسية للحركة أي بعد إتمام العمل الحركي ، واهم واجبات هذه المرحلة هي امتصاص الطاقة الزائدة عن حاجة الأداء أو تحريك أجزاء الجسم في أوضاع تجعل الجسم في حالة اتزان كامل .

مثال: امتصاص الطاقة الزائدة بثني الركبتين عند الهبوط من قفزات حصان القفز....

بداية المرحلة النهائية تكون من أعلى نقطة أو أقصى سرعة للحركة ثم يتدرج في الهبوط أو نقص السرعة حتى تنتهي قوة وسرعة الحركة تماما ويتزن اللاعب.

تزداد أهمية هذه المرحلة في بعض الألعاب مثل لعبة الجمباز التي تحدد طريقة الهبوط وتحدد له جزء من درجة تقويم اللعبة .

قد لا يحدث امتصاص للطاقة الزائدة في المرحلة النهائية ويحدث هذا عندما تكون المرحلة النهائية عبارة عن حركة تمهيدية لحركة أخرى عن الحركة الأولى .

ثانيا: الحركة المتكررة:

وهي حركة يتكرر أداؤها بصورة انسيابية أو تعاد عدة مرات بنفس الشكل الانسيابي وهي حركة ذات هدف واحد ، والحركة المتكررة على عكس الحركة الوحيدة ذات مراحل أو أقسام ،إن الحركة المتكررة لها غالبا مرحلتان أو قسمان فقط ولكن إذا ما كان الأداء بطيء جدا فلسوف يظهر لنا ثلاث مراحل.

وهناك العديد من الحركات الرياضية التي تنتمي إلى هذا النوع من الحركات مثل المشي ، الجري ، السباحة ، وركوب الخيل ، والحركات المتكررة وقد يطلق عليها اسم الحركة ثنائية المراحل وذلك لان مراحل الحركة تظهر كما لو كانت مرحلتين فقط لان مراحل الحركة المتكررة هي:.

1 -**المرحلة المزدوجة:**

و هي تطابق كل من المرحلة التمهيدية على المرحلة النهائية.

المرحلة الأساسية:

وفيها يتم انجاز العمل الحركي ، كما سبق أن اشرنا في الحركة الوحيدة ولتوضيح ذلك تأخذ مثل السباحة عند خروج الذراع من الماء ، تبدأ الحركة المزدوجة و تنتهي عند دخول اليد في الماء وعند دخول اليد في الماء تبدأ الحركة الأساسية ...

هذا ونلاحظ أن هناك عدة إشكال للحركة المتكررة نلخصها فيما يلي:

أ . الحركة المتكررة (البسيطة):

وهي أن يؤدي الجسم كله حركة واحدة ويستمر في تكرارها مثل الوثب لأعلى أو حركة الجسم في التجديف .

ب . الحركة المتكررة (المتبادلة):-

وهي أن تؤدب بعض أجزاء الجسم حركة متكررة ولكن بصورة متبادلة عندما يؤخذ احد أعضاء الجزء الرئيسي من الحركة يكون الجزء الثاني من الجسم في المرحلة المزدوجة من الحركة ولتوضيح ذلك نأخذ مثال السباحة الحرة ، نجد أن كل ذراع على حدة يؤدى حركة متكررة ولكن عندما يؤدى الذراع الأيمن من الجزء الرئيسي من الحركة أي عندما يكون في الماء يكون الذراع الأيسر خارج الماء أي في المرحلة المزدوجة ثم في عكس العمل بالنسبة للذراعين وهكذا.

وأمثلة هذا النوع كثيرة كالمشي و الجري.....الخ

ج. الحركات المتكررة المتلازمة (المتتابعة)

وهي أن تؤدى أجزاء الجسم المتقابلة نفس الحركة المتكررة وفي نفس الوقت وأوضح مثال لذلك سباحة الدولفن.

د. الحركات المتكررة المركبة :

وهي عبارة عن تكرار مجموعة من الحركات (جمل حركية) بصفة مستمرة وأوضح مثال لذلك سباقات الحواجز حيث يقوم اللاعب بتكرار الثلاث خطوات ما بين الحواجز ثم الارتقاء الفردي ثم المرور ثم الهبوط.

ثالثا: الحركة المركبة:

الحركات المركبة هي عبارة عن حركتين أو أكثر ويتم الربط بين كل من مرحلتيها الأساسيتين ويمكن تحديد لواجب الحركي لكل حركة على حدى .

ولإيضاح ذلك نقدم **مثال**: لاعب كرة السلة وهو عندما يقفز اللاعب لإستقبال الكرة ثم يقوم بتصويبها إلى الهدف ثم يهبط على الأرض .

وبتحليل هذه الحركة وبتتبع مراحلها نجدها على النحو التالي :

*مرحلة تمهيدية واحدة وهي مرحلة ثني الركبتين قليلا ثم دفع الأرض لأعلى..

– المرحلة الأساسية الوثب لأعلى بهدف الوصول بالجسم إلى أعلى ارتفاع ثم استقبال الكرة ، ثم التصويب نحو الهدف، وهنا يتضح لنا أن هناك ثلاث أعمال حركية مختلفة أداها اللاعب ولم يؤدي إلا مرحلة تمهيدية واحدة.

– المرحلة النهائية: وهي هبوط اللاعب إلى الأرض.

مما سبق يتضح لنا إن الحركة المركبة عبارة عن مرحلة تمهيدية مشتركة ثم مرحلتين أساسيتين أو أكثر مرتبطتان ببعضهما بصورة مباشرة ثم مرحلة نهائية مشتركة.

رابعا/ الجملة الحركية:

وهي عبارة عن وصل حركتين ببعضهما بحيث تكون المرحلة النهائية للحركة الأولى هي نفسها المرحلة التمهيدية للحركة الثانية.

مثال: مثلا في الجملة الحركية وصل الحركات في لعبة الجمباز سواء على أجهزة أو عند أداء الجملة الحركية الرياضية.

-وزن الحركة (ديناميكية الحركة أو الإيقاع).

يفهم من اصطلاح وزن الحركة انه حركة الأجزاء المترابطة لمهارة ما ويعني الفترات المتبادلة بين الشد والاسترخاء اللذين **يكوّنان المهارة ، وتعتبر انسيابية الفترة بين الشدّ والاسترخاء** وعدم ظهور حدود واضحة بينهما أحسن **علاقة لحركة الأجزاء المترابطة المكوّنة للمهارة** ، وقد عرف دياتشكوف (Diatchkow) ، وزن الحركة "**بأنه الفترة الزمنية بين مراحل المهارة والتداخل بين أجزائها وكذلك العلاقة بين شد واسترخاء العضلات** ".

المحاضرة الثامنة: الإيقاع الحركي

2-الإيقـــــــــاع الحركي

1 مفهوم الإيقاع الحركي :

يبدو أن أول من استخدام مفهوم ومصطلح الإيقاع هم **اليونانيون** القدماء تحت مصطلح والذي كان يعني لديهم في ذلك الوقت الانسياب المقنن، حيث أخذوا هذا المفهوم من **الحركة المنتظمة والمستمرة لأمواج البحر** (سيد عبد المقصود) 1986و(آميل جاك) واحد من الذين يرجع الفضل لهم في ظهور أهمية **الإيقاع في المجال الحركي عامة والمجال الموسيقي خاصة**، وهو واحد من الموسيقيين المشهورين في عصره، حيث أنشأ معهده المعروف باسمه في سويسرا وجعل منه مادة للدراسة (حامد عبد الخالق) 1982.

وقد أخذ الإيقاع بعد ذلك أبعاداً أخرى في مجال الحركة عندما استخدام بعد ذلك تحت مصطلح الوزن الحركي حيث كان في مجال الموسيقى، وفي مجال العلوم التربوية أخذ الإيقاع بعد ذلك بعداً فلسفياً عندما ارتبط بالحياة ارتباطاً وثيقاً في جميع مجالاتها، حيث عرفه ماتي لوتس "Maty lots" الإيقاع هو الحياة والحياة مملوءة بالإيقاعات وبذلك فالحياة ما هي إلا إيقاعات مختلفة متباينة.

وبصفة عامة يلعب الإيقاع في الحياة دوراً كبيراً وخصوصاً في الحركات المختلفة والمستمرة لأجهزة أي كائن حي. والتي يربطها إيقاع معين يعطيها الشكل المميز لها والتي قد تعيد نفسها في فترات مختلفة قصيرة أو طويلة كحركات الحيوانات ذات الخلية الواحدة عن (ماينل) 1997 وقد تكون الحركة وإعادتها بالإدارة كالانتقال من اليقظة إلى النوم، أو تكون خارجة عن الإرادة كالانتقال من النوم إلى اليقظة، أو بالنسبة لإيقاعات الأجهزة الداخلية للجسم.

وعلى ذلك عرف داندي الإيقاع بأنه تنسيق النسب بشكل منتظم في كل من المساحة والزمن، أما ما ينل فعرفه بالتقسيم الديناميكي الزمني للحركة "أي العمل التبادلي والمستمر والمنسجم بين كل من الشد والاسترخاء والذي يحكمه كل من الزمن والقوة الخاصة بأجزاء الحركة.

2 مجالات الإيقاع:

مجالات كثيرة ومتعددة، فلم يقتصر على مجال دون آخر، ومجال التربية البدنية والرياضة واحد من تلك المجالات والتي يمثل الإيقاع فيها دوراً كبيراً وخصوصاً في مجال التعليم والتدريب الرياضي، وعلى ذلك نعرض فيما يلي مجالات الإيقاع المختلفة:

المجال الأول: الإيقاع والطبيعة.

المجال الثاني: الإيقاع والحياة.

المجال الثالث: الإيقاع الحركي والإيقاع الموسيقي.

المجال الرابع: الإيقاع البيولوجي.

إيقاع الحركة الرياضية

الإيقاع الحركي مصطلح استخدم لدلالته على إحدى خصائص الحركات الرياضية الهامة ، ومما لا شك فيه أن خبراء التربية الرياضية قد استعاروا هذا المصطلح من العلوم الموسيقية ، وطور المفهوم حتى يتناسب مع طبيعة الأداء الحركي ، ولذا كان من الضروري عند مناقشة موضوع الإيقاع أن نعرف أصل المصطلح وما يدل علية

الإيقاع:

ويعرف العالم ،،ماتى لوتس ،، الإيقاع فيقول " **الإيقاع هو الحياة_ والحياة هي الإيقاع** "، وبنظرة تأمل لظواهر الطبيعة التي حولنا نلاحظ وجود الإيقاع في نظام الكون فمثلا تدور الأرض حول محورها في إيقاع ثابت معين ينتج عنه تعاقب الليل والنهار _ ونلاحظه فى أصوات الآلات والماكينات التي تملأ حياتنا اليومية .كما نلاحظ أن لكل آلة إيقاعها الخاص المميز لها، وحتى الإنسان نفسه نجد له إيقاعات متميزة مثل ضربات القلب وحركات التنفس ، ونلاحظ أيضا تغير سرعة الإيقاع في الإنسان تبعا لظروفه النفسية أو عندما يقوم بمجهود بدني مرتفع الشدة.

والإيقاع إما أن نلمسه بالعين أو بالسمع.إما ما نلمسه بالعين فيوضح عند ملاحظة حركة منتظمة سواء كانت من الطبيعة أو من آلة أو حتى في حركة الإنسان بإيقاعها حتى دون سماع صوتها.

تحرك عجلات القطار أو حركة الماكينات في الصناعة ونشعر عند رؤيتها حتى في فيلم صامت أنها ذات إيقاع منتظم، وأيضا عند ملاحظة حركة الإنسان في المشي والجري نشعر بأنه يتحرك وفق إيقاع ثابت، وقد يختلف الإيقاع من فرد إلى آخر.

الإيقاع الحركي:.

هو احد الأساليب التربوية التي تعمل على إيجاد ترابط بين السمع وبين حركات الجسم، ويعرفه البعض **تعريفا إجرائيا على انه:**

"الإيقاع الحركي علم وفن في آن واحد ينى على الإحساس والإدراك والأداء يعمل على الاندماج التام بين الذهن والسمع وأعضاء الجسم "

وعملية تدريب الفرد على الإيقاع الحركي تبنى على تكرار عدد الأفعال النفسية والعضلية حيث يتطلب أداء هذه الأفعال استجابة سريعة من أعضاء الجسم للأوامر أو المثيرات الصادرة من الجهاز العصبي. والإيقاع الحركي يستثير الذكاء والقدرة على التركيز وينمى ملكة التذوق والإحساس والتوافق.

وشاع استخدام هذا المصطلح منذ زمن بعيد وقد ظهرت العديد من الآراء في تفسيره في مجال الحركة، وبعيدا عن النظرة الفلسفية لمفهوم الإيقاع فانه يمكن تعريفه

بأنة التقسيم الزمني للحركات وما يتضمنه من عمل ديناميكي متبادل بين الشد والاسترخاء أو العمل والتوقف.

وانطلاقا من هذا المفهوم فان الأداء الرياضي ملئ بأشكال متنوعة من الإيقاع الحركي التي يصعب حصرها فحركات الإنسان سواء العامة أو الرياضية هي مجال خصب لمناقشة مفهوم الإيقاع الحركي ..

ولكي نوضح مفهوم الإيقاع في الحركة فأنة يمكن أن القول أن الإيقاع شكل من أشكال التنظيم لكل من البعد الزمني الخاص بعمل أو استرخاء العضلات في كل وحدة زمنية وحدات البعد الأول اى البعد الديناميكي .

فالبعد الزمني يعنى **المساحات الزمنية الخاصة بكل جزء من أجزاء الحركة** والذي يعتبر في حد ذاته مقياسا لكل من عمليات التعلم الحركي والتقدم في المستوى **أما البعد الميكانيكي** فهو **يعنى معيار للأشكال التي يتخذها القوى المصاحبة للحركة** ، وفى كل جزء منها التي يمكن قياسها بمقدار ما يبذل من طاقة أو عن طريق الأجهزة الحديثة.

اى أن الإيقاع الحركي يعنى في النهاية ميزان لأجزاء الحركة من حيث القوى المبذولة في الأزمنة المحددة.

ويعتبر التوقع الحركي من الظواهر الخارجية لتقويم الحركة ويأخذ وضعا مميزا عند التحليل الحركي الوصفي لها.

إيقاع الحركة الرياضية

تأثر مفهوم إيقاع الحركات الرياضية بمفهوم الإيقاع الموسيقى ، ألا أنهما غير متطابقين تماما.

وهذا يعنى توزيع الجهد المبذول على زمن الحركة ، أو بعبارة أخرى أن إيقاع الحركة يعنى التوزيع الأمثل لانقباض وارتخاء العضلات خلال زمن الحركة ، وهذا يعنى تقسيم دفعات القوة على مراحل زمنية اى تنظيم إخراج القوة بالقدر الأمثل في الزمن المناسب.

ولقد استخدم مصطلح الإيقاع في الحركة في مختلف الأنشطة الرياضية فكثيرا ما نسمع عن إيقاع الوثب أو الجري و خاصة في مسابقات الحواجز كما أصبح شائعا استخدام مصطلح الإيقاع في الحركات المتكررة مثل السباحة والتجديف والتمرينات والجمباز.

والإيقاع خاصية هامة من خصائص الحركة الرياضية فكل حركة لها إيقاعها الخاص (**الذي يسعى المدرب أو المعلم إلى تعليمه للاعب بهدف تحسين مستوى أداءه**).

في حين أن كل لاعب له إيقاعه الخاص في الأداء ، وهنا تظهر مهمة المدرب وهي تطوير إيقاع الفرد في الأداء حتى يتمشى مع الإيقاع الأمثل للحركة .

ولقد وجد أن قدرة الأفراد على استيعاب إيقاع الحركة متباين ويرجع ذلك إلى الفروق الفردية بين الأفراد في أنماطهم العصبية كما دلت التجارب على أن المرأة على مر المراحل السنية المختلفة اقدر من الرجل على استيعاب إيقاع للحركات السهلة ، وهذا يفسر ميل البنات إلى الأنشطة التي تؤدى بمصاحبة الموسيقى .

3 أهمية إيقاع الحركة:.

1. يعمل الإيقاع على إيجاد التبادل الأمثل بين الانقباض والانبساط فى العضلات مما يجعل الأداء اقتصاديا للطاقة المبذولة .
2. يعمل الإيقاع على تأخير ظهور مظاهر التعب على اللاعبين ولذلك لان الانقباض والانبساط يساعدان على سرعة الدورة الدموية وهذا يعنى إمداد العضلات بالأكسوجين والطاقة اللازمة لأداء الحركة.
3. الإيقاع الصحيح للحركة يرفع مستوى الأداء وهو يساعد اللاعب على تحريك أجزاء جسمه في مسار الحركة الصحيح، ويساعد إيقاع الحركة في تحديد أجزاء الحركة التي تحتاج إلى معدل اعلي من القوة.

الإيقاع الجماعي:.

في مجال التربية البدنية نلاحظ الإيقاع الجماعي حين نشاهد فريق شد الحبل ، أو التجديف أو العروض الرياضية والرقص الشعبي ونلجأ عادة إلى الإيقاع الجماعي في الحالات الآتية :

1- في الحالات التي نحتاج فيها تجميع القوة وتركيزها في لحظة زمنية محددة كما في شد الحبل والتجديف.

2- لمشاركة الآخرين وجدانيا مثل الرقصات الشعبية، وتشجيع الفرق الرياضية.

3- يلجا إلى الإيقاع الجماعي كوسيلة لتأخير ظهور التعب اى التغلب على التعب النفسي الذي يسبق عادة التعب الحقيقي اى التعب الفسيولوجي.

4- في العروض الرياضية، بهدف وحدة الأداء وإظهار جمال الحركة وتناسق التشكيلات.

5- في المواقف التي تتطلب نظام ووحدة حركة مثل تحرك الجنود في تحركات منتظمة أو تحرك التلاميذ.

وقد يبدو أن هناك تعارضا بين ما ذكر سابقا إن هناك إيقاع خاص بالفرد وانه من الصعب أن نجد لاعبين يؤديان مهارة واحدة بتوزيع زمني واحد وبين ما نناقشه بان هناك حالات يجب أن نلجأ فيها إلى الإيقاع الجماعي والواقع أن التوفيق بين الإيقاع الفردي والإيقاع الجماعي يتم دون صعوبة لان الفرد بطبيعته يميل إلى مشاركة الجماعة في إيقاعهم ، وتستغل هذه الظاهرة في علاج بعض الحالات المرضية، فعلى سبيل المثال نلاحظ في درس التربية البدنية إن بعض المعوقين ذوى الإيقاع الحركي غير الطبيعي يحاولون اكتساب إيقاع حركة باقي زملائهم ،كما أن هناك طريقه تدل على أن ميل الإنسان الطبيعي لمشاركة الآخرين في إيقاعهم ميل غير إرادي والظاهرة التي نتحدث عنها يمكن أن نراها في مباريات كرة القدم فأن ما لاحظنا المتفرجين وهم يشجعون فريق خصوصا في المواقف الحرجة ، أن بعضهم يؤدى نفس حركات اللاعبين في الملعب بطريقة لا إرادية وتشتد حركة المتفرج تبعا لمدى حماسه .

ومن الملاحظ أن اكتساب الإيقاع الجماعي يكون أسهل عند أداء الحركات المتكررة مثل المشي والجري والتجديف..الخ، عنه عند أداء الحركات الوحيدة حيث لكل حركة توزيعها الديناميكي المعقد.

أما إيجاد إيقاع جماعي عند أداء الجمل الحركية فان ذلك أمر صعب للغاية وقد يكون مستحيلا في بعض الأحيان.

تنظيم الإيقاع الحركي:.

لتنظيم الإيقاع الحركي لابد أن يكون التلميذ أو اللاعب قد تدرب على أداء الحركة كاملة ثم يبدأ المعلم في تعليمة وإكسابه الشعور بمدى الحركة الصحيح والزمن اللازم لأدائها ، ثم يبدأ المعلم بتحديد مدى وزمن كل مرحلة من مراحل الحركة بمؤثرات صوتية مميزة ويمكن للمعلم تنظيم إيقاع حركة التلاميذ باستخدام:

التصفيق، استخدام العد ، استخدام عبارات صوتية تدل على التوزيع الديناميكي للحركة استخدام الصفارة.

استخدام الطريقة المثلى والفعالة في الموسيقى .

وقد يستخدم المعلم أكثر من طريقة من هذه الطرق بغرض تعليم الإيقاع الصحيح للحركة.

وفى حالة تعليم الإيقاع الجماعي يعلم التلاميذ الحركة الصحيحة أولا ثم يبدأ المعلم في توحيد الأداء بين جميع التلاميذ باستخدام إحدى الطرق السابقة الذكر، وهذا ما يتبع عادة عند التدريب على العروض الرياضية..

ونستخلص أن :

- التركيب الديناميكي الزماني للحركة يعنى مسار القوة خلال الأداء الحركي (وزن الحركة).
- يلخص البعض بين التوقيت والإيقاع، ولإيضاح ذلك نذكر أن التوقيت هو زمن الحركة إذ أنه يمثل التدريب الزمني الديناميكي للحركة معا وهو يمثل القوة والزمن في أداء الحركة.
- الإيقاع هام جدا للمدرب لمعرفة مسار القوة وتنوعها خلال الحركة خاصة في الجمباز والتمرينات الفنية والمصارعة والجيدو....

المحاضرة التاسعة: مراحل الحركة

3– النقـــــل الحركي

1 – مفهوم النقل الحركي :

من المعروف أن أي حركة رياضية لا تتم بصورة صحيحة إلا إذا اشتركت جميع أجزاء الجسم في أدائها ، يشرط أن يكون هناك تناسق تام بين حركات أجزاء الجسم وان تعمل جميعا على انجاز واجب حركي مراد تحقيقه .

وأجزاء لا تتحرك في وقت واحد أو بسرعة واحدة فالجسم يحتوي على عديد من المفاصل تعمل على تحريك الجسم في أجزاء مختلفة وبأشكال مختلفة ، وقد يظهر لنا بوضوح ذلك عند مشاهدتنا لفيلم سينمائي يغرض ببطء للاعب يؤدي رمى الرمح بصورة جيدة .

وهنا نلاحظ بوضوح حركات الجسم المتتالية، فالحركة الأولى هي **حركة الجذع** تتبعها **حركة الذراع الرامية** وحتى **حركة الذراع الرامية** نجدها تتم بتتابع حركة أجزاء الذراع، العضد ثم الساعد –ثم الكف.

و هذا معناه أن الحركة تنتقل من عضو إلى أخر حتى تنتهي بالعضو المكلف بأداء الحركة حيث تنتهي بالكف والأصابع ومنها إلى الجلة.

ومن هذه الأمثلة نشعر أن هناك ظاهرة حركية مشتركة تتميز بها غالبية الحركات الرياضية هذه الظاهرة هي ما يطلق عليها مصطلح النقل الحركي، والنقل الحركي عادة ما يلجا إليه الجسم البشرى لزيادة قوة أو سرعة العضو المكلف بالأداء .

فدفع الجلة إذا ما أداها اللاعب من الثبات مستخدما قوة ذراعه فقط نجد أن مسافة انطلاق الجلة محدود فإذا ما أشرك اللاعب الجذع في الأداء نجد أن مسافة تحريك الجلة قد زاد في الأداء فان المسافة التي تدفع لها الجلة تزيد أكثر .

لذا فإننا نعتبر النقل الحركي من أهم خصائص الحركات الرياضية نظرا لان الحركة الرياضية كما سبق أن اشرنا ،حركة ذات هدف وذات مستوى أي انه لا يكفي أن يكون للاعب القدرة على أداء الحركة بل يجب أن يكون الأداء على مستوى يتناسب مع **المعدلات القياسية** لهذه الحركة ،وهذه إحدى المهام التي يسعى علم الحركة إلى دراستها وهي الوصول إلى مستوى يسمح بإمكانيات وطاقات الإنسان . والنقل الحركي هو احد الخصائص الحركة التي تمكن اللاعب من زيادة معدلات أدائه ، فهو يعمل على زيادة معدل تسارع الجسم خلال المدى الحركي ولذا يجب أن لا يكون هناك توقف في بين حركة العضو وأخر بل تكون متداخلة .

2 أنواع النقل الحركي:

- **نقل الحركة من الجذع إلى الأطراف:**

ويظهر هذا النوع بوضوح في معظم حركات الجمباز ، في الحركات التي تتطلب حركة سريعة وقوية في الأطراف كالملاكمة ، والكاراتيه والمشي في العاب القوى والسباحة .

- **نقل الحركة من الأطراف إلى الجذع**

ويظهر هذا النوع في المشي والجري والوثب وحركات الدحرجة في الجمباز حيث يتم نقل الحركة من الأطراف التي تتحرك بسرعات عالية إلى الجذع في حالة تحريكه

3 اتجاه النقل الحركي:

نعلم أن الحركة هي عبارة عن انتقال الجسم ما في زمن ما هذا الانتقال لابد أن يكون له اتجاه .

وفى الحركات الرياضية نجد أن حركة الجسم أو حركة أجزائه توجه دائما لخدمة وانجاز الواجب الحركي المراد انجازه وعلى ذلك يمكن أن نقول أن النقل الحركي اى كان نوعه يوجه نحو هدف الحركة. اى أن هناك علاقة بين النقل وواجب الحركة فإذا كواجب الحركة هو تحريك أداة أو تعامل الجسم مع الظروف المحيطة ، فان النقل الحركي يتم من الجذع إلى الأطراف اى فى اتجاه العضو المكلف بانجاز الحركة .كما في دفع الجلة ورمى الرمح وأما إذا كان الواجب الحركي هو تحريك الجسم كله كما هو الحال عند الوثب أو القفز وفى حركات الجمباز فان النقل الحركي يتم من الأطراف إلى الجذع والإطراف هنا تعنى الزراعيين والرجلين فقط حيث أن حركتيهما تساعد على انجاز الواجب الحركي أما الرأس لا يتعدى عملية التوجيه وتحديد المسار الحركي

ونستخلص ما يلي :

1 – إن المرحلة الأساسية للركلة لا تبدأ في المفاصل كلها مرة واحدة ولا في كل الجسم في نفس الوقت لكن نجد إنها تبدأ بمفصل أو أكثر ثم تتوالى في باقي أجزاء ومفاصل الجسم

2 – أن الحركة مع بدية سريانها في أجزاء جسم الإنسان تبدأ في قوة ثم تتزايد سرعتها خلال سريان الحركة.

وتوالى الحركة في مفاصل وأجزاء الجسم وتزايد السرعة تظهر في مختلف الحركات الرياضية مع بدء الحركة حتى انتهائها ....

4-انسيابية الحركة

1 -مفهوم انسيابية الحركة:

انسيابية الحركة ظاهرة ذات أهمية قصوى للأداء الحركي فهي إحدى الخصائص المميزة للحركة الرياضية وتعتبر معيار أساسي في تقويم مستوى الأداء الحركي .

وانسيابية الحركة تعنى **التوافق الأمثل** بين جميع أجزاء الجسم عند أداء الحركة الرياضية وهي **تعاقب مراحل الحركة** دون توقف وانسيابية الحركة من الظواهر التي تثير التساؤل عند دراسة الحرة الرياضية فتوافر الانسيابية ، يعنى صحة الأداء الفني وقدرة اللاعب على تطويع تجميع أجزاء جسمه لانجاز هدف الحركة وهذا لا يأتي إلا إذا كان اللاعب قد تمكن من :

_ الفهم التام لخط سير الحركة ونقاطها الفنية.

_ القدرة على تحصيل القوة اللازمة لأداء فى المرحلة التمهيدية.

_ الاقتصاد في الطاقة والمجهود.

_الإحساس بإيقاع الحركة.

وانسيابية الحركة تظهر لنا بوضوح إذا ما لاحظنا ربط مراحل الحركة بعضها ببعض..

فمثلا ، في الحركات الوحيدة ذات الثلاث مراحل نلاحظ انسيابية الحركة تظهر لنا وصول المرحلة التمهيدية بالمرحلة الأساسية وأمثلة ذلك في الجمباز " مهارة القفز على الحصان ،، تمثل الانسيابية في استمرار الأداء بين الجري والارتقاء كمرحلة تمهيدية وبين الطيران الأول والمروق والطيران الثاني كمرحلة أساسية .

وفى العاب القوى مسابقة الوثب العالي تتمثل الانسيابية في ربط مرحلة الاقتراب وحركة الوثب والمرور فوق العارضة .

وفى مسابقة دفع الجلة تتمثل الانسيابية في وصل مرحلة الزحف أو مرحلة دفع الجلة.

أما في الحركات المتكررة فأن الانسيابية تظهر بوضوح في وصل المرحلة المزدوجة مع المرحلة الرئيسية.

فمثلا سباحة الزحف تظهر انسيابية الحركة في ربط حركة زراع داخل الماء وهي المرحلة الرئيسية مع حركة الذراع خارج ا لماء وهي المرحلة المزدوجة .

وهي الحركات المركبة أو في الجملة الحركية حيث يتحتم على اللاعب ربط حركتين أو أكثر مع بعضهم.فأننا نلاحظ في هذه الحالة أن الانسيابية تظهر بصورتين:

الأولى : انسيابية في ربط أجزاء كل حركة وهو ما سبق أن تكلمنا عنه.

والثانية : هي الانسيابية في ربط حركتين متتاليتين.

والانسيابية هنا تعنى أن عدم توقف الأداء بعد الحركة الأولى وعدم وجود حركات إضافية بين الحركتين وهذا يعنى أن الانسيابية تتوافر في ربط حركتين إذا ما كانت المرحلة النهائية للحركة الأولى هي نفسها مرحلة تمهيدية وناجحة للحركة الثانية.

الإنسيابية من وجهة نظر الميكانيكا الحيوية تعنى وجود توافق بين أجزاء الجسم المختلفة وهذا يحدث في حالتين:

1 -أما بتعاقب ظهور القوى اى أن لحظة نهاية القوة الأولى تكون هي بداية تصعيد القوى.

ومثال ذلك: الجري ثم الارتقاء

2 -حدث الانسيابية من تلازم ظهور القوى أي أن لحظة تسير جميع القوى الصادرة من أجزاء الجسم تظهر في لحظة زمنية معينة واحدة...

2 تقويم انسيابية الحركة

ذكرنا فيما سبق إن انسيابية الحركة تعتبر مقياسا لمستوى الأداء كما أنها من الخصائص الهامة للحركات الرياضية التي يجب توافرها ، والمشكلة تصادف الباحثون في مجال دراسة الحركة الرياضية هي كيف نحكم عل حركة ما ، من حيث توافر خاصية الانسيابية أو عدم توافرها .

وفي الواقع أن وجد عدة اتجاهات يمكن أن يتبعها الباحث للحكم على مدى انسيابية الحركة.

الإتجاه الأول الملاحظة الخارجية:

إن الملاحظة الخارجية لخط سير الحركة أسلوب علمي معترف به ويتلخص في أن الباحث يلاحظ اللاعب بدقة أثناء أدائه للحركة المراد الحكم عليها ويحدد ملاحظته:

1 - اكتمال خط سير الحركة

2 - مدى تحقيق مراحل الحركة للواجب الحركي.

3 - عدم وجود توقف بين مراحل الحركة

ويعاب على هذا الأسلوب أن العين المجردة قد يصعب عليها تحديد فترات التوقف إذا كانت الحركة سريعة . كما أن الباحث يجب أن يكون على قدر كبير من الفهم لطريقة أداء هذه الحركات ومداها وإيقاعها، تفاديا لهذه العيوب فأن الملاحظة الخارجية للأداء يمكن أن تجرى عن طريقة ملاحظة الفيلم السينمائي البطيء. وتسجيل نفس الملاحظات السابقة ، وعموماً الملاحظة الخارجية أسلوب اعتباري تقديري تدخل فيه وجهة النظر الشخصية وعلى العموم فأننا نحتاج إلى هذا الأسلوب إذا ما أردنا إطلاق الحكم السريع على أسلوب أداء اللاعب وهو ما نلاحظه دائما أثناء التدريب ، حيث يلجأ المدربين إلى الملاحظة الخارجية للحركة لتقويم أداء لاعبيهم ..

الاتجاه الثاني دراسة مجال الحركة (خط سير الحركة)

دراسة خط سير الحركة من الأساليب التي تتبع عادة في إجراء الأبحاث العلمية وهي أكثر دقة حيث لا تعتمد على التقدير الشخصي والخطوات المتبعة في استنتاج النتائج والحكم على انسيابية الحركة عن طريق دراسة مسارها الحركي تتلخص

فيما يلي :

أ – تصوير الحركة المراد دراستها "وفق المواصفات العلمية "

ب – رسم خط سير الحركة " حسب المواصفات العلمية "

ت – استخراج النتائج

و استخراج النتائج والحكم على انسيابية الحركة يظهر لنا بوضوح خط سير الحركة إذا ما توافر خطوط سير الحركة المواصفات التالية:

1 – مراحل الحركة تظهرها أجزاء من خط سير الحركة بصورة مميزة

2 – خط سير الحركة يتم في شكل أقواس أو دوائر

3 – تغير الاتجاهات يظهر على شكل أقواس وليس على شكل زوايا حادة

4 – خط سير أجزاء الجسم يعمل في اتجاه الحركة العام ..

الاتجاه الثالث زمن الأداء الحركي أو سرعة الحركة:

وهذا الأسلوب يقوم على دراسة المنحنيات التي تسجل علاقة المسافة بالزمن (السرعة) المأخوذة من جهاز تسجيل السرعة.

و استخراج النتائج والحكم على انسيابية الحركة يظهر لنا في هذا الأسلوب من الدراسة على النحو التالي

1 – أن اى تغير السرعة الأداء يجب أن لا يتم مفاجئا بل بصورة تدريجية

2 – أن نقاط الجسم المختلفة لا يمكن أن تثبت أثناء الأداء

الأداء باستثناء الأداء باستثناء نقاط الارتكاز وعلى ذلك فأن التغير الفجائي في منحنى السرعة على زمن يعنى بالضرورة عدم وجود انسياب في الحركة، كما ثبت أن احد أجزاء الجسم يعنى أيضا فقدان الانسيابية.

الاتجاه الرابع : دراسة ديناميكية الحركة :

اى دراسة العلاقة بين الشد والارتخاء اى (التوزيع الزمني للقوة) وتستخدم هذا الأسلوب الدراسي للمنحنيات الممثلة لعلاقة(القوة /زمن)والمسجلة على جهاز قياس القوة .

وتتلخص هذه الطريقة فيما يلي

1 – أداء الحركة على قاعدة جهاز قياس القوة .

2 – استخراج الشريط المسجل علية التوزيع الزمني للقوة أثناء أداء الحركة

3 – استخراج النتائج فيما يتعلق بانسيابية الحركة

واستخراج النتائج من منحنى القوة/ زمن يكون كالأتي :

1 – إن الانقباض العضلي المفاجئ ، اى ارتفاع المنحنى المفاجئ على الشريط المسجل يعنى عدم الانسيابية .

2 – إن المنحنى يجب أن يكون على شكل قوس ولا تظهر فيه زوايا حادة فالزوايا الحادة تعنى عدم الانسيابية.

المحاضرة العاشرة:
التوقع الحركي –الإمتصاص– جمال الحركة

5- التـــــــــوقّع الحركي:

1 – مفهوم التوقع الحركي :

يعتبر التوقع الحركي من الظواهر الخارجية لتقويم الحركة ويأخذ وضعا مميزا عند التحليل الحركي الوصفي لها .

و هو احد خصائص الحركة الرياضية .

ولإيضاح مفهوم ظاهرة التوقع الحركي نورد الأمثلة الآتية :-

عند ملاحظة اللاعبين وهو يثنى الركبتين مع مرجحة الذراعين للخلف، نتوقع على الفور إن هذا اللاعب سوف يثب لأعلى وعند ملاحظة مرجحة رجل اللاعب للخلف نتوقع إن على الفور سيضرب الكرة بالقدم بل يمكن أيضا تحديد الاتجاه الذي ستتوجه إليه الكرة .

ومما ذكر يمكننا القول إن **المرحلة التمهيدية** تحمل دلائل تشير إلى شكل وطبيعة المرحلة الأساسية، وكما أن شكل ومستوى الأداء في المرحلة الرئيسية يوحي لنا بشكل المرحلة النهائية.

هذا ويمكننا التمييز بين أنواع التوقع:

1 – **التوقع الذاتي.**

2 – **توقع حركة الغير.**

3 – **توقع نتائج الموقف.**

1.1 التوقع الذاتي:

يتوقف التوقع الذاتي على مدى خبرة اللاعب الحركية فاللاعب يتوقع مستوى المرحلة الأساسية للحركة بناء على ما حققه من نجاح المرحلة التمهيدية، ويظهر هذا النوع من التوقع بوضوح عند لاعبي الجمباز.

ويظهر هذا التوقع الذاتي يظهر بوضوح عند أداء الجمل الحركية حيث نشاهد كثير من اللاعبين يحاولون أثناء المرحلة النهائية من تعديل موضع نقطة مركز ثقل الجسم بالنسبة لوضع الجسم.

أي أن اللاعب يحدد مكان مركز ثقله حسب توقعه لشكل قاعدة الارتكاز ويتوقع نجاح عملية الهبوط على مدى توقع اللعب الصحيح لشكل قاعدة الارتكاز ومركز ثقله بالنسبة لها.

2.1 توقع حركة الغير

يحدث كثير في بعض الألعاب وخاصة في الألعاب الجماعية أن يتوقع اللاعب حركة لاعب آخر سواء من فريقه أومن الفريق المنافس.

فمثلا حارس المرمى يحاول أن يحدد اتجاه ومقدار قوة الكرة الموجهة إليه عن طريق ملاحظته الدقيقة للمرحلة التمهيدية التي يؤديها الخصم قبل تسديد الكرة.

ويتوقف نجاح حارس المرمي في صده للكرة علي مدى صحة توقعه لحركة المهاجم .

فان توقع حركة الغير تحتاج إلي خبرات الأداء بجانب دراسة صفات الخصم وإمكانياته وأسلوب تصرفه في الموقف المختلفة والواقع إن توقع حركة الغير من أهم وأصعب المهام التي تقابل لاعبي الألعاب الجماعية.

3.1 توقع نتائج الموقف:

ويقصد بالموقف هنا وجود أكثر من مهاجم وأكثر من مدافع يشتركون جميعا بإمكاناتهم وتوقعاتهم في موقف واحد.

ومثال على ذلك :

حارس المرمى يجب أن يكون مدَربا على تقدير نتائج الموقف حيث يهاجمه عدد من لاعبي الفريق المهاجم في حين يقف في منطقة الدفاع بعض أفراد فريقه وعلى حارس المرم ى أن يحدد إمكانية وكفاءة المدافعين ومدى خطورة وإمكانية الفريق المهاجم.

وهنا لا تكون مهمة حارس المرم ى **تحديد أو توقع حركة احد المهاجمين** ولكن يجب أن **يدرس وبسرعة فائقة جميع احتمالات الموقف الموجود أمامه سواء.**

المراوغة أو خداع الخصم:

إن المراوغة بصورة عامه تهدف إلي جعل الخصم يستجيب استجابة خاطئة ومعني ذلك أن توهم الخصم بأننا سنؤدي حركه معينا فإذا ما استجاب لها ووضع نفسه في موقف دفاع لهذه الحركة قمنا بأداء حركة أخرى لم يكن متوقعا حدوثه وهنا يستحيل عليه أن يستجيب للحركة الجديدة .

كيف يتم خداع الخصم .؟

1 - يمكن إظهار **المرحلة التمهيدية** لمهارة ما بوضوح للمنافس فإذا ما استجاب لها قمنا بأداء حركة أخرى لم يكن يتوقعها

2 - عن طريق كبت أو **اختزال المرحلة التمهيدية** وذلك حتى لا يتوقع الخصم طبيعة أو اتجاه الحركة كما في الملاكمة و المصارعة.

3 - عن طريق إيقاف **أو تغيير اتجاه المرحلة الرئيسية** للحركة وترك زميل من نفس الفريق لإتمام حركة أخرى .

و مثال ذلك.

التصويب على هدف كرة السلة وذلك عندما يثب مصوبا الكرة نحو الهدف فإذا ما استجاب الخصم ووثب لعمل حائط لصد الكرة غير اللاعب تجاه الكرة وحولها إلى زميل له من نفس الفريق يقف في مكان أفضل بالنسبة للهدف حيث يقوم هو الأخر بتصويبها نحو الهدف بسهولة دون مقاومة من الخصم

6- الامتصاص (مرونة الحركة) :

1 -مفهوم الامتصاص الحركي:

امتصاص الحركة هي قدرة مفاصل الجسم على امتصاص الطاقة ال زائدة ، وتظهر لنا هذه الظاهرة بوضوح في المرحلة النهائية في مرحلة القفز حيث يسقط الجسم من ارتفاع كبير على الأرض تصبح مفاصل الجسم مسؤولة عن إحداث تناقص سريع في تسارع الجسم وتفسير ذلك أن الجسم الساقط من ارتفاع ما يتحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية بتسارع متزايد وهنا يعنى أن لحظة وصوله إلى الأرض ستكون سرعة الجسم مرتفعة أي أن كمية حركته كبيرة وهذا يعنى أن تصادم الجسم مع الأرض سيكون عنيفا وهنا تبرز أهمية امتصاص الطاقة الذائدة أو قدرة الجسم على إحداث تناقص الطاقة الزائدة أو قدرة الجسم على إحداث تناقص سريع في تسارع حركته نحو الأرض . **تعريف الامتصاص الحركي :**

هو تحويل حالة الجسم من الحركة إلى السكون تدرجيا دون تصلب ذائد

تعريف آخر هو فرملة حركة الجسم أو حركة الأداء المستعملة بانسيابية

هو إحداث تناقص سريع متدرج في تسارع الجسم أو الأداة المستعملة

و إمتصاص الحركة أو كبح الجسم نوعان، أحدهما تقوم فيه عضلات الجسم بامتصاص الحركة إراديا، والثاني أن تمتص الحركة عن طريق مؤثر خارج عن إرادة اللاعب وعلى ذلك يمكننا تصنيف الامتصاص إلى النحو التالي:

أ/ الامتصاص الايجابي للحركة

ب/ الامتصاص السلبي للحركة

أ/ الامتصاص الايجابي للحركة

و يظهر لنا بصورتين في الحركات الرياضية الأولى، امتصاص الطاقة الزائدة بعد الواجب الحركي وعادة ما يتم في المرحلة النهائية للحركة

مثال ذلك : جميع النهايات على أجهزة الجمباز وجميع الحركات التي تنتهي بسقوط الجسم من ارتفاع كبيير على الأرض.

مثال لعبة الجمباز : في القفز على الحصان بعد انجاز الواجب الحركي أي الجزء الرئيسي للحركة تبدأ المرحلة النهائية للحركة إلى الهبوط إلى الأرض وفي هذه الحالة يبدأ امتصاص الجسم وفرملته ، وتصبح هذه المسؤولية **مسؤولية مفاصل الجسم** حيث تشترك في امتصاص الحركة المذكورة ، **مفصل القدمين ومفصل الفخذيين ومفصل الركبتين والجذع** وتعمل هذه المفاصل متعاقبة على إيقاف الحركة .

فأمشاط القدم هي اضعف مفاصل الجسم يليها مفصل القدم ثم الركبة ثم مفصل الفخذ ثم الجذع.

وأهمية البدء بأضعف مفاصل فالأقوى ثم الأكثر قوة وهكذا ينتج عنة في عملية الإيقاف، حيث البدء بأقوى مفاصل ينتج عنه إيقاف مفاجئ قد يحدث أضرار بالجسم

إما الصورة الثانية التي يحدث فيها امتصاصا لايجابي للحركة فيظهر لنا صورة استقبال الكرة واستقبال الأداة .

ففي كرة السلة استقبال الكرة باليدين أو بيد واحدة

كما في كرة اليد وذلك جميع مهارات استقبال الكرة في كرة القدم (استقبالها بالصدر أو بالفخذ أو بالقدم) ففي جميع هذه المهارات لا يحدث إيقاف للكرة بصورة فجائية وإلا ارتدت الكرة ولكن العضو المكلف بإيقاف الكرة يبدأ من لحظة لمس الكرة في تقليل سرعتها تدريجيا حتى تصبح في حيز سيطرته.

والامتصاص الحركي قد يكون مرفوضا أو غير مرغوب فيه في بعض الرياضات أو في بعض المهارات مثل الكرة الطائرة حيث لا يجب امتصاص الكرة عند استقبالها بل يجب إحداث تصادم بين الأصابع أو ظهر اليد مع الكرة وأيضا في المهارات التي تحتاج إلى اقتراب ، ثم ارتقاء مثل القفز على حصان القفز أو بالزانة أو بالوثب العالي أو الوثب الطويل لا يجب إحداث ثنى كبير في الركبتين ببعد الخطوة الأخيرة من الاقتراب حتى لا يحدث امتصاص للسرعة التي اكتسبها من الاقتراب بل يجب مقابلة الأرض او سلم القفز والجسم متصلب نوعا ما حتى نحصل على قوة رد فعل التصادم مردود إلى الجسم نفسه .

ب / الامتصاص السلبي للحركة

وهو أن تمتص أو تفرمل الحركة نتيجة مؤثر خارجي لا يخضع لإرادة اللاعب ومن أمثلة هذا النوع من الامتصاص فرملة ما بقوة اندفاع الجسم عند أداء القفزات من ارتفاعات كبيرة وفرملة الحركة هنا تكون نتيجة لاحتكاك الجسم بالوسط المحيط به وهو الماء

2 فوائد امتصاص الحركة

1 – إمتصاص الحركة يمكّننا من إنهاء الواجب الحركي بنجاح .

2 – إمتصاص الحركة يقي اللاعب من الإصابات وهذا شيء مهم جدا للاعب .

3 – إن الارتطام الشديد بالأرض والجسم في حالة تصلب ينتج عنه إضرار بالمفاصل و الغضاريف.

4 – الامتصاص الحركي يقي الجهاز العصبي إثر الصدمات القوية.

5 – إيقاف الحركة فجائيا يعنى أن العضلات يقع عليها مجهود كبير في زمن قصير وهذا يتسبب عنه إما الإرهاق الشديد للعضلات بحيث لا تستطيع الاستمرار في العمل لفترة طويلة أو تؤد ي إلى تمزق العضلات .

6 – الامتصاص الحركي يمَكّن اللاعب من سرعة الوصول إلى حالة الاتزان.

7 – في حالة استقبال الكرة يمكننا الامتصاص الحركي من سرعة السيطرة على الكرة.

8 – الإمتصاص الحركي يجعل الحركة اقتصادية وذلك لان العمل المتصلب يحتاج إلى قوة عضلية كبيرة وفى وقت قليل وقد يتسبب عن ذلك عدم قدرة الجسم على مد العضلات بالطاقة والأوكسجين اللازم للأداء.

3 تطور القدرة على امتصاص الحركة:

القدرة على امتصاص الطاقة الذائدة عن متطلبات الجزء الرئيسي من الحركة ليست صفة موروثة لكنة إحساس ينمى بالتدريب

فإننا نلاحظ أن الطفل الصغير حيث يثب من ارتفاع ، نجدة غير قادر على امتصاص الحركة فهو يستقبل الحركة إما وهو متصلبا مما يسبب له ألاماً ، أو يستقبل الأرض بارتخاء فيقع ويصدم جسمه الأرض

وفى سن الخامسة أو السادسة نجد أن الطفل بدا في تنمية إحساسه بامتصاص الطاقة الذائدة عن الحركة بل يظهر لنا التناسق بين مفاصل الجسم في امتصاص الحركة الذائدة.

أما في سن البلوغ فإننا نلاحظ قدرة الشاب على مطاوعة مفاصل جسمه وقدرته على امتصاص الحركة وتطويع مفاصلة بحيث تتناسب مع امتصاص الحركة ، بسيطة كانت أم كبيرة

أما في سن الشيخوخة فإننا نلاحظ أن الجسم قد فقد الإحساس بإخراج المقاومة المتباينة الأزمة لامتصاص الحركة ، وقد يستمر الإحساس بامتصاص الحركة مع كبار السن إذا ما استمرت عملية التدريب .

7- جمال الحركة

مفهوم جمال الحركة:

يعنى مصطلح جمال الحركة توافق وتتابع مراحل الحركة وجمال الحركة يلعب دور هام في بعض الرياضات التي تعتبر فيها نوعية الأداء أساس لتقيمها كما في التمرينات الفنية والجمباز فهدف الحركة في هذه الرياضات ليس تسجيل رقم بل هو توافق وانسيابية في الأداء وجمال الحركة ليس صفة تخص حركة الجمباز والتمرينات الفنية والبالية المائي والغطس فقط فجميع الحركات الرياضية يمكن أن توصف بالجمال إذا ما كان مدى الحركة صحيح وتم النقل الحركي بين أجزاء الجسم بانسيابية وإيقاع سليم وعلى ذلك يمكننا وصف الحركة بالجمال إذا ما توافرت فيها الخصائص التالية :

1 – **اكتمال المسار الفني للحركة.**

2 – **ظهور مراحل الحركة بوضوح ونجاح كل مرحلة في انجاز واجبها .**

3 – **توافر الإيقاع للأداء.**

4 – **وصل مراحل الحركة بانسيابية .**

5 – **حدث النقل الحركي بين أجزاء الجسم وخاصة في المراحل الأساسية.**

6 – **امتصاص الطاقة الزائدة على احتياجات الأداء في المرحلة النهائي.**

المحاضرة الحادية عشر: الخصائص المؤثرة على حركة الإنسان

1 – الخصائص المؤثرة على حركة الإنسان :

1.1 – الخصائص التشريحية:

في تناولنا موضوع الخصائص التشريحية التي يتميز بها الجهاز الحركي لجسم الإنسان مكون من مجموعة من العظام المتباينة الطول الشكل والمتصلة مع بعضها بمفاصل تختلف في شكلها وتكوينها ومداها الحركي. كما تربط هذه العظام وتكسوها الأوتار والعضلات التي تكون الشكل الخارجي لجسم الإنسان .

العظام:

تتكون العظام من عناصر عضوية تكسب العظام خاصة المرونة وأخري غير عضوية وهي المسئولة عن صلابة عظام الجسم حسب متطلبات العمل والعمل الواقع علي كل عظمة .

فمثلا عظمة الفخذ وعظام الفقرات التي يقع عليها قدرا كبيرا من التحميل نجد أن نسب الجير بها عالية.

يتناسب شكل عظام الجسم مع وظائفها الميكانيكية فعظام الأطراف تكون طويلة حيث أنها تعمل كروافع ، كما أننا نلاحظ وجود انحناء من أحد جوانبها وشكلها الأنبوبي ، وذلك لزيادة صلابتها وتحملها .

كما أن وزنها يعتبر قليلا نسبيا وهذا يفيد في تقليل القصور الذاتي عند أداء الحركات السريعة .

المفاصل:

تتمفصل العظام مع بعضها بمفاصل يختلف كل مفصل عن أخر بما يتناسب مع المتطلب الحركية المطلوبة من هذا المفصل .

ويكسو رؤوس المفصل مع بعضها غضاريف ملساء لتسهيل الحركة كما يوجد داخل المفصل سائل زلالي يعمل علي تسهيل الحركة وتقليل الاحتكاك إلي أقصي درجة ممكنة ، وتحديد الأربطة الموجودة حول كل مفصل، و طبيعة ومدي حركة المفصل كما يعمل علي تماسكه ويمكن تصنيف المفاصل الموجودة في جسم الإنسان علي النحو التالي: .

1– مفاصل عديمة الحركة:

ويتمثل هذا النوع من المفاصل في تمفصل عظام الجمجمة .

2– مفاصل محدودة الحركة:

مثل تمفصل الفقرات مع بعضها .

3– مفاصل ذات مد ى حركي كبير:

وهي المفاصل التي تسمح بمدي واسع للحركة مثل مفاصل الأطراف في اتجاهات مختلفة وهي:

.

أ– مفصل الكروي (الحقي): وهو المفصل الذي يسمح بالحركة في جميع الاتجاهات كما يسمح بالدوران ومن أمثلة هذا المفصل في جسم الإنسان مفصل الكتف ومفصل الفخذ.

ب– المفصل الرزي : وهو يسمح بحركة ذات مد ى كبيرة ولكن في اتجاه واحد ومن أمثلته . مفصل الموجود بين عظمة المرفق والركبة

ت– المفصل المنزلق: وتتم فيه الحركة نتيجة لانزلاق العظام علي بعضها في حركة محدودة وتوجد هذه الحركة بين عظام رسغ اليد ومشط القدم.

ث– المفصل المحوري : يسمح هذا المفصل بحركة دورانية حول محور واحد. تطوِّق إحدى العظام حلقة مكونة من العظم الآخر في المفصل والأربطة. قد يدور العظم الذي يدور حول الحلقة أو قد يدور حول العظم. يعتبر المفصل بين فقرات عنق الرحم الأولى والثانية بالقرب من قاعدة الجمجمة مثالًا على المفصل المحوري. يسمح للرأس بالدوران من جانب إلى آخر

العضلات:

تغطي العظام العضلات وهي التي تكون الشكل العام للجسم وعادة ما تصل العضلة بين عظمتين يكون في احدهما ما يسمي بمنشأة العضلة وقد يكون أكثر من منشأ واحد وتندمج العضلة في عظمة أخري .

وتعتبر العضلات مصدر القوة المحركة لعظام الهيكل العظمي، فعند وصول العصب المركزي وعن طريق عصب العضلة تتحول هذه الإشارة الكهربية إلي تفاعلات كيميائية يتسبب عنها انقباض العضلة ويتوقف مقدار الانقباض وقوته علي مقدار الإشارة العصبية الآتية من الجهاز العصبي المركزي .

ومن المعروف أن انقباض العضلات يتسبب عنه حركة العظام في الاتجاهات المختلفة. و تنقسم عضلات الجسم إلي ثلاثة أنواع حيث نوع العمل أو الوظيفة التي تقدمها العضلة وهي:

العضلات الإرادية:

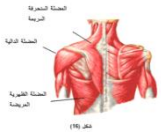
هي مجموعة العضلات التي تغطي الهيكل العظمي وتصل بين أجزائه وتحدد مدى حركته ، وسميت بالعضلات الإرادية نظرا لتحكم الجهاز العصبي المركزي في حركتها ، والحركة الإرادية هي المحور الذي يسعي علم الحركة إلى دراسته ، حيث أن العضلات الإرادية تختلف في شكلها وحجمها مما يجعلها قادرة على إنجاز المهام الحركية المكلفة بها .

و تقسيم العضلات الإدارية من حيث شكلها إلى :

1 –العضلة الطولية:

وهي عضلة طويلة تكون أليافها متوازية جنبا والعضلة الخياطية التي توجد بطول الفخذ من الأمام خير مثل لهذا النوع .

2 –العضلة المربعة :

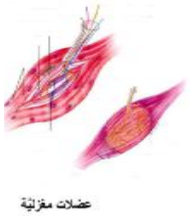


وهي عضلة ذات أربعة جوانب أو ضلوع وغالبا ما تكون عضلة مسطحة والعضلة المبينة التي توجد بين الشوكة واللوح هو مثل لهذا النوع .

3 –العضلة المثلثة :

وهي عضلة من النوع المسطح تبدأ من أحد طرفيها وهي طريف ضيق ثم تمتد الألياف إلي الطرف الأخر في شكل مروحة والعضلة الصدرية العظمي خير مثل لهذا النوع.

4 -العضلة المغزلية:


عضلات مغزلية

وهي عبارة عن عضلة مستديرة عادة تتجمع أليافها العضلية وتمتد جنبا إلي جنب في كل طرفيا .

5 -العضلة الريشية :

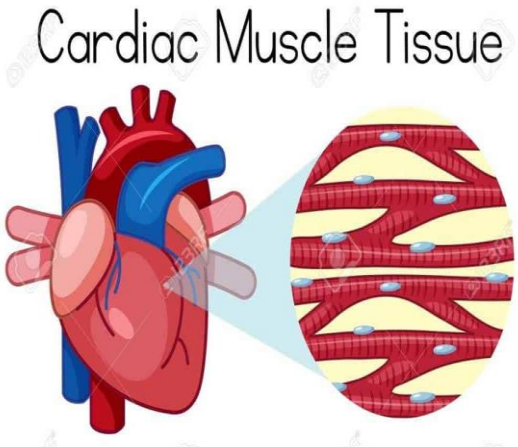
وهي عبارة عن عضلة أليافها قصيرة ومتوازية وتمتد بميل من أحد جانبي وتر طويل مما يعطي في مجموعة شكل الريشة التي توجد في جناح الطائر وأطلق عليها العضلة نص الريشية للتفرقة بينهما وبين الريشة والعضلة القصيرة الخلفية خير مثل لهذا النوع .

6 -العضلة الريشية المتعددة :

وهي عبارة عن عضلة تتميز بعدة أوتار وأليافها العضلية تمتد بميل بين هذه الأوتار والجزء الأوسط من العضلة الطويلة خير مثل لهذا النوع .

العضلات الغير إرادية :

وهي العضلات التي تعمل لا إراديا أي تتم الحركة فيها دون تدخل الجهاز العصبي المركزي بل تتم الحركة تحت تأثير جهاز عصبي موضعي ذاتي ، والعضلات التي تعمل لا إراديا عادة ما تكون عضلات رقيقة ملساء مغزلية الشكل لا يوجد بها أنسجة مستعرضة كما أنها هيكلية ومن أمثلة العضلات اللاإرادية.



- **عضلات الجهاز التنفسي**
- **عضلات جدار القناة الهضمية**
- **عضلات الرحم**
- **عضلات المثانة**

عضلة القلب :

وهي عضلة وحيدة في نوع تكوينها الليفي والعصبي فهي **تشبه في تكوينها الليفي العضلات اللاإرادية** ولكنها تختلف عنها،في أنها تعمل تحت **تأثير جهاز عصبي** ذاتي يتحكم فيه الجهاز العصبي المركزي.

2.1 الخصائص الميكانيكية :

إن تركيب جسم الإنسان قد ساعد الجهاز الحركي عل ى أداء حركاته بكفاءة تامة . وسوف نتناول الخصائص الميكانيكية لهذا التركيب الأمثل للوقوف علي مد ى تلاؤم هذا التكوين للوظائف الحركية . تجعلها قادرة على الاستطالة وهذا ما يساعد على زيادة المدى الحركي للمفاصل .

كما أن ألياف العضلات تعمل كأوتار مطاطة . ويمكن أن تؤدي عملها بصورتين :

1- العمل المتتابع : .

أ- في حالة الحرة :

وهو أن تبدأ مجموعة من الألياف عملها حتى مستوي معين ثم مجموعة أخري من الألياف وهكذا .

ب- في حالة العمل العضلي الثابت :

وفيه تبدأ مجموعة من الألياف في الانقباض ثم تتناوب باقي الألياف في تسلسل وترتيب ، ويتم ذلك بهدف عدم إرهاق العضلة أو استنفاذ طاقتها في وقت قصير .

2- العمل المتلازم:

وهو أن عمل جميع ألياف العضلة في وقت واحد ويحدث هذا عندما يكون الواجب الحركي يحتاج إلي قوة كبيرة في وقت قصير .

مما سبق نري أن العضلات يمكنها أن تؤدي عملها بطريقتين حسب متطلبات الأداء فتتابع انقباض ألياف العضلة ينتج عنه قوة محدودة ولمدة زمنية طويلة . أما العمل المتلازم ينتج عنه قوة كبيرة ولزمن محدود ، ولتوضيح ذلك تقدم هذا المثال .

إذا كانت ألياف العضلة تعمل علي خمسة مجموعات في وحدة زمن مقدارها ثانية فإن الانقباض المتتابع ينتج عنه قوة مقدارها 5/1 من قوة العضلة في كل ثانية ولمدة خمس ثوان ثم تبدأ المجموعة الأولي مرة أخري وهكذا . أما الإنقباض المتلازم فإن القوة الناتجة من انقباض الخمس مجموعات مع بعضها في مدة ثانية واحد يساوي 5/5 أي القوة القصوى للعضلة .

3.1 الخصائص الفسيولوجية :

تتخلص الخصائص الفسيولوجية فيما يلي :

1. جميع عضلات الجسم تتسم بقابليتها عل ى استقبال المثيرات الحركية والقدرة عل ى الاستجابة لها من طريق الانقباض العضلي الذي يتمثل في قصر طول العضلة فتقرب المسافة بين منشئها والمد عم وينتج عن ذلك حركة أجزاء الجسم .

2. .تتميز العضلات بالمطاطية والمرونة حيث يمكن للعضلة أن تزيد عن طولها عن طريق الشد ثم تعود لمعدات طولها الطبيعي.

3. للعضلة القدرة علي أن تحافظ علي شكلها وتقاوم أي تغيير فيه.

العوامل التي تحدّد نوع الحركة (الداخلية . الخارجية):

يجب أن نبحث في العامل الذي يحدّد نوع الحركة عندما يضطر جسم إلى التحرك ولكي نتفهم تحليل كلا منها للتعرف علي ما تم للحصول على نوع هذه الأنواع ،ولكي نجعل جسما يتحرك بميل مثلا لابد وأن نوجه قوة إلى أحد جانبيه أو نقوم بتوجيهها مباشرة بحيث يكون في خط مع مركز الجاذبية في الجسم فالحركة التي بتحركها جسم من الأجسام تتوقف على،نوع الحركة التي يمكن أن يقوم بها هذا النوع الخاص من الأجسام فلو أن الجسم عبارة عن رافعة مثلا نجد أن الحركة التي تسمح بها الرافعة هي الحركة الدائرة فقط

ولو أن الجسم حر الحركة فإن حركته تكون منتقلة أو دائرة متوقفا ذلك عل ى الظروف التي تشمل على النقطة التي تستخدم عندها القوة بالنسبة إلى مركز الجاذبية للجسم المتحرك كما تشتمل على الطريق الممكن للجسم أن يتبعها في حركته وتشتمل على الطرق الممكنة للجسم أن يتبعها في حركته وتشتمل كذلك عل ى وجود أو عدم وجود عوامل خارجية قد تغير من الحركة أو قد تؤثر عل ى الجسم في حركته ، وهذه العوامل تعتبر عوامل خارجية أي خارجية عن الجسم مثل خشونة السطح التي تتطلب احتكاك الجسم بالسطح والمقاومة التي تنشأ عن ذلك وتؤثر في حركة الجسم ومن العوامل كذلك مقاومة الهواء ومقاومة الماء وهكذا وقد تكون هذه العوامل كذلك مساعدة للحركة وإما معطلة لها ويتوقف هذا على الظروف وطبيعة الحركة حتى أن العامل الواحد قد يساعد نوعا خاضعا من الحركة ويعطل نوعا أخر فمثلا احتكاك الشيء بالسطح الخشن قد يساعد حركته وقد يعطلها فهذا السطح يساعد العداء في حرية عل ى استعمال أقصى مجهود دون خطوة الانزلاق وفقد التوازن ومع ذلك فإن خشونة هذا السطح وما ينشأ عنها من احتكاك قد تعوق وتعطل حركة الكرة في درجتها كما في الهوكي أو الجولف .

هذا وقد تكون المقاومة لازمة وضرورية كما في حالة مقاومة الريح أو الهواء فهي لازمة وضرورية لحركة المركب الشراعي والأمر لا يختلف كثيرا بالنسبة لمقاومة الماء في ضرورية لمرو ر الجسم بواسطة ضربات اليدين والرجلين كما في السباحة وهي ضرورية كذلك للمركب الصغير في تحركه فوق الماء بواسطة استعمال المجاديف هذا ويمكن أن تكون هذه المقاومة عاملا معطلا وسببا في الحد من سرعة السباح خصوصا إذا تعرف جزء كبير من جسمه للماء الأمر الذي يدفع السباحين للاحتفاظ بأجسامهم أفقية ومستقيمة أثناء العوم ويمكن تطبيق نفس النظرية في حالة المركب .

العظام والعضلات

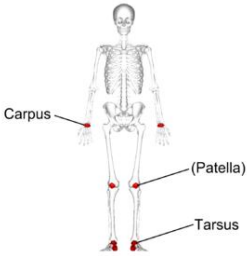
تعمل **العظام والعضلات** والأنسجة الضامة عادة في توافق تام لمساندة الجسم وحمايته ومساعدته علي الحركة، ويشتمل الجسم علي أكثر من (مائتي وستة)عظمة وأكثر من (ستمائة) عضلة ..... و الهيكل العظمي في جسم الإنسان هو الدعامة الأساسية الذي يحمل الجسم ويحمي أعضاء الحيوية الداخلية المختلفة وهذه العظام المكونة للهيكل العظمي في جسم الإنسان لها أشكال تختلف باختلاف طبيعة عمل كل منها.

فعظام الجمجمة تأخذ شكل صفائح سمكية متداخلة الأطراف حتى يمكنها حماية الأعضاء الداخلية في الرأس ، بينما عظام الحوض غير متداخلة ولكنها مترابطة بواسطة مفاصل غضروفية وهذه المفاصل ترتخي وتنفصل قليلا بالنسبة للنساء أثناء الشهور الأخيرة من الحمل لكي تسهل عملية الوضع ، وأما القفص الصدري فإنه لكي يتمكن من حماية أعضائه الداخلية – القلب والرئتين – فتأخذ الضلوع شكلا متقوسا علي شكل أضلاع البرميل ، وحتى تسمح للرئتين والتقلص أثناء التنفس في حركتي الشهيق والزفير لذلك نلاحظ أن الضلوع تتصل مع عظمة القص من الأمام بواسطة مزودة من الخلف بمفاصل صغيرة منزلقة دوارة تمكنها من الاتصال بفقرات العمود الفقري .

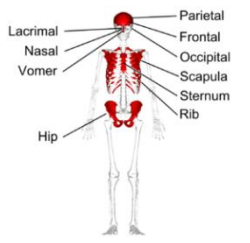
العظام الطويلة في الهيكل العظمي البشري

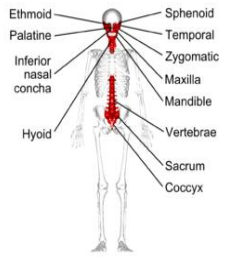
وتنقسم العظام عادة من حيث الشكل إلي أربعة أنواع هي : .

- **العظام الطويلة.**
- **العظام القصيرة.**
- **العظام المسطحة .**
- **عظام غير منتظمة.**



ويختلف حجم العظام من عظمة الفخذ القوية التي يبلغ طولها في الإنسان العادي حوالي 50 سم تقريبا فى المتوسط ، ويبلغ قطرها منتصف طولها أكثر من 2.5 سم .... وكل عظمة من عظام الجسم لها شكلها الخاص الذي يسمح لها بأداء غرض معين ، فعظم الفخذ مثلا عليه أن يتحمل ضغوطا وأحمالا كبيرة ، ولذلك فإن شكله يشبه أسطوانة مفرغة ، وهذا الشكل الأسطواني يكسب عظم الفخذ صلابة تمكنه من تحمل ضغطا كبيرا تبعا لوزن الشخص ونشاطه ويستمد الجسم مقدرته علي الحركة من العضلات الهيكلية (عضلات الرأس ، والجذع، والأطراف) وهي مختلفة عن عضلات الأعضاء الداخلية مثل الأمعاء والقبة الهوائية والأوعية الدموية وعن عضلة القلب . والعضلات الهيكلية علي عضلات إرادية.... أي تعمل وفقا لما يصدر إليها من أوامر فعندما نقرر أن نمشي أو نجري أو نؤدي أي حركة فإن دفعات كهربائية تصدر من المخ لتمر عبر الأعصاب إلي العضلات فتتحرك بالطريقة المرغوبة فورا . ولهذا فإن العضلات التي تقوم بتنفيذ هذه الحركات تسمي عضلات





إرادية وهذه العضلات تشكل حوالي 5/3 وزن جسم الرجل وأقل بالنسبة للمرأة ، وأكثر ما يميز النسيج العضلي هو مقدرته على الانقباض إذ يصبح أقصر عندما تثيره دفعة عصبية ، وقد ينقص طول العضلة بنسبة تصل إلى 60 % في حالة الانقباض الشديد وعندما تنقبض العضلة تصبح أغلظ كثيرا .... وتتصل معظم العضلات الإرادية . الهيكلية . بكل طرف من طرفي عظمة أو أكثر من عظام الهيكل العظمي بواسطة الأوتار التي تعمل كروافع للعضلات ، واتصال الأوتار بالعظام

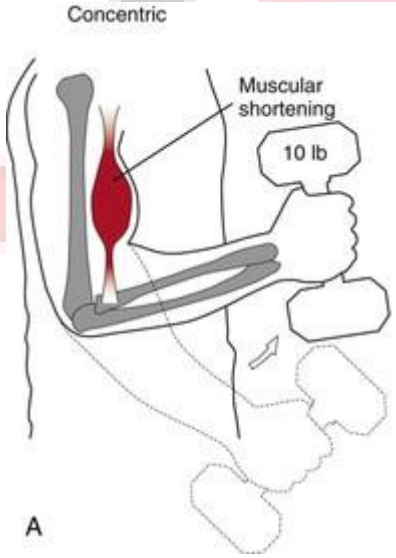
وظائف العضلة :

ترتبط عملية الانقباض العضلي بعملية استرخاء العضلات حيث إن تبادل الانقباض والاسترخاء العضلي له أهمية في الأداء الحركي بصفة عامة وكذلك للعمل علي أن تنال العضلة فرصة للحصول علي احتياجات من الدم أثناء عملية الاسترخاء وفيما يلي توضح كيفية قيام العضلة والاسترخاء العضلي .

يوجد خمسة أنواع أساسية للانقباض العضلي يستخدم كل منها لأداء وظيفة معينة أثناء وظيفة الأداء الرياضي أو في ظروف الحياة العادية.

1 – الانقباض العضلي المتحرك (الأيزوتوني) Isotonic constriction :

هو انقباض عضلي متحرك وتكون فيه الشدة ثابتة، ويكون التغير في طول العضلة.



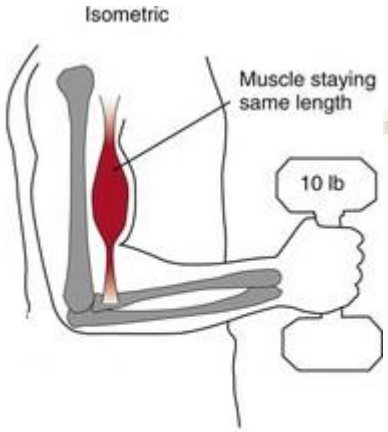
و تقتصر العضلة في طولها مع زيادة توترها عند أداء هذا النوع من الانقباض العضلي ويستخدم هذا الانقباض في معظم أنواع العمل العضلي وخاصة في حالة رفع أي أثقال ويمكن أيضا أن يطلق عل ى هذا النوع الانقباض الديناميكي أو الانقباض المركزي باعتبار أن العضلة تقصر في طولها في اتجاه مركزها .

وفي هذا النوع من الانقباض لا تُظهر العضلة القوة ال قصوى لها على مدى مسار حركة المفصل **ومثال على ذلك** أن العضلة ذات الرأسين العضدية لا تظهر قوتها القصوى إلا في الوضع الذي يكون عليه الساعد مع العضد في

زاوية المنفرجة أو المفتوحة والتي تتراوح ما بين °115- °120 وهي الوضعية التي تكون فيها العضلة في حالة مقاومة للثقل ،وتكون أقل قوة حينما تصبح هذه الزاوية ° 30 ، **ويعني ذلك أن العضلة حينما تواجه بحمل ثقل معين فإن هذا الثقل يكون دائما أقل شدة من اقل زاوية لعمل المفصل وليس أكبر زاوية وهذا بالطبع يعد من عيوب الاعتماد على الانقباض المتحرك وحدة في "برنامج التدريب"** .

2 – الانقباض العضلي الثابت (الأيزومتري) Isometric constriction:

" هو انقباض عضلي ثابت لا تحدث فيه أي تغيرات لطول العضلة أثناء الانقباض، ولا تحدث حركة



للمفصل نتيجة هذا الانقباض ".

ومن خلال الانقباض الثابت تخرج العضلة توترا إلا أنها لا تغير طولها ويحدث هذا النوع من الانقباض العضلي أثناء أداء الأنشطة الرياضية مثل المصارعة واتخاذ الأوضاع الثابتة المختلفة ، كما في رياضة الجمباز أو عند محاولة رفع ثقل معين لا يقوي الفرد علي تحريكه أو محاولة دفع مقاومة كجدار حائط وفي هذه الحالة يصبح في الإمكان إنتاج قوة عضلية كبيرة دون إظهار حركة واضحة للعضلات العاملة أو للنقل الذي يحاول الفرد رفعه أو دفعه.

وعند مقارنة القوي العظمي الناتجة عن الانقباض الثابت بمثيلاتها الناتجة عن الانقباض العضلي المتحرك فيلاحظ تفوق الثابتة علي المتحركة ويرجع ذلك إلي ثلاث أسباب **هي** : .

أ. تنقبض العضلة في الانقباض العضلي الثابت بعدد أكبر من الألياف العضلية نتيجة زيادة المقاومة التي تواجهها بدليل أن تفوق العضلية علي المقاومة وهنا تحدث الحركة ، بينما إذا زادت المقاومة تزيد عدد الألياف المشتركة في الانقباض ولذا فان القوة الثابتة بصحبها اشتراك عدد أكبر من الألياف العضلية .

ب– يحدث الانقباض العضلي الثابت بدون تغيير في طول العضلة وهذا بدوره يساعد علي أن تنقبض العضلة وهي في طولها المثالي وبذلك تنتج أكبر قوة ،حيث من المعروف أن القوة العضلية تختلف تبعا لاختلاف زوايا المفصل وتكون أكبرها عندما زاوية المفصل تقترب من 90 درجة ويرجع سبب ذلك إلي أن العضلة في هذه الحالة تكون في

طولها المثالي لإعطاء أكبر قدر من الانقباض من حيث المتقاطعة التي تربط بينها في أفضل وضع يمكنها من إعطاء أكبر انقباض عضلي وهذا لا يتوافر في الانقباض المتحرك نتيجة لاختلاف زوايا المفصل وبالتالي طول العضلة علي مدي الحركة .

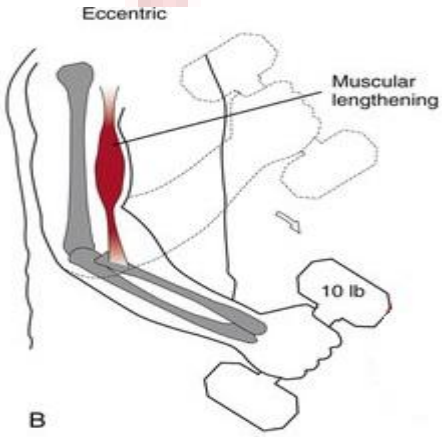
ج . يوفر الانقباض العضلي الثابت ميزة استمرار الانقباض العضلي وهذا بدوره يعطي فرصة للتركيز وإنتاج قوة عضلية أكبر مما تحدث في الانقباض العضلي المتحرك الذي تتغير فيه قوة الانقباض علي مدي الحركة .

ومن عيوب الانقباض الثابت إذا استخدم لتنمية القوة أنه يرتبط بنمو القوة العضلية في زاوية معينة هي التي تم استخدامها أثناء التدريب. ولذا يفضل تغيير زوايا العمل العضلي الثابت التدريب .

ويلاحظ الانقباض العضلي يصحبه سرعة التعب ويرجع ذلك إلي منع الأكسجين عن العضلة أثناء الانقباض حيث من المعروف أن سريان الدم يمتنع تماما عن العضلة في حالة الانقباض الثابت الذي تزيد قوته عن 70% من أقصي انقباض.

3– الانقباض العضلي اللامركزي (الإكستوني) Eccentric contraction:

وهذا النوع من الانقباض العضلي هو عكس الانقباض المتحرك (الايزوتوني) حيث تطول العضلة أثناء زيادة توترها وأفضل مثال لهذا الانقباض عند أداء حركة نزول الثقل إلي الأرض عندما تكون القوة الخارجية أكبر من القوة الانقباضية المبذولة.



4– الانقباض العضلي المشابه للحركة(ايزوكينتك) Isokinetic contraction:

وهو نوعا جديدا من أنواع الانقباضات العضلية ويعرف بأنه أقصي انقباض عضلي يتم **بسرعة ثابتة** خلال المدى الحركي الكامل ويستخدم هذا النوع أثناء النشاط الرياضي وأفضل مثال علي ذلك هو ذلك حركة الشد تحت

الماء ابتداء من نقطة دخولها الماء حتى انتهاء الشد بجانب الفخذ ويتم هذه الحركة بسرعة ثابتة تقريبا كما أن مقاومة الماء تعتبر ثابتة.

5 . الانقباض العضلى البليومترى Plyometric contraction :.

ويذكر شاركي Sharkay (1990) أن أحد أسرار نجاح هذا التدريب ترجع الى حقيقة فسيولوجية تتلخص في أن العضلة تعطى أكبر قوة إذا أمكن مطها (إطالتها) قبل الانقباض مباشرة مما يؤدى إلى تحسين ميكانيزم الانعكاس ويزيد في الاسترخاء ويعمل على تخزين طاقة كبيرة تزيد من كفاءة الانقباض وسرعته.

تقسيم العضلات تبعا لوظيفتها :

وهذا يعني أن للعضلات أدوار مختلفة الحركة المطلوبة وهذا يؤدي إلي تصنيف العضلات من حيث مشاركتها في العمل إلي أنواع مختلفة هي : .

1– العضلات المحركة الأساسية أو المشاركة:

العضلة المحركة هي العضلة التي تكون مسئولة مسئولية مباشرة في التأثير علي الحركة ومعظم حركات الجسم البشري تسببها عضلات محركة عديدة يكون بعض منها بدرجة الأهمية دون البعض الأخر فتعد محركات أساسية أما العضلات الأخرى والتي تشارك كعضلات محركة بحكم انقباضها تحت ظروف خاصة تعتبر محركة مساعدة كما أن هناك نوعا أخر من العضلات قد يشارك في حالات التغلب علي مقاومات عالية تسمي أحيانا بعضلات الطوارئ وهذا الاختلاف نسبي تتباين فيه الآراء ، حيث أن يصعب تحديد المد ى الذي يمكن عنده اعتبار هذه العضلة محركة أساسية أو مساعدة ويري البعض أن العضلات الأكبر والأقوى والأكثر علي حركة المفصل المراد تحريكه هي التي يمكن أن توصف بأنها أساسية .

2– العضلات المثبتة أو المساندة أو الموازنة:

هذه المجموعة من العضلات تحتوي علي عضلات يمكن أن تنقبض انقباضا ثابتا لتثبيت بعض اجزاء الجسم ضد شد العضلات المنقبضة أو ضد تأثير العز أو الارتداء في بعض الأنشطة ويمكن استخدام مصطلح (الساندة) عندما يكون الطرف أو الجذع مثبتا ضد الجاذبية في حين يتحرك الجزء البعيد من الجسم كحركة اليد أو القدم أو الرأس في أوضاع الميل أو الثني وتوجد هذه العضلات علي الجانب المقابل للجانب الذي توجد فيه العضلات المحركة الأساسية ويعتمد مقدار الشد علي سرعة الطرف المتحرك .

3– العضلات المكافئة أو المكافآت:

هذه العضلات تعمل علي منع عمل غير مرغوب فيه للعضلات المحركة ، كان الغرض الأساسي هو القبض في حين أن العضلة المحركة يؤدي انقباضا إلي القبض والتقريب فإن الحالة كعضلة مكافئة لإلغاء الجزء الخاص بالتقريب كعمل غير مرغوب فيه، وأحيانا تشترك عضلتان محركتان في نفس العمل ولكن من الممكن أن تؤديا أعمالا أخري

4– العضلات المضادة أو المقابلة:

وهذه العضلات لها تأثير عكسي لعضلات لمحركة ولوجود هذه العضلات في الجانب العكسي للمفاصل من العضلات المحركة عليها أحيانا (الجاذبية العكسية أو المقابلة) فقبضات المرفق أمام الذراع وتعتبر مضادة للعضلات الباسطة لنفس المفصل والتي تقع خلف الذراع ويظهر دور العضلات المضادة في كبح جماح حركة الطرف المتحرك عند وصوله إلي الحد النهائي لمدي حركة المفصل بانقباضها انقباضا لحظيا يتناسب عند وصوله إلي الحد النهائي لمدي حركة المفصل بانقباضها انقباضا لحظيا يتناسب بالطبع مع القوة الانقباضية للعضلات المحركة وبالتالي مع سرعة الطرف المتحرك وبمجرد انقباض العضلات المقابلة أو المضادة تبدأ المحركة بالاسترخاء ، وحتى إن لم تبدأ بالاسترخاء فإن انقباض المضادة سوف يحمي أربطة المفصل من ناحية ويسمح باستكمال العزم اللازم لإتمام الحركة من ناحية أخري .

المحاضرة الثانية عشر: الروافع في جسم الإنسان
– مركز الثقل جسم الإنسان

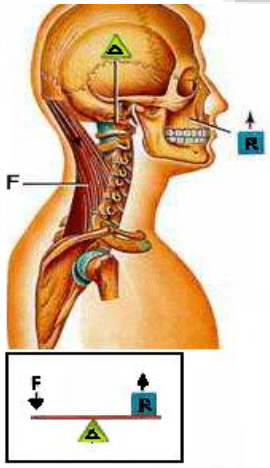
1 – الروافع:

الروافع في جسم الإنسان هي خير مثال لميكانيكا الروافع بشكل عام فالعامل الأول لحركة الجسم هي العضلات التي تمكنه مِن الإنقباض نتيجة الدفعات العصبية التي تجذب معها جزء مِن الهيكل العظمي باتجاه تقلصها مسببة الحركة، ومِن الجدير بالذكر أن كافة الحركات الجسدية تُعد تطبيق لمبادئ ميكانيكا الروافع التي تنقل القوة المسلطة على موقع مِن ذراع الرافعة عبر مرتكز ما أو نقطة ارتكاز لوزن أو حمل في موقع أخر منها، والعظام تعمل كروافع أما المفاصل فإنها تعمل كمرتكزات لتحريك جزء مِن الجسم.

نظام الروافع في جسم الإنسان يعتمد على العديد من النقاط

- يعتمد نظام الروافع في جسم الإنسان على معرفة نقطة ارتكاز العضلة وبعد هذه النقطة عن بعد ارتكاز الرافعة أيضًا طول ذراع الرافعة، ويعتمد أيضًا على وضعية الرفعة وبأي وضع تكون.
- في الطبيعي يحتاج جسم الإنسان إلى العديد من الأنماط المختلفة من الحركات التي يحتاج بعض هذه الأنماط إلى القوة والبعض الآخر من هذه الأنماط يحتاج إلى حركة واسعة.
- نظام الروافع هذه التي توجد في جسم الإنسان يعتمد على الحركة الميكانيكية للمفاصل والعضلات عند الأشخاص.

1 1 أنواع الروافع في جسم الإنسان



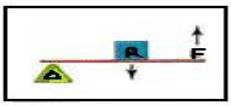
روافع من النوع الأول

النوع الأول :تسمى برافع التوازن

تحدث فيه قوتان متبدلتان و هنا يقع نقطة الارتكاز O بين القوة F والمقاومةR، من أمثلة ذلك الميزان إذا قمت بوضع وزن معين بكافة وتركت الأخرى فارغة، فسيحدث خلل لأنهم غير متساويتان أما إذا قمت بوضع كمية بالكافة الثانية هنا سيتم حدوث توازن بين القوتان إلى أن يتم وضع كميتين ثابتين في الكفتان هنا يكون محور الارتكاز يقع بين القوة والمقاومة، المقص أيضاً من الأشياء التي تقع بين القوة والمقاومة فتكون قوة الارتكاز غير

ثابتة لأن القوة متغيرة.

- تلعب الرافعة في هذا النوع من الروافع دور الموازنة فتعمل العضلة في هذا النوع على العمل على نوع معين من الفقرات التي من شأنها أن تقوم بحمل ثقيل مع إمالة خفيفة نوعًا ما.
- مثل عضلات الرقبة وقدرة الإنسان على أن يقوم بإمالة رقبته إلى الخلف أو إلى الأمام بكل سهولة، دون أن يواجه أي صعوبة في تحريكها.
- وهذا النوع من الروافع هو الذي يمثل النقطة بين الوزن والقوة فالوزن يمثله الرقبة أما القوة يمثلها الرافعة التي تمثلها عضلات الرقبة



روافع من النوع الثاني

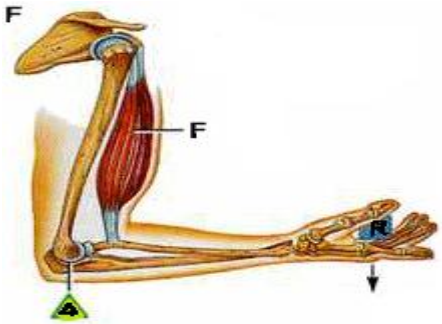
النوع الثاني من الروافع:

في النوع تقع المقاومة Rما بين محور الارتكاز O والقوة F وأفضل مثال على هذا هو عملية رفع الكعب عن الأرض ففي هذه العملية تُمثل مفاصل المشط والسلاميات مرتكز الرافعة.

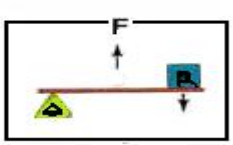
- في هذا النوع من الروافع التي توجد داخل جسم الإنسان المقاومة تقع بين القوة والنقطة المرتكزة أيضًا في الرافعة في هذا النوع تجعل المقاومة واقفق في المنتصف بينها وبين النقطة المرتكزة وينطبق ذلك على جسم الإنسان.
- مثل قيام الإنسان بفرد قدميه على الأرض بشكل كامل، ويرفع كعبه بمفرده أيضًا عن الأرض وكعب قدم الإنسان في هذه الحالة يمثل الحمل.

النوع الثالث من الروافع

حيث تكون القوة Fبين المقاومة Rوالارتكاز O مثل صنارة الصيد فتظل ثابتة حتى تحقق الهدف المرجو لها ولا تقوم هي بنقل شعور للصائد، بل الذي يقوم بالصيد هو الذي يشعر بأن الهدف قد تحقق ويقوم هو أيضاً بسحبها.



- هذا النوع من الروافع التي توجد في جسم الإنسان هو أكثر نوعًا من الأنواع الأخرى انتشارًا، وفي هذا النوع تكون القوة واقعة بين الحمل ونقطة الارتكاز.



- أي أن الرافعة من هذا النوع تكون في طرف والحمل في الطرف الآخر المقابل لها، أما القوة تكون في المنتصف بين هذه الرافعة والحمل.

- والمثال الذي يوضح هذا النوع من الروافع في جسم الإنسان هو قيام الشخص بكل سهولة برفع مفصل يديه ورفع ذراعيه، وفي هذه الحركة البسيطة التي تمثل النوع الثالث من الروافع التي تمثل هنا القوة، والذي يمثله في جسم الإنسان المفصل الذي يكون مسؤول عن تحريك الذراع بكل سهولة.

- أما نقطة الارتكاز والذي يمثلها في جسم الإنسان هي طرف اليد، والذي يعمل هذا الطرف كنقطة ارتكاز لليد كلها عند الإنسان، والحمل والذي يمثله في الجسم الجزء الذي يوجد أعلى ذراع الإنسان حتى الرقبة.

- ومما سبق يمكن أن نقول إن الروافع التي توجد في جسم الإنسان هي عبارة عن عدد المفاصل والعضلات التي تقوم بعملية رفع الأشياء وبسطها من مكان إلى مكان آخر، وبدون أي متاعب والآن نحن سوف نتعرف على أنواع المفاصل التي توجد في جسم الإنسان.

استخدامات الروافع في حياة الإنسان

هذه الروافع تحتاج لقوة خارجية لكي تقوم بتحريكها واستخدامه ولكل أداة وظيفة تختلف عن الأخرى ومن أمثلة ذلك: _

- المكنسة الكهربائية قد يتم تثبيتها بمكان وتقوم من خلال ذراعها بتنظيف أتربة بمساحة أكبر من حجم المكنسة، وبهذا قد توفر جهد أكبر من الوسائل التقليدية العادية.
- آلات الرفع مثل الونش وما شابه ذلك عندما يقوم أي شخص ببناء منزل أو مدرسة أو مبنى بوجه عام، فإنه يستخدم الونش في حمل الأتربة التي يتم نزعها من الأرض ونقل الرمال.

- فيتم استخدام الونش كأداة ويتم استخدام سيارات النقل كأداة أخرى فهنا لكل منهم وظيفة فهذه الأتربة التي تم حفرها لوضع أساس البناء، بدلاً منها تم استخدام الونش لحملها بدلاً من أن يقوم عدة أشخاص بحمل هذه الأتربة ووضعه بالسيارة وتحتاج لوقت ومجود مضاعف من استخدام تلك الآلات.

- وتم استخدام سيارة النقل لنقل الرمال وكذلك نقل الأتربة التي تم حفرها من الأرض عن طريق سيارة الونش فكلاً منهم، كان استكمال للأخر ليؤدي كلاً منه وظيفته بجهد أقل وهذا كان غير موجود في العصور السابقة فكان الأمر أصعب فتجد عند القيام ببناء منزل.

- قد يستغرق هذا الأمر لسنوات حتى يتم الانتهاء من ذلك الأمر بجانب أن المباني، كانت تأخذ ارتفاع معين لا يمكن تجاوزه بسبب عدم توافر هذه الروافع والآلات، ولكن الآن قد لا يستغرق الأمر أكثر من أسبوعاً واحداً أو شهراً على الأكثر.
- وتجد منزل كامل أمامك قد تم بناؤه بجانب الأبراج الضخمة التي يتم بناؤها الآن، ولا يمكن أن تكون موجودة بالأسبق فأصبحت الروافع تصل المستلزمات للبناء إلى أقصى ارتفاع.
- نقل الأجهزة كالأثاث وما مثل ذلك لا يحتاج إلى الدرج ليقوم العمال بالصعود للأعلى حاملين غرض أو اثنان على الأكثر، بل يتم استخدام سيارات ونش رفع الأثاث، وتنزيله بداخل الغرفة المطلوبة دون الحاجة ليوم كامل لنقل هذا الأثاث، ولا يرهق الإنسان بنفس الطرق السابقة ولا يتجاوز الأمر كله الساعتين.

2-1 طرق تحديد مركز ثقل الجسم:

لكي يتمكن الفرد من تحديد التغير في مكان كتلة جسم الإنسان بالنسبة للمكان والزمان بطريقة دقيقة يتحتم عليه معرفة موضع مركز ثقل كتلة الجسم بالنسبة للأوضاع المختلفة التي يتخذها جسم الإنسان بالإضافة إلي ضرورة معرفة عزم القصور الذاتي للكتلة بالنسبة لمختلف الأوضاع التي يتخذها الجسم في حالة الحركة الدورانية.

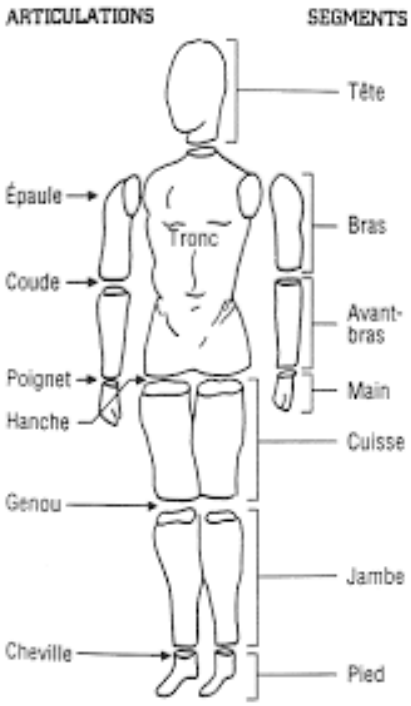
الطرق إلي ما يلي:

1. الطريقة المباشرة (باستخدام الجسم كوحدة واحدة).

2. الطريقة غير المباشرة (باستخدام الجسم كأجزاء).

1-2-1. الطريقة المباشرة:

كان "بوريللي" أول من توصل إلي تحديد موضع ثقل الكتلة لجسم الإنسان، وللتوصل لذلك وضع شخصا في وضع الرقود علي لوحة من الخشب مركزا علي رأس منشور وقام بتحريك اللوح حتى حدث وضع اتزان للجسم وبذلك يكون قد أوجد خط تأثير مركز ثقل كتلة الجسم، غير أن الأمر هنا لا يتعلق بتحديد مركز ثقل كتلة جسم الشخص وحدة بل بتحديد الثقل المشترك لكل من جسم الشخص والقاعدة المرتكز عليها هذا الجسم أيضا، حيث أنه عن طريق تحريك اللوح الخشبي فوق



الدعامة المرتكز عليها يكون هناك مركز ثقل جسم الشخص علي أحد طرفي اللوح الخشبي بينما يكون مركز ثقل اللوح موجودا عند الطرف الآخر للحافة.

وخلال القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين قام فريق من الباحثين بتطوير طريقة بوريللي حيث أجرى الأخوان فيشر تجربتهما علي نفس الأسس المماثلة لطريقة بوريللي مع محاولتهما تجنب الخطأ الذي وقع فيه بوريللي، وذلك بوضع الشخص فوق قاعدة قاما سلفا بتثبيتها في وضع الاتزان مع تحريك الجسم الذي أجريا عليه تجربتهما هنا وهناك، ويتضح صعوبة هذه الطريقة إذا ما تخيلنا إيجاد مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في أوضاع متعددة وصعبة خلال أدائه مهارة مثل الدورتين الهوائيتين المتكورتين علي الأرض.

لذا فقد توصل "ديبوز ريموند" إلي جهاز أطلق عليه اسم ميزان مركز الثقل يتكون من قاعدة مثبتة وضعت فوق حافتين ثبت أحدهما فوق ميزان من الموازين المستخدمة في وزن الأشخاص وبقدر بعد المسافة بين خط الثقل ونقطة الارتكاز للميزان، يستخرج مقدارا معينا لوزن الجسم، ووفقا لقانون الروافع، فإنه يمكن حساب تلك المسافة، ولقد أدت هذه الطريقة إلي تبسيط خطوات التجارب بشكل ملحوظ برغم من أنها لا تصلح إلا لتحديد خط الثقل فقط، أما بالنسبة لتحديد مركز ثقل جسم ما فإنه من الضروري إيجاد ثلاثة خطوط للثقل بحيث لا يجوز أن يقع أكثر من اثنين منهما علي مستوى واحد، ونظرا لتمتع الأجسام بخاصية التماثل فإنه من الممكن في معظم الأحيان الاستغناء عن خط الثقل الثالث، وقد قام "بازلر" بإضافة تطويرات جديدة علي ميزان مركز الثقل الخاص بريموند مستخدما في تجاربه الكثيرة منصة مثلثة الشكل متساوية الزوايا بحيث يتركز عند إحدى الزوايا علي جسم ثابت بينما يتركز في زاويتيه الأخيرتين فوق ميزان لوزن الأشخاص وباستخدام هذا الجهاز يمكن إيجاد خطين للثقل تمثل نقطة تقاطعهما مركز ثقل الجسم.

1-2-2.الطريقة غير المباشرة:

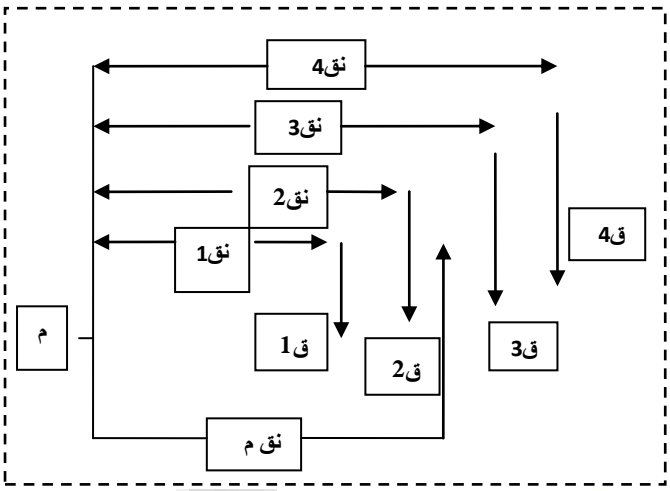
تعتمد الطرق المستخدمة للحصول علي المدلولات التي يمكن عن طريقها تحديد موضع مركز ثقل كتلة جسم الإنسان علي مبدأ معرفة موضع مركز ثقل كتلة كل جزء من أجزاء جسم الإنسان كل علي حدة وقد استخدم في سبيل ذلك دراسات مختلفة منها:

- **دراسة الجثث.**
- **دراسة عمر الأجسام.**
- **دراسات رد فعل اللوح.**
- **دراسات النماذج الرياضية.**

- **الدراسات المتنوعة.**

وفيما يلي نذكر أكثر الطرق العلمية التجريبية والتحليلية انتشارا واستخداما في تحديد موضع مركز ثقل كتلة جسم الإنسان.

الطريقة التحليلية لتحديد موضع مركز ثقل كتلة الجسم وفق رأي "كنول وايجرز":



تعتمد هذه الطريقة علي قانون أفضل الأوضاع علما بأن هناك توجد حالة خاصة تتمثل في أن القوى تتقاطع خطوط متوازية التأثير وتنطبق علي تأثيرات القوى الموضحة في الشروط التالية لحدوث التوازن:

فإذا كان مقدار القوى (ق 1 إلى ق4) ومسافتها العمومية (نق 1 إلي نق4) الفاصلة بينها وبين محور الدوران (م) معلومة لنا يصبح في الإمكان معرفة (نق م) الخاصة بقوة الارتكاز (ق م) عن محور الدوران، فإذا ما كان الأمر يتعلق في حالة القوى بأوزان الأجسام فإنه في الإمكان في هذه الحالة معرفة خط ثقل النظام بمعلومة البعد (نق م) حيث تأخذ معادلة القوى الصورة التالية:

$$\text{نق م} = \frac{(\text{نق}\,\mathbf{1}\,\text{ق}\,\mathbf{1}) + (\text{نق}\,\mathbf{2}\,\text{ق}\,\mathbf{2}) + (\text{نق}\,\mathbf{3}\,\text{ق}\,\mathbf{3}) + (\text{نق}\,\mathbf{4}\,\text{ق}\,\mathbf{4})}{\text{ق م}}$$

وتطبق المعادلة التالية بصفة عامة علي القوى:

مجـ ن=1 وبالتالي 1 = 1

$$\text{ومنه نق م} = \frac{\text{نق}\,\mathbf{1}\,\text{ق}\,\mathbf{1}}{\text{ق}\,\mathbf{1}}$$

وهذه الطريقة يمكن استخدامها في تحديد موضع مركز ثقل كتلة جسم اللاعب مع العلم لنا وضع مركز ثقل كل جزء من أجزاء الجسم علي حدى، وكذلك وزن الجسم كله، وكما سبق أن ذكرنا أن هذه نتيجة الأبحاث التي أجريت علي أجزاء جثث إنسان لتحديد مراكز ثقلها وأوزانها فقط تم التوصل إلي متوسطات حسابية عامة نلخصها كما في الجدول التالي:

جدول (1)

الوزن النسبي لأجزاء جسم الإنسان بالنسبة لوزن الجسم

(عن فيشر وبيرنشتاين)

الرقم	اجزاء الجسم	الوزن النسبي وفق رأي فيشر	الوزن النسبي وفق رأي بيرنشتين رجال وسيدات		النسبة التقريبية
01	**الرأس**	0.0706	0.0672	0.0812	**0.07**
02	**الجذع**	0.427	0.463	0.4390	**0.43**
03	**الفخذ**	0.1158	0.2121	0.1289	**0.12**
04	**الساق**	0.0527	0.0465	0.0434	**0.05**
05	**القدم**	0.0179	0.0146	0.0129	**0.02**
06	**العضد**	0.0336	0.0265	0.0260	**0.03**
07	**الساعد**	0.0228	0.0182	0.0182	**0.02**
08	اليد	**0.0084**	**0.0070**	**0.005**	**0.01**

وقد تمكن " **كلاوسير Clauser**" من تحديد نسبة أوزان أجزاء الجسم بالنسبة لوزن الجسم الكلي وفق الجدول التالي:

جدول (2)

الوزن النسبي لأجزاء الجسم المختلفة بالنسبة لوزن الجسم كله عند كلاوسير

أجزاء الجسم	الرأس	الجذع	العضد	الساعد	اليد	الفخذ	الساق	القدم
عزم القصور الذاتي بالكيلو غرام م	0.024	1.211	0.026	0.007	0.005	0.102	0.048	0.037
الوزن النسبي	0.073	0.507	0.026	0.016	0.007	0.103	0.043	0.015

كما أمكن التوصل إلي أن مركز ثقل الأطراف تقع علي محاورها الطويلة تماما بينما المسافة الخاصة بمركز ثقل كتلة الجسم فتؤخذ من المفصل العلوي والتي تعتبر كنصف قطر الحركة وهي في نفس الوقت علاقة ثابتة بالنسبة للطول الكلي للعضو أما مركز ثقل الجذع فإنه يقع علي الجزء الموضح أي في المسافة التي بين المحور العرض لمفصلي الكتفين وبين مركز الثقل في هذه الحالة بمثابة نصف قطر حركة مركز الثقل أما بالنسبة للرأس فإن مركز الثقل يقع خلف عظم الخابور. كما تمكن كلاوسير من تحديد موضع مركز ثقل كتلة كل جزء من أجزاء الجسم علي حدة وفق الجدول التالي:

جدول (3)

نسبة أنصاف أقطار مراكز ثقل كل جزء من أجزاء جسم الإنسان

بالنسبة لطول محاورها الطولية (عن كلاوسير)

أجزاء الجسم	نسبة أنصاف أقطار مراكز ثقل كل جزء من اجزاء جسم الإنسان بالنسبة لطول محاورها الطولية (عن كلاوسير)
الرأس	46.4% عن قمة الرأس أو 53.6% عن تقاطع الذقن والرقبة.
الجذع	38% عن المدور الكبير للكتف أو 62% عن محور المعقدة.
العضد	51.3% عن محور الكتفين أو 48.3% عن محور المرفقين.
الساعد	39% عن محور المرفق أو 61% عن محور الرسغ.
اليد	18% عن محور الرسغ أو 82% عن السلامية الثالثة.

الفخذ	37.2 عن محور المقعدة أو 62.8% عن محور الركبة.
الساق	37.1 عن محور الركبة أو 62.9% عن محور رسغ القدم.
القدم	44.9% عن العقب أو 55.1% عن قمة الأصبع الأطول.

2 – شرح عملية تحديد مركز الثقل

لتحديد مركز ثقل كتلة الجسم بأكمله يستخدم نظام الإحداثيات الكارتيزية وتحدده فوق الصور الذي يمثل الجسم بمقياس رسم محدّد ثم توضع علامات على **النقطة المتوسطة للمفصل** (**الوصلات**) وبيان **المحور الطولي** لأجزاء الجسم الذي يوضح **أنصاف أقطار الحركة لمركز ثقل** كتلة الجسم لكل مركز ثقل على حده ، ثم تقيس القيمتين على الإحداثيات (X, Y) الخاصتين بمراكز الثقل كل منها على حده ثم تضع هذه القيم في صورة جدول ثم تحسب المقدار المستخرج من الوزن النسبي لأجزاء الجسم وبعد ذلك عن المحور الإحداثيات (Y) ونفس الشيء على محور الإحداثيات (X) أي تحسب العزوم الخاصة بمراكز ثقل أجزاء الجسم بارتباطها بالمحور الإحداثيات المعلوم كنقطة دوران وحتى يمكن حساب قيمتي الإحداثيات $(X ، Y)$ باستخدام المعادلة والخاصتين بمراكز الثقل المشترك لجميع أجزاء الجسم توجد قيم (Y) ، (X) منفصلين ونظراً إلى أن الوزن الكلى يكون له قيمة واحدة وعلماً بأن من الضروري وفقاً للمعادلة قسمة قيمة العزوم على الوزن الكلى فإن قيم (Y)، (X) يمثلان بالفعل القيمتين للإحداثيات (Y)، (X) وهما خاصتان بمركز ثقل كتلة الجسم المشترك.

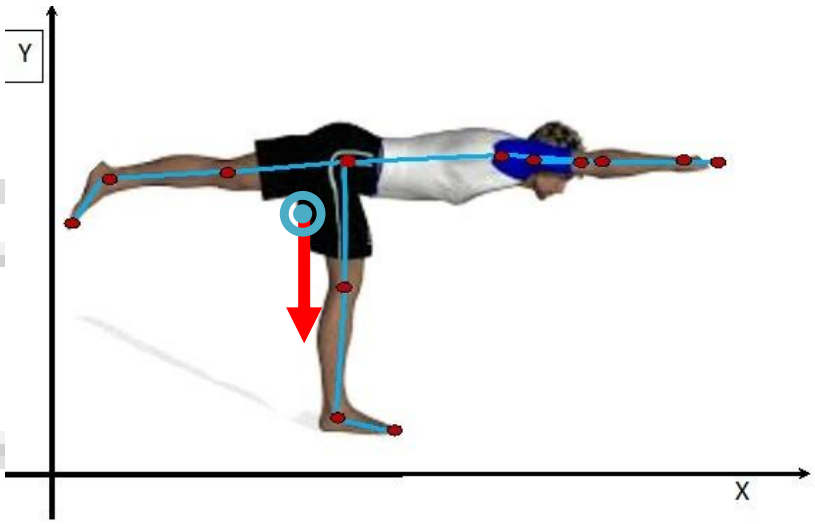
بإتباع الخطوات التالية:

- ضع علامة على النقاط الثابتة بالجسم.
- **وصل محاور أعضاء الجسم** (وصلات) المختلفة مع ملاحظة أن المحور الطولي للجذع هو الخط الواصل بين منتصف كل من المحور الأفقي الواصل بين مفصلي الكتفين، مفصلي الفخذين.
- حدد طول كل محور من المحاور الطولية الخاصة بكل جزء من أجزاء الجسم وباستخدام نسب **أنصاف أقطار لكلاوسير حدد موضع مركز ثقل كل عضو على حده.**
- أوجد **بعد مركز ثقل كل عضو** على المحور X، والمحور Y.
- أوجد **عزم** مركز ثقل كل عضو من أعضاء الجسم على حده حول المحور X، المحور Y و. x، و. y وذلك بضرب المحور بعد مركز ثقل العضو عن المحور X × الوزن النسبي (عن كلاوسير) اضرب بعد مركز ثقل العضو عن المحور Y الوزن النسبي للعضو (عن كلاوسير).

أوجد مجموع نواتج ضرب بعد مركز ثقل العضو × وزنه النسبي لكل من المحور السيني والمحور الصادي حيث يصبح ذلك هو بعد مركز ثقل كتلة الجسم عن المحور السيني، المحور الصادي على التوالي (إحداثيا ت نقطة مركز ثقل كتلة الجسم في هذا الوضع).

مجموع العزوم x /الوزن الكلي = X
مجموع العزوم x /الوزن الكلي = Y

وبالتالي (Y.X) هي إحداثيات نقطة **مركز الثقل الجسم**



جدول (4)

تحديد مركز ثقل كتلة الجسم باستخدام طريقة أجزاء الجسم (الطريقة التحليلية)

المعطيات :

وزن اللاعب **65 kg**

السؤال : اوجد مركز ثقل اللاعب في هذه الوضعية ، هل اللاعب في حالة توازن ؟ علل إجابتك .

الإجابة :

أجزاء الجسم	الرأس	الجذع	العضد الايمن	الساعد الايمن	اليد الايمن	الفخذ الايمن	الساق الايمن	القدم الايمن	العضد الايسر	الساعد الايسر	اليد الايسر	الفخذ الايسر	الساق الايسر	القدم الايسر
الوزن النسبي	0.073	0.507	0.026	0.016	0.007	0.103	0.043	0.015	0.026	0.016	0.007	0.103	0.043	0.015

وزن كل جزء	4.75	32.96	1.69	1.04	0.46	6.7	2.8	0.98	1.69	1.04	0.46	6.7	2.8	0.98
مراكز ثقل كل جزء من الأعلى إلى الأسفل	46.4 %	%38	51.3 %	%39	%18	37.2 %	37.1 %	44.9 %	51.3 %	%39	%18	37.2 %	37.1 %	44.9 %
طول كل جزء	1.6سم	4.4سم	2.1سم	1.8سم	1.3سم	3.5سم	3.1سم	1.5سم	2.1سم	1.8سم	1.3سم	3سم	2.9سم	1.5سم
مراكز ثقل كل جزء من الأعلى إلى الأسفل	0.74	1.67	1.08	0.7	0.23	1.3	1.15	0.67	1.08	0.7	0.23	1.12	1.08	0.67
X	12.6	10	12.8	14.3	15.8	7.2	7.1	7.6	12.8	14.3	15.8	6.1	3.2	1
Y	7.8	8	7.8	7.8	7.8	6.6	3.4	1.3	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7
F*X	59.85	329.6	21.63	14.87	7.27	48.24	19.88	7.44	21.63	14.87	7.26	40.87	8.96	0.98
F*Y	37.05	263.68	13.18	8.11	3.59	44.22	9.52	1.27	13.18	8.11	3.59	52.26	21.56	6.86

مجموع العزوم x /الوزن الكلي **تساوي** إحداثي x ومنه 65/603.35 =9.28

مجموع العزوم y /الوزن الكلي **تساوي** إحداثي y ومنه 65/486.18 = 7.48

الإحداثيات هي (9.28، 7.48) وتحدد على الصورة

تعيين أوزان الأجزاء المختلفة للجسم:

قام العالم الألماني "**فيشرFisher**" بتعين أوزان الوصلات للأجزاء المختلفة للجسم كما في الجدول التالي:

النسبة المئوية لأوزان الوصلات (أجزاء الجسم الإنساني)

وصلات الجسم	أوزان وصلات الجسم
الرأس	%7
الجذع	%43
الفخذ	%12
الساق	%5
القدم	%2
العضد	%3
الساعد	%2
اليد	%1

هذه الأوزان مقربة.

تعين مركز ثقل من هذه الوصلات:

عين "**فيشر Fisher** " مواضع ثقل الوصلات، ووجد أن مركز ثقل الوصلة بالقرب من نهايتها القريبة كما موضح في الجدول التالي:

اسم الوصلة	المسافة النسبية (×) لمركز ثقل الوصلة مقاسة من النهائية القريبة لهذه الوصلة
الرأس	فوق الحافة العليا الوحشية للفتحة السمعية
الجذع من مفصل الكتف حتى مفصل الفخذ	0.44
العضد	0.47
الساعد	0.42
الكف (الأصابع نصف مثنية)	المفصل بين عظمي مشط وسلاميات الأصبع الثالث
الفخذ	0.44
الساق	0.42
القدم من عظم العقب حتى الإصبع الكبير	0.44

وتعتمد الطريقة التحليلية لتعيين مركز ثقل الجسم أساسا على نظرية **فارنيون** وتتلخص في:

إذا كان لمجموعة القوى المعطاة محصلة فإن عزم هذه المحصلة حول أي محور يساوي المجموع الجبري لعزوم قوى المجموعة حول نفس المحور.

خطوات العمل لتعيين مركز الثقل للجسم الإنساني:

يسجل الوزن المطلقة الحقيقي للوصلة الناتج من ضرب وزن الجسم (أ) في الوزن النسبي للوصلة.

تحدد أطوال الوصلات بالملليمتر علي الصورة.

ضرب طول الوصلة بالملليمتر في المعامل الخاص بالمسافة النسبية لمركز يقل الوصلة مقاسة من نهايتها القريبة، ويتم قياس هذه المسافة المسافات النسبية لمراكز ثقل الوصلات عل ى أن يعلم موضع مركز ثقل الوصلة بعلامة (×) عل ى الرسم.

يتم قياس المسافة الأفقية بين موضع مركز ثقل الوصلة وبين المحور الصادي (×) الإحداثي الأفقي لمركز ثقل الوصلة.

يتم ضرب وزن الوصلة (أ) في المسافة الأفقية (×) ثم تجمع عزوم قوى الجاذبية بالنسبة للمحور العمودي.

يتم ضرب وزن الوصلة (أ) في المسافة العمودية (Y) ثم تجمع عزوم قوى الجاذبية بالنسبة للمحور الأفقي.

تعين قيمة (2×) على المحور الأفقي في الرسم كما تعين قيمة (Y2) على المحور العمودي ثم يقام من النقطتين الناتجتين عمودان يتعامد كل منهما مع الآخر، حيث تكون نقطة التقاطع هي موضع مركز ثقل الجسم ممثل في الإحداثيات (**x.y**).

المحاضرة الثالثة عشر: تقسيم الحركة

تقسيم الحركة وفقا لأنواعها

أولا: تقسيم الحركة من حيث المسار الزمني:

أ ــحركة منتظمة:

و هي تلك الحركات التي تسير بسرعة ثابتة وهذا النوع غير وارد في الأنشطة الرياضية. ومعادلتها من الشكل

$x = vt + x_0$ حيث x هي المسافة ، v هي السرعة و t هي الزمن المقطوع، x_0 المسافة الابتدائية

V= ثابت

ب – حركة غير منتظمة:

وفيها يقطع الجسم مسافات غير متساوية في وحدات زمنية متساوية يوجد منها نوعان هما:

- حركة غير منتظمة التغير موجبة (متسارعة)
- حركة غير منتظمة التغير سالبة. (متباطئة أو متناقصة) . ومعادلتها تكتب من الشكل

حيث :

x هي المسافة ، a التسارع ، t الزمن ، v السرعة، x_0 المسافة الابتدائية

a= ثابت ، v=متغير

ثانيا: تقسيم الحركة من حيث المسار الهندسي:

1/ حركات انتقالية:

وهي حركة الانتقال الموازي للجسم ككل بحيث تنتقل جميع نقط الجسم انتقالاً متساوياً ومتوازياً (أي تتحرك نفس المسافة في نفس الاتجاه وبنفس السرعة) وتنقسم بدورها إلى قسمين:

أ/الحركة الانتقالية الخطية (الحركة المستقيمة) :

الحركة الخطية المستقيمة للجسم ككل تحت تأثير قوى خارجية مثل (العدو . الجري في خط مستقيم).

كالجري في مضمار السرعة..

ب /الحركة الانتقالية المنحنية:

هي حركة انتقالية للجسم ككل في مسار منحني (غير مستقيم) مثال حركة مسار المقذوف أثناء طيرانه. إنزلاق الزحافات على الجليد في المنحني ولا يجب أن تكون بالضرورة مساراً دائرياً على محيط الدائرة.

جامعة الجلفة
المجلس العلمي
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

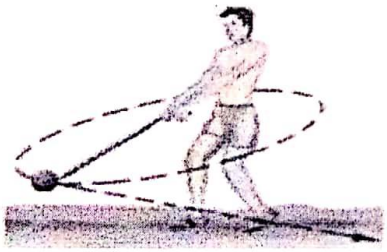
أمثلة في المجال الرياضي :

الجري في منحنى..

قذف الجلة والرمح.

القفز الطويل.....الخ

2– الحركة الدائرية (الدورانية):



وفيها ترسم أي نقطة من الجسم **دائرة أو قوس** من دائرة حول محور دوران داخل الجسم إي أن الحركة الدائرية للجسم ككل حول محور ثابت أو محور دوران الجسم وتكون أبعاد نقط الجسم المختلفة ثابتة بالنسبة لهذا المحور

مثال : الدوران على العقلة في الجمباز ..

مسار رمي المطرقة (مسار **دوران المطرقة قبل الخروج من يد اللاعب)**

3– الحركة العامة :

هي عبارة عن حركة انتقالية و دورانية بمعنى أن يدور الجسم حول المحور نفسه في اتجاه معين .

مثال: الدورة الهوائية في الغطس

ثالثا: تصنيف المهارات الحركية من حيث طبيعة الأداء:

أنواع المهارات الحركية Skills Taxonomy of Sport:

يمكن ان تصنف المهارات الحركية إلى أصناف عدة وذلك تبعا لطبيعة المهارة أو حجم العضلات المشتركة أو عوامل أخرى، وقد صنفت من قبل المختصين في التعلم الحركي إلى أشكال كثيرة ولكن اغلبها تتفق على ما يأتي:

- مهارات العضلات الدقيقة – مهارات العضلات الكبيرة
- مهارات مستمرة، ومهارات متماسكة، ومهارات متقطعة
- مهارات السيطرة الذاتية – مهارات السيطرة الخارجية
- مهارات مغلقة – مهارات مفتوحة

(يحدد الطالب مهارة في كل نوع مما سبق)

1 -**مهارات العضلات الدقيقة – مهارات العضلات الكبيرة:**

غالبا ما تصنف المهارات الحركية إلى مهارات العضلات الدقيقة ومهارات العضلات الكبيرة، وذلك على وفق حجم العضلات المشتركة في أداء الحركة. فالمهارات الدقيقة هي تلك المهارات التي تسترك في أدائها مجموعات العضلات الدقيقة التي تتحرك خلالها بعض أجزاء الجسم في مجال محدود لتنفيذ استجابة دقيقة في مدى ضيق للحركة. وكثيرا ما تعتمد هذه المهارات على التوافق العصبي العضلي بين اليدين والعينين، مثل مهارات الرماية والبلياردو أو بعض مهارات التمرير والسيطرة على الكرة في الألعاب التي تستخدم فيها الكرات. أما مهارات العضلات الكبيرة فتستخدم في تنفيذها مجموعات العضلات الكبيرة، وقد يشترك الجسم كله أحيانا في تنفيذها، مثل مهارات كرة القدم والعاب القوى والمنازلات. وفي ضوء هذا التصنيف نضع جميع المهارات الرياضية على سلسلة افتراضية في أحد طرفيها تقع مهارات العضلات الدقيقة وفي الطرف الأخر مهارات العضلات الكبيرة.

أما المهارات الرياضية الأخرى فتقع على هذه السلسلة تبعا لحجم العضلات المشتركة في الأداء، ففي الرمية الحرة بكرة السلة أو الإعداد في الكرة الطائرة تستخدم أحيانا مجموعات العضلات الدقيقة بشكل واضح بالإضافة إلى اشتراك بعض العضلات الكبيرة في الجسم. وفي بعض أنواع الإرسال في تنس الطاولة يكون اشتراك العضلات الدقيقة على قدر متساو من الأهمية لاشتراك العضلات الكبيرة، وهكذا يمكن وضع جميع المهارات الرياضية على نقطة ما من هذه السلسلة الافتراضية.

2 مهارات مستمرة، ومهارات متماسكة، ومهارات متقطعة:

في هذا التصنيف تحدد المهارات على وفق الزمن الذي تستغرقه وفترات التوقف التي تتخلل الأداء ومدى الترابط بين أجزاء الحركة بعضها بالبعض الأخر، إذ يمكن افتراض وجود سلسلة من المهارات في أحد طرفيها تقع المهارات المستمرة بينما تقع في الطرف الأخر منها المهارات المتقطعة وتتوزع جميع المهارات الرياضية على هذه السلسلة.

إن المهارة المستمرة هي المهارة التي تتكرر فيها الحركات بشكل متشابه ومستمر دون توقف ملحوظ، إذ يتداخل الجزء النهائي من الحركة الأولى مع الجزء التحضيري من الحركة التي تليها، وهكذا تظهر الحركات وكأنها حركة واحدة مستمرة، كما هو الحال في السباحة والركض والمشي والتجديف. أما المهارة المتقطعة فهي المهارة التي تتكون من حركة لها بداية ونهاية واضحة ولا ترتبط بالضرورة بالحركة التي تليها كما هو الحال في الإرسال بالكرة الطائرة فبعد ان ينفذ الإرسال تعتمد الحركة التالية على أسلوب استجابة الفريق المنافس وهذا أمر لا يمكن معرفته أو توقعه دائما، لذا فان الحركة التالية للإرسال قد تكون مختلفة في كل مرة، هذا فضلا عن ان هناك مدة زمنية بين تنفيذ الإرسال والمهارة التي تليها.

وتتميز المهارة المستمرة بإمكانية تعلمها بوقت أسرع من المهارة المتقطعة عندما تكون من نفس مستوى الصعوبة، كما يمكن الاحتفاظ بالمهارة المستمرة لمدة زمنية أطول وذلك لان تكرار الحركة (التمرين عليها) هو جزء متأصل في طبيعة المهارة.

إما المهارات المتماسكة فتتصف باعتماد الحركات فيها الواحدة على الأخرى، كمهارة الغطس إلى الماء والحركات الأرضية في الجمباز إذ تعتمد كل حركة على ما يسبقها وما يليها من حركات، واغلب الحركات الرياضية هي من نوع المهارات المتماسكة. ويصعب أحيانا فصل هذه المهارات إلى أجزاء عند تعلمها وذلك من اجل المحافظة على وحدتها وترابطها فعلى سبيل المثال نلاحظ ان مهارة رمي الرمح تعتمد على مدى الترابط والانسيابية بين حركة الاقتراب والرمي فانسيابية الحركة والربط المناسب بين أجزائها يعد العنصر الحاسم في نجاح أدائها، وكذلك الأمر بالنسبة لحركتي الدوران والرمي في المطرقة.

3 مهارات السيطرة الذاتية – مهارات السيطرة الخارجية:

يمكن تقسيم المهارات الحركية إلى أربعة أنواع على وفق طبيعة الفرد والهدف، ففي بعض المهارات يكون الفرد في حالة ثبات عند قيامه بالاستجابة كما يكون هدف المهارة أيضا ثابت. بينما تنفذ بعض المهارات بطريقة يكون الفرد والهدف كلاهما في حالة حركة، لذا يمكن تصنيف المهارات إلى أربعة أنواع موزعة على سلسلة افتراضية في أحد طرفيها مهارات يكون فيها الفرد والهدف في حالة ثبات وفي الطرف الأخر منها مهارات فيها الفرد والهدف في حالة حركة. وبين هذين الطرفين نوعان آخران من المهارات أحدهما يكون فيه الفرد ثابتا والهدف متحرك أما الأخر ففيه الفرد متحرك والهدف ثابت.

جدول رقم 02

الفرد والهدف في حالة ثبات	الفرد متحرك والهدف ثابت	الفرد ثابت والهدف متحرك	الفرد والهدف في حالة حركة
الرماية على الهدف	التهديف السلمي في كرة السلة	ضرب الكرة بالمضرب	تمرير الكرة بين لاعبين أثناء الركض

إن الشيء المهم هنا هو المدى الذي تسمح به طبيعة المهارة للفرد بالتنبؤ للاستجابة ومقدار السيطرة الذاتية أو الخارجية على أداء المهارة. وعلينا أن ننظر إلى المهارة التي تقع على هذه السلسلة في إطار الظروف التي تؤدى فيها المهارة. فعلى سبيل المثال في مهارة ضرب الكرة بالمضرب يكون اللاعب في حالة ثبات قبل أدائه للضربة ولكنه سيتحرك أثناء قيامه بالمهارة ويمكن أن نلاحظ إن المهارات على هذه السلسلة تزداد صعوبة كلما انتقلنا من الطرف الأيمن نحو الطرف الأيسر. كما نستنتج إن أداء اللاعب للمهارات في الطرف الأيمن من السلسلة لا يعتمد كثيرا على سرعة القيام بالعمليات الإدراكية من قبل الفرد، بل يعتمد على مجموعة الاستجابات الملائمة التي يقوم بها، وذلك لان ثبات المثير يتيح للاعب الوقت الكافي للاستعداد قبل أدائه للحركة. أما بالنسبة للمهارات الموجودة في الطرف الأيسر من السلسلة فالأمر مختلف تماما إذ أن المثيرات هنا ليست ثابتة كما إنها قد تكون غير متوقعة بطبيعتها مما يفرض قدرا كبيرا من المتطلبات على اللاعب عند أدائه لها.

4 -مهارات مغلقة – مهارات مفتوحة:

يرتبط هذا التصنيف إلى حد كبير بالتصنيف السابق والخاص بالسيطرة الذاتية والسيطرة الخارجية. إن المهارة المغلقة هي المهارة التي تؤدى تحت ظروف بيئية ثابتة نسبيا. أما المهارة المفتوحة فهي تلك المهارة التي تؤدى تحت ظروف تتغير أحداثها باستمرار. ويمكن أن تعرف المهارات المغلقة بأنها تلك المهارات التي ليست لها متطلبات بيئية عديدة وان كان لها بعض المتطلبات فهي غير متوقعة مثل رمي القرص وركض 100 م وغيرها. أما المهارات المفتوحة، فهي تلك المهارات التي لها متطلبات بيئية عديدة متوقعة وغير متوقعة مثل كرة القدم وكرة السلة و رياضات المنازلات والعاب المضرب. ويمكن تصنيف جميع المهارات الرياضية على سلسلة تقع في أحد طرفيها المهارات المغلقة وفي الطرف الأخر المهارات المفتوحة، وتتوزع المهارات ما بين هذين الطرفين.

إن المهارة المغلقة تشبه إلى حد كبير العادة الحركية فهي تتكرر وتنفذ بالأسلوب نفسه في كل مرة بغض النظر عن الظروف المحيطة، إذ إنها لا تتأثر بما يجري في البيئة. فلو أخذنا مهارة رمي القرص على سبيل المثال نجد أن أفضل الرياضيين في هذه الفعالية هم الأشخاص الذين يمتلكون قدرات بدنية معينة بالإضافة إلى أسلوب أداء (تكنيك) مناسب وسليم من الناحية الميكانيكية يتقنونه لدرجة انه باستطاعتهم تنفيذه تحت مختلف الظروف. وأكثر الرياضيين نجاحا في مثل هذه المسابقات هم الذين يستطيعون إهمال الإشارات القادمة إليهم من البيئة الخارجية (المنافسون، والجمهور، والحكام)، إذ إن أساس التفوق في المهارات المغلقة يتجلى بعاملين أساسيين هما التكنيك المستخدم والقدرات الوظيفية للرياضي والتي نعني بها المواصفات البدنية مثل الطول والوزن والقوة العضلية والسرعة والقدرة العضلية والرشاقة وغيرها.

أما المهارات المفتوحة فتعتمد بشكل رئيس على القدرات الإدراكية للرياضي أي مقدرته على قراءة البيئة التي من حوله وتفسير المثيرات القادمة منها واختيار الاستجابة المناسبة لها ففي كرة القدم مثلا نلاحظ أحيانا أن اللاعب قد يمتلك تكنيكيا جيدا لأداء الحركات المختلفة ولكنه لا يستطيع القيام بها أثناء اللعب في الوقت أو المكان المناسب، لذا لن يعد هذا اللاعب ماهرا. ففي لعبة مثل كرة القدم يلعب الإدراك (تفسير الانطباعات الحسية) دورا مهما في حسن اختيار الاستجابة المناسبة. وهذا الأمر يتطلب من اللاعب أن يكون على اتصال دائم بالمعلومات القادمة إليه من البيئة المحيطة به كي يتمكن من تفسيرها بالشكل المناسب.

إن متطلبات التفوق في المهارات المفتوحة والمهارات المغلقة وطرائق التدريب المستخدمة في كل منهما تختلف على وفق طبيعة هذه المهارات فمن اجل ان يصبح اللاعب بارعا في إحدى المهارات المغلقة عليه أن يهتم بتطوير البناء الوظيفي لقدراته البدنية. فضلا عن اكتسابه لأسلوب أداء فني صحيح ميكانيكيا (التكنيك) لتلك المهارة ينسجم ومواصفاته البدنية والتمرين عليه حتى يتقنه بشكل جيد ويصعب في بعض الأحيان على الرياضي الوصول إلى

المستويات العليا في المهارات المغلقة بسبب عدم توافر المواصفات البدنية اللازمة لتلك المهارة لديه أو نتيجة لنقص في أحد عناصر اللياقة البدنية لديه. أما التفوق في المهارات المفتوحة مثل كرة السلة أو التنس الأرضي فيعتمد بشكل رئيس على مقدرة اللاعب في التعامل مع الكثير من الظروف والمتغيرات المختلفة فتعلم لعبة ككرة اليد مثلا لا يتم عن طريق معرفة مجموعة من الرميات أو المناولات فقط، بل لابد للاعب أن يتعلم أيضا كيف ومتى يمكنه استخدام تلك المناولات والرميات بشكل مناسب تحت ظروف اللعب المختلفة.

وفي أداء المهارات المفتوحة يمكن للفرد أن يعوض بعض النقص في أسلوب أدائه أو قدراته البدنية عن طريق براعته في الجوانب الإدراكية وحسن التصرف في المواقف المختلفة، اذ لا يتطلب التفوق في المهارات المفتوحة توافر بعض الخصائص البدنية المحددة لدى الرياضي.

إن السر وراء تمكن بعض اللاعبين من الاستمرار في ممارسة بعض المهارات المفتوحة والتفوق فيها سنوات متقدمة من عمرهم قد يكمن في مقدرتهم على حسن التصرف في الملعب واستخدام خبرتهم في تفسير المثيرات من حولهم بشكل يقلل من الحاجة إلى بذل مجهود بدني ضائع لا لزوم له.

إن اللاعب البارع في المهارات المفتوحة يستجيب بسرعة أفضل من اللاعب الاعتيادي نتيجة لمقدرته على الاستفادة من التلميحات الأولى التي تصله من البيئة عن الحركة دون الحاجة إلى الانتظار لتلميحات أخرى كي يتخذ قراره وينفذ استجابته.

رابعا تصنيف المهارات الحركية من حيث خصائص الحركة:

1– بناء الحركة(التقسيم الزماني المكاني للحركة).

غالباً ما يمكن تقسيم المهارات الحركية الرياضية إلى ثلاثة أجزاء واضحة ، ولا يبدأ التكوين الحركي بأداء الواجب الحركي بصورة مباشرة إذ يسبق المرحلة الرئيسية التي يتعين أثناءها أداء هذا الواجب الحركي مرحلة أخرى تكون طويلة أو قصيرة ، يطلق عليها اسم ''المرحلة التمهيدية'' ، وعند الانتهاء من أداء الواجب الحركي ، أي عند انتهاء المرحلة الأساسية فإن الأداء الحركي لا يتوقف لتوه ، وإنما يضعف تدريجياً وهو ما نطلق عليه اسم ''المرحلة النهائية''.

و يتكون البناء الحركي في الغالب لمعظم المهارات الرياضية داخل احد الأشكال التالية:

الحركة الوحيدة . الحركة المتكررة . الحركة المركبة . الجملة الحركية.

1 الحركة الوحيدة:

وهى تتكون من

- المرحلة التمهيدية :

تستهدف الإعداد الجيد للمرحلة الرئيسية من الحركة ، والتي يتحقق الهدف الميكانيكي الأساسي ، احتمالات تنفيذ تكون ناجحة ، وهذا على ضوء خاصية الاقتصاد في الجهد ، والمرحلة التمهيدية تظهر بعدة أشكال هي :

– المرحلة التمهيدية في عكس اتجاه الحركة

– المرحلة التمهيدية في نفس اتجاه الحركة

– المرحلة التمهيدية المتكررة

– المرحلة التمهيدية متعددة المراحل

- **المرحلة الرئيسية:**

ترتبط أقرب ما يكون بخاصية الهدف والأصالة، وتكون هذه المرحلة امتداداً للمرحلة التمهيدية، ويقع على عاتق هذه المرحلة مسئولية تحقيق الهدف الميكانيكي للأداء الحركي.

- **المرحلة النهائية:**

هي مدى الحركة ، وهذا يعنى الوصول إلى حالة الاتزان الديناميكي للحركة ، ويعنى الوصول إلى السكون النسبي بعد تصويب الكرة على المرمى ، أو الشروع في حركة جديدة ، كما يحدث في الربط بين المهارات .

2 الحركات المتكررة:

تحتوي الحركة الثنائية في حالات السرعة الطبيعية من قسمين وذلك تداخل القسم النهائي مع القسم التحضيري ونشاهد قسمين هما القسم الرئيسي وقسم يشمل القسمين الآخرين.

ملاحظة عدم تقليل السرعة عند الانتقال من القسم التحضيري إلى القسم الرئيسي في الحركات التي تحتاج إلى ركضه تقريبية أو دوران كحركات القفز والرمي وذلك للاستفادة الكلية من القوة التي يحصل عليها الجسم نتيجة للقسم التحضيري

ولها غالباً مرحلتان أو قسمان فقط ، ولكن إذا كان الأداء بطيئاً ، فسوف يظهر لنا ثلاث مراحل حيث مراحل المهارة المتكررة هي :

أ . المرحلة المزدوجة : وهي تطابق كل من المرحلة التمهيدية على المرحلة النهائية.

ب . المرحلة الأساسية : يتم فيها إنجاز الواجب الحركي .

كما يوجد عدة أشكال للمهارة المتكررة كما يلي :

- المهارة المتكررة البسيطة : التي يؤديها الجسم كله كمهارة واحدة ، ويستمر تكراراها مثل الوثب لأعلى .
- المهارة المتكررة المتبادلة : وهي أن يؤدى أجزاء الجسم حركة متكررة بصورة متبادلة ، أي عندما يأخذ أحد الأعضاء الجزء الرئيسي من الحركة يكون الثاني من الجسم في المرحلة المزدوجة مثال السباحة الحرة .
- المهارة المتكررة المتلازمة : وهي أن تؤدى أجزاء الجسم المتقابلة نفس الحركة ، وفي نفس الوقت مثال سباحة الدولفن .
- المهارة المتكررة المركبة : عبارة عن تكرار مجموعة من الحركات جمل حركية بصفة مستقرة مثال سباق الحواجز .

3 الحركات المركبة:

هي أكثر الحركات الرياضية صعوبة حيث أنها تستهدف تحقيق أكثر من هدف ميكانيكي أساسي ، وبالتالي فإنها تعتبر منظومة من الحركات المنفردة تتخذ نسقاً محدداً ومتطلبات خاصة لكل من هذه المفردات ، حيث قد تحتوى المرحلة الرئيسية منها على أكثر من هدف مطلوب تحقيقه ، فالتصويب من الوثب في كرة اليد نموذج لحركة مركبة تعمل فيها أطراف الجسم في اتجاهات مختلفة ، وبتوقيتات زمنية مختلفة بهدف تحقيق أكثر من هدف أو واجب حركي ، فالاقتراب والارتقاء وتصويب الكرة أو السقوط على الدائرة لاستلام الكرة وتصويبها أو استلام الكرة من الجري ثم تصويبها نحو المرمى.

4 الجملة الحركية :

عبارة عن وصل مهارتين ببعضهما بحيث تكون المرحلة النهائية للمهارة الأولى هي نفسها مرحلة تمهيدية للمهارة الثانية ، مثال عند أداء الجملة الحركية للحركات الأرضية في الجمباز.

1- النقل الحركي
2- الانسياب الحركي
3- توقع الحركة
4- الإيقاع الحركي
5. الجمال الحركي
6 . وزن الحركة
7 . مرونة الحركة

خامسا: تقسيم الحركات وفقا للأسس الفسيولوجية

يرتبط هذا التقسيم بالوظائف الخاصة بالحركات في جسم الإنسان حيث تعتمد حرة الجسم على الانقباض العضلي الذي ينتج قوة محركة ويحتوي تركيب جسم الإنسان على تقسيم فسيولوجي على النحو التالي :

1- الحركات الإرادية

هي تلك الأنواع من الحركات التي يقوم بها الإنسان وفقا لإرادته الشخصية، كما أنه من الممكن التحكم في هذه الحركات ومن أمثلة هذه الأنواع مختلف أنواع الحركات الرياضية في النشاط الرياضي الفردي والجماعي أو المنازلات.

2- الحركات اللاإرادية

وهي التي يقوم بها الفرد نتيجة لمؤثرات لا تخضع للإرادة مثل حركات المعدة في عملية الهضم والامتصاص والقلب والأجهزة الرخوية الداخلية بجسم الإنسان، وهناك اختلاف في السرعة والانقباضات العضلية بين العضلات الإرادية واللاإرادية.

مفهوم التحليل الكيفي

يقصد بالتحليل الكيفي بصفه عامه إرجاع الموضوع قيد الدراسة إلى مكوناته الأساسية ولا غنى عن التحليل في كافة نواحي الحياة ،وقد استخدمت مصطلحات عديدة في نفس السياق تعبر عن ذلك الإرجاع مثل تحليل الحركة ،والتشخيص الإكلينيكي ،وتحليل المهارة واكتشاف الخطأ، والملاحظة، والتقييم الخاص بالملاحظة والملاحظة المنظمة، وغيرها من المصطلحات، ولكن نعرف التحليل الكيفي ثقلا عن مورسن 1997 م بأنه (الملاحظة المنظمة والحكم الاستنباطي على جوده الحركة الإنسانية من اجل تقديم أفضل التدخلات العلاجية الملائمة وذلك لتحسن الأداء).

فالملاحظة observation عبارة عن (عمليه تجميع و تنظيم وإعطاء معنى للمعلومات الحسيه الخاصة بالأداء الحركي الإنساني)، وهذا التعريف يشبه كثيرا تعريف **ساج ي**(**sage** :**1984**) م للإدراك، وفي التحليل الكيفي ترتبط الملاحظة بصوره وثيقة بالإدراك، ويعرف التدخل العلاجي intervention في التحليل على انه (تقديم التغذية الراجعة، والتصحيح، أو أي تغيير آخر في البيئة وذلك لتحسين الأداء)، ويعتبر كل من الملاحظة والتدخل العلاجي بمثابة المهام الرئيسية المتضمنة في نطاق العملية الخاصة بالتحليل الكيفي للحركة الإنسانية. وسوف

يستخدم مصطلح "الأداء" performance بمعنى عام و أوسع كي تشتمل على (كل من الفعالية طويلة المدى والفعالية قصيرة المدى والخاصة بحركة الشخص في تحقيق الهدف).

إن الملاحظة في التحليل الكيفي ليست قاصرة على استخدام الرؤية فقط، ولكن يجب ويتحتم استخدام كل الحواس التي يمكن للمعلم أو المدرب توظيفها من اجل تجميع المعلومات فعلى سبيل المثال، قد يعتمد مدرب اللياقة البدنية في صالة الألعاب على معلومات حركيه، فان المعلومات التي يحصل عليها من وضع الأيدي والجهد العضلي لمساعده اللاعب على إتمام المهمة تعد هامه وحساسة في التحليل الكيفي الكمي، والملومات السمعية الخاصة بالإيقاع قد تكون هي أيضا نقطه مهمة للملاحظة في التحليل بالنسبة لمدرب اللياقة البدنية، أو المعالج النفسي، لذلك الملاحظة الجيدة تتضمن استخدام كل الحواس من اجل جمع معلومات خاصة بالأداء، والملاحظة ليست مقيده بالمعاينة البصرية للحركة.

- البنية العامة للتحليل الكيفي common structure

هل هناك أي وجه شبه بين نماذج التحليل الكيفي التي تنشأ في النظريات والعلوم المختلفة المرتبطة بعلم الحركة؟ ويمكن الغرض من هذا الفصل في بناء و تركيب النماذج العديدة للتحليل الكيفي في معرفة الأداء بصورة متقنة لاكتشاف الخطأ وتداركه من خلال نماذج ملاحظة أو شاملة، ومبسط للتحليل الكيفي للحركة الإنسانية.

وليس من الممكن استعراض كل الكتب أو المقالات التي تتناول هذا الموضوع، وقد أسهمت العديد من الاتجاهات في هذا المجال، ولكن هذا الكتاب بمكانه استعراض نماذج مختارة فقط، ويشجع القراء على قراءة تلك المصادر الأصلية وغيرها التي يمكن أن تكون موجودة في قائمة المراجع، وقد يكون معلمو التربية الرياضية ومدربيها مهتمون بتطبيق التحليل الكيفي، ويمكن أن يستفيد المتخصصون في الصحة في الطب الرياضي، أو العلاج النفسي البدني، أو التدريب على ألعاب القوى.

وقبل استعراض نماذج خاصة، نذكر بأن المجال والتعقيدات الخاصة بنماذج التحليل الكيفي تتنوع وتختلف، ويؤكد الدارسون للنظريات والعلوم المرتبطة بعلم الحركة في الغالب على جوانب التحليل الكيفي بها وأنها تساعد في:

1 –المتبعة الموضوعية للنقاط الفنية والأخطاء.

2 –الدقة في دراسة المهارة موضوع التطوير.

3 –التدوين الحركي الثابت دون تردد.

- نماذج الملاحظة (المرحلية) الخاصة بالتحليل الكيفي: Observational Models

تعد نماذج الملاحظة (وهي التي تقتصر على الوصف دون الخوض في العلاج أو تعديل السلوك) الخاصة بالتحليل الكيفي في علم الحركة مهمة لأنها تركز على المهارة المهنية المتخصصة التي تم تجاهلها فى الماضي- وهي الملاحظة الفورية الحية وهم يحاولون تعلم الحركات العديدة وهي تؤكد بصورة نموذجية علي كيفية الملاحظة، والسمات أو الخصائص الحساسة للمهارة، وتسلسل الحركة التي يجب ملاحظتها ومراحلها، والأخطاء الممكنة، وقد ركزت تلك النماذج بصورة تقليدية على انتباه الملاحظ لأجزاء خاصة من المهارة أو الأفعال الجسدية، وتحاول بعض نماذج تحليل أو تجزئة المهارة الحركية من أجل الملاحظة المنظمة، ويستخدم آخرون مدخلا يقوم فيه الملاحظ ببناء صورة كلية أو شعور بالحركة من كل المصادر أولا لأنها كانت محل تركيز واهتمام البحوث في السنوات الأخيرة، وهي أكثر ارتباطا بالتحكيم في الكاراتيه والجمباز والسباحة الإيقاعية.

المراجع باللغة العربية :

1 - أبو العلا أحمد عبد الفتاح ، أحمد نصر الدين سيد ، (1993): فسيولوجيا اللياقة البدنية،دار الفكر العربي ، الطبعة الأولي ، القاهرة .ص109

2 - - طلحة حسين حسام الدين ، وفاء صلاح الدين ، مصطفى كامل أحمد ، سعيد عبد الرشيد : علم الحركة التطبيقي ، ج1 ، مركز الكتاب والنشر ، القاهرة ، ط1 ، 1998م.

3 - بدوي عبد العال بدوي،عصام الدين متولي ،خالد عبد الحميد حسنين: "علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق"، دار الوفاء للنشر ، ط1 الإسكندرية، 2006م.

4 - علي عبد الرحمن ، طلحة حسين حسام الدين : فسيولوجيا الرياضية ـ أسس التحليل الحركي ، دار الفكر العربي ، القاهرة.

5 - عصام الدين متولي : علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق ، دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر ، الإسكندرية ، 1 2011 م .

6 - محمد محمد عبد العزيز ضيف مذكرة في علم الحركة 2008- 2009 كلية التربية ـ جامعة الملك سعود

7 - زكي محمد حسن :" تطبيقات علم الحركة في النشاط الرياضي" المكتبة المصرية ، القاهرة، 2004م

8 - سوسن عبد المنعم وآخرون : البيوميكانيك في المجال الرياضي ، دار المعارف ، القاهرة ، 1977 م.

9 -هيئة التدريس بالكلية (الفرقة الأولى) : محاضرات في مبادئ علم الحركة ، مؤسسة عالم الرياضة للنشر و دار الوفاء لدنيا الطباعة ، الإسكندرية ، ط1 ، 2005

المراجع باللغة الأجنبية :

1- Andrew Zimmerman Jones (16-6-2017), "Introduction to Newton's Laws of Motion" ، www.thoughtco.com, Retrieved 4-7-2018. Edited.

2- Chris Deziel (24-4-2017), "Using Newton's Third Law to Explain How a Rocket Accelerates" ،sciencing.com/, Retrieved 23-4-2019. Edited.

3- Frank T. (23-3-2018), "Newton's Third Law of Motion: 4-7-2018. Edited.

4- study.com, Retrieved 4-7-2018. Examples of the Relationship Between Two Forces"، Edited.

5- Jim Lucas (26-9-2017), "Newton's Laws of Motion .www.livescience.com, Retrieved

6- Jim Lucas (25-9-2017), "Equal & Opposite Reactions:
What is Newton's third law?", www.khanacademy.org Retrieved 23-4-2019. Edited.