وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة محمد بوضياف– المسيلة

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

رقم : 2025/ 70

المسيلة في : 05 ماي 2025

شهادة نشر مطبوعة بيداغوجية على الخط

(خاص بملف الترقية العلمية)

بناءا على الإطلاع على المستودع الرقمي لجامعة المسيلة Dspace والتقاريرالإيجابية للخبرة البيداغوجية المرسلة للهيئة العلمية للقسم، **نشهد بأن**:

الأستاذ: **سالم العياشي** (أستاذ محاضر " أ " بقسم التدريب الرياضي) قام بنشر مطبوعة بيداغوجية عبر الخط للمقرر الدراسي: **البيوميكانيك الرياضي**

مستوى : **الثانية ماستر** ، تخصص: **التحضير البدني الرياضي**.

الهيئة العلمية

الأستاذ : ديلمي محمد

نائب العميد المكلف بالدراسات

والمسائل المرتبطة بالطلبة

المدير المساعد المكلف بالدراسات و المسائل المرتبطة بالطلبة

د. البشيري أحمد

أصدرت هذه الشهادة بطلب من المعني(ة) لإستعمالها في حدود ما يسمح به القانون .

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف – المسيلة –
Université Mohamed Boudiaf- M'sila -
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية
Institut des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives
نيابة مديرية ما بعد التدرج والبحث العلمي والعلاقات الخارجية
Sous-direction de la post-graduation, de la recherche scientifique et des relations extérieures

الرقم : 2025 /أ ت ع

المسيلة في : 2025/04/06

إشـهـاد

يشهد المدير المساعد المكلف بما بعد التدرج والبحث العلمي والعلاقات الخارجية للمعهد بأن مطبوعة الأستاذ:

اللقب: سالم الإسم: العياشي الرتبة: أستاذ محاضر "أ"

المقياس: بيوميكانيك الرياضي المستوى: الثانية ماستر

بناءا على محضر المجلس العلمي رقم 05 المنعقد بتاريخ 2021/04/27

وبعد ورود التقارير الايجابية للأساتذة الخبراء الآتية أسماؤهم :

اسم ولقب الأستاذ	الرتبة	الجامعة
أ.د. مجادي مفتاح	أستاذ التعليم العالي	المسيلة
أ.د. مهدي عز الدين	أستاذ التعليم العالي	المسيلة
د. بورنان خليل	أستاذ محاضر "أ"	المسيلة
د. قيال مراد	أستاذ محاضر "أ"	الجلفة
أ.د. شريط حسن مأمون	أستاذ التعليم العالي	بومرداس

فإن المطبوعة مقبولة من الناحية الشكلية والعلمية ومتوافقة مع محتوى البرنامج التكويني لميدان علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية.

المدير المساعد المكلف بما بعد التدرج والبحث العلمي والعلاقات الخارجية

سلمت له هذه الشهادة لاستعمالها في حدود ما يسمح به القانون

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

مطبوعة

العنوان : بيوميكانيك الرياضة

ميدان علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

المستوى الدراسي : سنة ثانية ماستر تدريب رياضي

السداسي : الثالث

الحجم الساعي الاسبوعي : ساعة ونصف

محاضرات تحت عنوان : بيوميكانيك الرياضة

المؤلف : د. سالم العياشي
الرتبة : استاذ محاضر قسم " أ "
الايميل المهني : layachi.salem@univ-msila.dz

السنة الجامعية : 2020 -2021

فهرس المحتويات :

- **المحاضرة رقم (01):** مدخل إلى الميكانيكا الحيوية"..... **صفحة رقم (01)**
- **المحاضرة رقم (02):** تطور علم البيوميكانيك وعلاقته بالعلوم الأخرى..... **صفحة رقم (04)**
- **المحاضرة رقم (03):** تقسيمات الميكانيكا الحيوية وأهميتها"..... **صفحة رقم (08)**
- **المحاضرة رقم (04):** المفاهيم والمصطلحات البيوميكانيكية"..... **صفحة رقم (10)**
- **المحاضرة رقم (05):** الحركة الخطية"..... **صفحة رقم (12)**
- **المحاضرة رقم (06):** الحركة الدورانية"..... **صفحة رقم (17)**

- **التطبيق رقم (01):** ..... **صفحة رقم (26)**

1/ سلسلة تمارين

- **التطبيق رقم (02):** ..... **صفحة رقم (28)**

2- حلول سلسلة التمارين

- **المحاضرة رقم (07):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة الوثب الطويل..... **صفحة رقم (35)**
- **المحاضرة رقم (08):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة السحق في كرة الطائرة..... **صفحة رقم (40)**
- **المحاضرة رقم (09):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة الوثب العالي..... **صفحة رقم (45)**
- **المحاضرة رقم (10):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة رمي القرص..... **صفحة رقم (49)**
- **المحاضرة رقم (11):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة دفع الجلة..... **صفحة رقم (53)**
- **المحاضرة رقم (12):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة رمي الرمح..... **صفحة رقم (59)**
- **المحاضرة رقم (13):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة ركل كرة القدم..... **صفحة رقم (66)**
- **المحاضرة رقم (14):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة التمرير في كرة السلة..... **صفحة رقم (70)**
- **المحاضرة رقم (15):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة الإرسال في التنس ..... **صفحة رقم (72)**
- **المحاضرة رقم (16):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة رفع الأثقال ..... **صفحة رقم (77)**
- **المحاضرة رقم (17):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة القفز بالزانة ..... **صفحة رقم (84)**
- **المحاضرة رقم (18):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة السباحة الصدر..... **صفحة رقم (94)**
- **المحاضرة رقم (19):** التحليل البيوميكانيكي لمهارة سباق السرعة 100 متر..... **صفحة رقم (99)**

- **قائمة المراجع**

المحاضرة رقم 01"

مدخل إلى الميكانيكا الحيوية"

تمهيد:

مرت عملية دراسة حركة الجسم البشري بمراحل تطوير متعددة ارتبطت بظهور العديد من الأجهزة والأدوات التي استعانت بها العلوم الأخرى في شتى مجالات الدراسة العلمية، فبالقدر الذي يحقق فيه تطور لهذه الأجهزة والأدوات تطورت دراسة الحركة سواء كان في الحياة العامة أو في الأداء المتميز كالأداء الرياضي .

ولذلك اهتم الباحثون منذ مطلع القرن العشرين بدراسة حركة الإنسان بشكل عام، واستنادا إلى الأسس العامة لهذه الحركة وفق القوانين الطبيعية بدا المختصون في مجال التربية البدنية والرياضية بدراسة أنواع الحركة وأشكالها والقوى المسببة لها.

- **مفهوم علم الميكانيكا الحيوية:**

الميكانيكا الحيوية هي تعريب لمصطلح البيوميكانيك" BIOMECANIQUE " وهو العلم الذي يهتم بدراسة حركة وسكون الأجسام، كما يتناول دراسة وتحليل الأداء الحركي من اجل الوصول إلى انسب الحلول الميكانيكية المطروحة لتقييم نتائجها باختلاف متطلبات الأداء الحركي للمهارة المراد دراستها.

والميكانيكا الحيوية هي ذلك العلم الذي يبحث في حركة أي كائن حي من جميع النواحي (التشريحية الفيزيولوجية، الفيزيائية....)والذي يتعامل مع القوة المؤثرة على الأجسام الحية سواء في حالة السكون أو الحركة، كما انه فهم ومعرفة القوانين الميكانيكية يسمح أيضا بإيجاد حلول جديدة للإعداد، وكذلك فإنها تعمل على أن تكون الفترة التعليمية قصيرة، وبالتالي إيجاد مقدرة ممتازة من خلال التحليل البيوميكانيكي يمكن من خلالها التوصل إلى حالات جديدة وملائمة لتطوير الأداء الفني وتحقيق مبدأ الاقتصاد في الجهد.

لقد تعددت تعريفات هذا العلم من باحث لأخر فوضعوا عدة تعريفات نذكر منها:

– يعرف الدكتور قاسم حسن حسين البيوميكانيك"هو علم دراسة القوانين العامة للحركة والتأثير الميكانيكي المتبادل بين الأجسام، والحركة هي إزاحة الجسم بالنسبة لأخر في الفراغ والزمن، والتأثير الميكانيكي هو ذلك التيار المتبادل بين الأجسام الذي يغير أو يحاول تغيير طبيعة الحركة".

– يعرف علي زكي الميكانيكا الحيوية أنها "تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركة الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة".

– حسب كمال عبد الحميد "هو العلم الذي يبحث في حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائها بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الأرض أو في الفضاء الخارجي" .

– يشير فؤاد توفيق السامرائي إلى إن "كلمة بيوميكانيك (Biomechanics) أصلهاإغريقي وهي مكونة من كلمتين (Bio) وتعني الحياة و (mechanic) وتعني الواسطة أو الأداة، فان تركيب الكلمة يعني الآلة الحيوية وهو العلم الذي يبحث في حركة الأجسام الحية والمادية من وجهة القوانين المادية من دون استثناء".

–" إن كلمة بيوميكانيك باختصار هي العلم الذي يبحث في تأثير القوى الداخلية والقوى الخارجية على الأجسام الحية ،ونعني بالقوة الداخلية العضلات والأعصاب،أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة"

– "البيوميكانيك هو أحد فروع علم الفيزياء وهو العلم الذي يبحث في حركة وسكون الأجسام المختلفة".

– "البيوميكانيك هو علم دراسة القوانين العامة للحركة والتأثير الميكانيكي المتبادل بين الأجسام وأصبح مصطلح الميكانيكا الحيوية شائع الاستخدام منذ السبعينات على أنه مجال الدراسة الذي يختص بالتحليل الميكانيكي لحركة الأجسام الحية" .

"يعرف البيوميكانيك في المجال الرياضي على أنه العلم الذي يقوم بتحليل و دراسة المهارات الحركية للرياضي أثناء انجازه مهارة حركية معينة".

– مجالات ودراسات البحث في علم الميكانيكا الحيوية:

- ✓ يدرس حركة وسكون الأجسام المختلفة الأحجام والخصائص مثل حركة الكواكب والذرات الإلكترونية.

- ✓ يبحث في الحركة النسبية للأجسام مستخدمة مقوماتها وشتى صورها وكذلك سكونها النسبي.
- ✓ يبحث في حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائهما بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الأرض أو الفراغ الخارجي بهدف إيجاد وتحديد التكنيك المثالي.
- ✓ يدرس القوى الداخلية والخارجية المتعلقة بحركة الجسم الإنساني بهدف الوصول إلى الكفاءة الحركية .
- ✓ يدرس تطبيق القوانين الميكانيكية على الأجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركي لجسم الإنسان.
- ✓ يقوم بدراسة الأداء الحركي للإنسان بغرض الوصول بالأداء إلى أعلى مستوى تسمح به إمكانات البشر.
- ✓ يدرس الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة المبادئ والعلاقات المتواجدة.

المحاضرة رقم02:

"تطور علم البيوميكانيك وعلاقته بالعلوم الأخرى"

- **التطور التاريخي لعلم الميكانيكا الحيوية :**

مر علم البيوميكانيك بكثير من التطور على أيدي العديد من العلماء من العصر قبل الميلاد حتى العصر الحديث وكان أرسطو (284/322ق م) أول من أشار إلى هذا العلم وأثره على حركة الأجسام وشرح اثر حركة الذراعين على سرعة العدو ووصف حركة المشي.

– كما ساهم أرخميدس (212/278ق م) في تطور العلم بطريقة غير مباشرة بتطوير قوانين الحركة في السوائل،كما برهن جالن الطبيب المعروف (201/131م) إن الدفع الحركي ينتقل من المخ إلى العضلات عن طريق الأعصاب، وكان تشريح جالن يمارس على الحيوانات (القردة /والكلاب /والأغنام / وكذل الفيلة) ولكن لم يحدث عندئذ تطور كبير جديد بالذكر ويرجع السبب في قصر أبحاثه على الحيوانات، حيث لم يكن بالإمكان في ذلك الوقت إجراء هذه الأبحاث على الإنسان أو على حركاتة.

وكان ليوناردو دافنشي (1519/1452) له أثره في تطوير العلم حيث اهتم بدراسة حركة الإنسان وتركيب جثته، وأوضح إن جسم الإنسان يخضع إلى قوانين الميكانيكا، ووضح وصف ميكانيكا لجسم الإنسان في عدة أوضاع باستخدام النماذج، وجاء الفونسو بوريلى (1679/1608م) وهو طبيب وعالم رياضيات ايطالي وكان تلميذ جاليلو، واهتم بتطبيق المعادلات الرياضية لحل مشاكل الحركة واظهر عمل الروافع في جسم الإنسان وأوضح إن العضلات تعمل وفقا لمعادلات ميكانيكية واضحة، ووضع كل أبحاثة في كتاب يعتبر في الواقع خاصا بالميكانيكا الحيوية ويعتبر بوريلى أول من وضع تدريبات العلاج الطبيعي على أساس ميكانيكي، كما ساهم نقولا اندريا (1742/1658م)

في وضع أساس العلاج الطبيعي، وفى عام 1836م نشر عالمان من علماء وظائف الأعضاء الألماني هما ى.ب فيبر أبحاثهما المنتظمة عن الحركة الانتقالية للإنسان وعن حركة المشي (ميكانيكا آلات المشي الإنسانية)، ولقد استخدم في أبحاثهما طرقا رئيسية متعددة وكانت النظرية الخاصة بهما والمتعلقة بحركة المشي الحركة البندولية البحثية وحركة تبديل الأرجل تتم فقط على أساس تأثير قوة الجاذبية الأرضية أساس للأبحاث التي قامت فيما بعد بمعارضة هذه النظرية، وكان نيوتن (1727/1642م) علامة بارزة من علامات تطور علم دراسة الحركة الإنسانية بوضعه القوانين الميكانيكية الأساسية،كما ساهم توماس أديسون (1880م) في تطور علم الميكانيكا الحيوية بطريقة غير مباشرة عن طريق تطوير لأجهزة التصوير السينمائي .

وقد حقق العلم تطورا باكتشاف أبحاث العالمان الألمانيان فيشر وبراون عام (1938م) في أوزان وكتل أجزاء الجسم ومركز الثقل وقد استنبطا عن طريق أبحاثهما طريقة جديدة لتحديد مركز الثقل، وقد استكمل العالم السوفيتي برتشتاين الأبحاث التي قام بها فيشر وبراون والتي تختص بالتصوير المتتابع الدائري والخاص بالمسافة/ الزمن

يعتبر لسجافن (1837/1909م) من العلماء الذي اهتموا بالتشريح والفسيولوجي كأساس لعلم الميكانيكا الحيوية ولتوضيح الارتباط بينهما في المجال الرياضي كما عالج علاقة البيئة المحيطة وأثرها على الجسم البشري

وفى عام(1939م) واصل كراسوكوفا تلميذ لسجانت ومع هكونيكوف وهو أستاذ الميكانيكا الحيوية بمعهد لينجراد للثقافة البدنية الأبحاث واثبتوا أن للبيوميكانيك دورا كبيرا في إعداد الرياضيين.

كما أدى التطور في الرياضات المختلفة إلى الإسراع بتطوير الميكانيكا الحيوية وقد طوت معظم الدول الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية في إطار المناهج الرياضية،وعندما تطور البحث العلمي لدراسة وتحليل عناصر حركات الإنسان وسلوكه الحركي واجه نفس المشكلة، واقترحت مسميات عديدة لاختيار اسم لهذه المساحة الجديدة ، فقد استخدم مسمى علم الحركة للإنسان، والذي يتعامل مع معطيات متعلقة بعمل ووظيفة الجهاز العضلي والعظمي لجسم الإنسان ، وفيما بعد لاقت الدراسة المتعلقة بتطبيق مبادئ الميكانيكا على حركات الإنسان قبولا واسعاً كجزء متكامل من علم الحركة للإنسان ،ثم عقدت أول ندوة عالمية في البيوميكانيك سنة 1967 تحت رعاية لجنة البحوث للمجلس الدولي للرياضة والتربية الرياضية التابعة لمنظمة اليونسكو العالمية ,كما أنشأت

الجمعية الدولية للبيوميكانيك سنة 1973 بغرض تبادل الأفكار والإنتاج العلمي وتقديم المشورة العلمية للباحثين، وفى عام (1985م) صدرت مجلة الميكانيكا الحيوية الرياضية، ومع تطور التقنيات الحديثة في التصوير والإمكانيات الهائلة في تكنولوجيا المعلومات وخاصة في وضع وتصميم برامج الكمبيوتر إلى تطوير كبير جدا في طرق تطبيق القوانين والقواعد الخاصة بالميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي مع ظهور شركات خاصة في تصميم الأدوات وأجهزة التصوير الحديثة وتصميم برامج التحليل الحركي على أجهزة الكمبيوتر ووجود منصات لقياس القوى وكذلك التقدم في آلات التصوير ذات السرعات العالية في كاميرات فيديو أو سينما،لذا اهتمت الميكانيكا الحيوية في العصر الحديث باستنباط القوانين الطبيعية التي تحكم حركة الجسم البشرى في ضوء خصائصه التشريحية والفسيولوجية و النفسية و علاقتها بإنجاز الواجب الحركي المطلوب وينصب الاهتمام الخاص بالممارسة العملية للرياضة – مستعينة بالميكانيكا الحيوية – على إكمال فن أداء الرياضة سواء عن طريق التدريب أو من خلال دروس التربية الرياضية أيضا.

– **علاقة البيوميكانيك بالعلوم الأخرى :**

تطور علم البيوميكانيك في الوقت الحاضر بفعل التطور الكبير للمعرفة والتقدم في صناعة الأجهزة المختلفة ذات العلاقة بتحديد الخصائص والمتغيرات المؤثرة في حركة الرياضي، ولمعرفة دقائقها التي قد تختفي عن العين المجردة في ملاحظتها لتثبتها، وما الأرقام القياسية والمستويات العالية في الأداء والتي وصلت إلى درجة متقدمة جاءت نتيجة لدراسة الحركة دراسة وافية من حيث زمانها ومكانها والقوى المسببة في حدوثها والمؤثرة على مسارها الحركي، وإن أهم ما يحتاج إليه العاملون في التربية الرياضية هو دراسة حركة الرياضي وتحليلها لمعرفة دقائقها، وضم النواحي الديناميكية ومكوناتها وقيمها مع دراسة المسار الحركي الهندسي و الزماني للوقوف على العوامل المؤثرة على التوازن في الجسم مثلاً عن طريق القوانين التي تطور نظريات التربية الرياضية كأساس للتقويم ، حيث نجذ أن البيوميكانيك يعتمد على:

– **علم التشريح** : بصفته علماُ يهتم ببناء جسم الإنسان وتكوينه (عظام ، مفاصل ، عضلات ، أنسجة أوتار) واعتماد العمل العضلي في الجسم على نظام الروافع في حركاته المختلفة ، فلا بد من معرفة منشأ و أنغام العضلة كنقطة لتأثير القوة أو المدى الحركي للمفاصل وأنواعه وحركاتها مثل حركة الساق والقدم عند الثني أو المد في حركات ضرب الكرة وتأثير الثني فيهما

على حركات مفصل الفخذ كمحور للحركة يتميز بأنه من المفاصل ذات الثلاثة محاور ، أي تسمح حركته بالثني والمد الزائد ، فضلاً عن التبعيد والتقريب وحركات التدوير ، لذا فإن الجهاز الحركي هو المعني بشؤون حركة أجزاء الجسم بمختلف أنواعه ، وإن جسم الإنسان يحكمه تكوينه وتركيبه من الناحية التشريحية ، لذا نجذ أن دراسة الحركات

لكل مفصل طبقاً لطبيعته من الأمور المهمة الواجب فهممها فهماً عميقاً.

– **الفسيولوجيا:** هو علم يهتم بدراسة وظائف جسم الإنسان وأنسجته لأن جسم الإنسان يعمل وحدة واحدة متكاملة ، أي أن هناك علاقة بين الجهازين العصبي المركزي والعضلي ، وتطور علم البيوميكانيك يهتم بتطور النظريات المختلفة لفسيولوجية الجهاز العصبي – العضلي.

– **الرياضيات والفيزياء:** من خلالهما يمكن إيجاد الحلول الكثيرة المتعلقة بقياس جسم الإنسان والدقة في وضع النتائج بإيجاد العلاقة والأسباب التي تؤدي حدوث الحركة من خلال قوانين التعجيل والقصور الذاتي والمقذوفات والاحتكاك والجذب الأرضي وعلم الموائع التي جميعها اهتمت بدراسة النقاط المادية لجسم الإنسان سواء فيزيائية الموائع ذات العلاقة بطوفان الجسم ، أو قوانين الإزاحة ، وسرعة سقوط الأجسام قد ساهمت في الحصول على نتائج ذات نتائج موضوعية ساهمت في تقدم علم البيوميكانيك وتطوره.

– **علم النفس:** حيث نجح أن العلماء السيكولوجيين دأبوا في دراسة حركة الإنسان لأنها صور مختلفة عن سلوكه الذي يعبر بطريقة غير مباشرة عن نفسية الكائن الحي وجميع المعلومات التي حصل عليها.

من تفسيرات للتركيب السيكولوجي في عملية التعلم هي نتيجة لملاحظة حركة الإنسان في المواقف التعليمية المختلفة.

– **العلوم التربوية:** كما أن للبيوميكانيك علاقة بنظريات التربية الرياضية لأنه يهتم بإيجاد الحلول ووضع

الطرق والنتائج الملائمة والمطابقة لحركات الإنسان للوصول إلى التكنيك الجيد.

المحاضرة رقم 03"

تقسيمات الميكانيكا الحيوية وأهميتها"

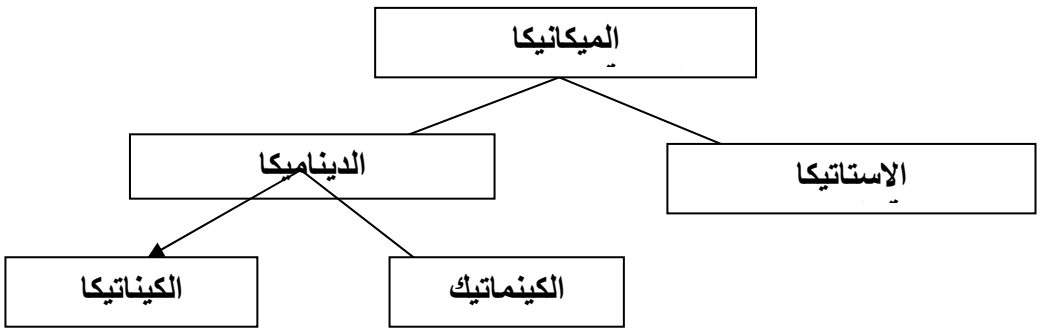
- **تقسيمات الميكانيكا الحيوية :**

1-الأستاتيك الحيوية(البيو ستاتيك) : ويهتم هذا القسم بدراسة الحركات ووضعيات الرياضي التي تكون في حالة السكون فمثلا الرياضي الذي يقوم بحركة الوقوف على اليدين في رياضة الجمباز هو يؤدي حركة رياضة من على السكون وتحت تأثير قوتين متساويتين في الشدة ومختلفتين في الاتجاه هما (قوة الجاذبية وقوة رد فعل الذراعين)

2-الديناميكا الحيوية(البيو ديناميك) : و هي قسم من البيوميكانيك تقوم بدراسة المهارات الحركية المتغيرة المكان (المتنقلة) بسرعات متغيرة سواء كانت متزايدة أو متناقصة وتنقسم إلى قسمين :

-**الكينماتيكا** : وتهتم بدراسة حركة الأجسام من الناحية الكمية (الزمن ، المسافة ، السرعة ، الزوايا التردد ن التسارع ...) ، وكذلك يهتم الكينماتيك بتحليل الميكانيكا الحيوية من الجانب الكيفي أي الوضعيات والكيفيات اللازمة لتنفيذ الحركة المهارية بشكل صحيح فمثلا : في رمي كرة السلة يجب ملاحظة حركة كل من مفصل الركبة والحوض و المرفق و الساعد و توالي (تتابع) اشتراك هذه المفاصل فيما بينها .

-**الكيناتيكا** : ويهتم بدراسة مسببات الحركة أي القوى اللازمة لأداء الحركة سواء كانت داخلية أو خارجية .



شكل (01) يوضح أقسام الميكانيكا الحيوية

- أهمية دراسة الميكانيكا الحيوية :

1- يساعد الفرد على إتقان الأداء الحركي والوصول بالحركة إلى المستوى المطلوب بكفاءة وكفاية

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

3- يساعد الفرد على الإحساس بالقوام المعتدل وحسن استخدام أطراف الجسم و أجزائه المختلفة

4- يوفر للفرد القدرة على تقويم الحركات من حيث تأثيرها على التكوين البدني وكذا معرفة الأخطاء وأسبابها

5- يساعد الرياضي في الوصول إلى مستوى البطولة إذا توفرت لديه الإمكانيات وذلك بتطبيق المبادئ والقوانين الميكانيكية والحركية في التدريب

6- يوفر للفرد القدرة على تحليل الحركات المختلفة

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

8- يساعد المعلم على وضع البرنامج المناسب تبعا للسن والجنس والحالة الصحية وكذا وضع برنامج للمعاقين.

المحاضرة رقم 04:

" المفاهيم والمصطلحات البيوميكانيكية"

تمهيد:

يعتبر الفهم الجيد وقدرة التحكم في المصطلحات والمفاهيم الخاصة بأي علم هو إتقان للغة هذا العلم، ولفهم مواضيع علم البيوميكانيك لابد من فهم المصطلحات و المفاهيم الخاصة بهذا العلم مثل : البيو ستاتيك والبيوديناميك و الكيناتيكا والكنيماتيك والسرعة والتسارع و القصور الحركي و القوة و حركة المقذوف و إلى غير ذلك من المصطلحات .

– **السرعة** : هي العامل الميكانيكي إلى انجاز فعل حركي في اقل وقت زمني ممكن بحيث يكون للمسافة و طول الخطوة أو الذراع و تردد الحركة عدد الخطوات دور هام في التحليل الحركي للمهارة التي تتطلب السرعة

–**طول الخطوة الذراع** : و المقصود بهذين المصطلحين ليس الطول المتري المعروف و ليس رجل أو ذراع الرياضي وإنما طول المسافة التي يقطعها مرة واحدة أثناء أداء حركة معينة.

–**التردد** : هو مقدار ما يقوم به الرياضي من عمل واحد في وحدة زمنية معينة ، مثلا : عدد الخطوات لعداء السرعة في الثانية الواحدة أو عدد ضربات الذراع عند السباح في الثانية الواحدة أو عدد اللكمات عند الملاكم في الثانية الواحدة .

– **القصور الحركي:** و تعني مقدار مقاومة الجسم لتغير حركته حيث يتأثر بعامل الكتلة و قد يكون له اثر سلبي مثل الانطلاق عند عدائي السرعة كما قد يكون له أثر إيجابي مثل رياضي الجيدو.

–**القوة** : هي العامل الميكانيكي الذي يرمز إلى الدفع أو الشد الذي يقع على الجسم و يؤدي إلى تغيير حالته الحركية ، و هناك عدة قوى تؤثر على انجاز المهارة الحركية منها القوى الداخلية مثل : قوة العضلات أو قوى خارجية مثل : الجاذبية ، الرياح ، التصادم .... الخ.

-**المسافة:**هي كمية عددية (قياسية) تعبر عن طول الطريق الفعلي الذي سلكه الجسم و يمكن وصفها باستخدام رقم ووحدة فيزيائية فعلى سبيل المثال نقول المسافة ، ف$_1$ تساوي 10 متر .

- **الإزاحة:**هي كمية متجهة تعبر عن بعد الجسم عن نقطة مرجعية ، ويمكن وصفها باستخدام رقم ووحدة فيزيائية واتجاه .

المفاهيم الأساسية في الميكانيكا الحيوية :

قوانين نيوتن :

- قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي):

ينص قانون نيوتن الأول على أن الجسم يستمر على حالته من السكون أو الحركة في خط مستقيم ما لم يؤثر عليه من قبل قوة خارجية ، والقصور الذاتي هو مصطلح لاتيني يعني الجمود والكسل ، ويمكن تفسير قانون القصور الذاتي بان كل شيء في الكون هو خامل (غير قادر على تحريك ذاته) ، مما يتطلب قوة لجعله في حالة حركة (والذي تحدث بعد ذلك في خط مستقيم) .

- قانون نيوتن الثاني (قانون التسارع أو التعجيل):

عندما تؤثر قوة على جسم ما، فإنها تنتج تسارع (التعجيل) لذلك الجسم يتناسب طرديا مع كمية القوة المؤثرة عليه ، وعكسيا مع كتلة ذلك الجسم ، وبالتالي فإن الزيادة بالقوة مع ثبات الكتلة يؤدي إلى زيادة التسارع ، و مع تطبيق القوة الثابتة فإنه كلما كبرت الكتلة قل التسارع ويمكن قول نفس الشيء بطريقة أخرى وهو "إن سرعة الجسم المتحرك سوف تظل ثابتة ما لم تؤثر عليها قوة"

- قانون نيوتن الثالث (قانون الفعل ورد الفعل):

ينص قانون نيوتن الثالث على أن: إذا كان احد الأجسام يمارس قوة على جسم آخر ، فإن الجسم الثاني سوف يبذل قوة مساوية ومعاكسة على الجسم الأول ، ولذلك يشار في بعض الأحيان على أنها مبدأ الفعل ورد الفعل ، والتي يمكن القول : " لكل قوة هناك قوة رد فعل مساو لها ومعاكس .

- المحاضرة رقم (05):

الحركة الخطية

1- مفهوم كينماتيكا الحركة الخطية في المجال الرياضي

2- الكميات الأساسية في كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة

3- أهمية كينماتيكا الحركة الخطية في المجال الرياضي

4- تطبيقات كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة

5- أدوات وتقنيات تحليل كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة

6- أمثلة عملية على تحليل كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة

تمهيد

تعتبر الفيزياء من العلوم الأساسية التي تتداخل مع العديد من المجالات الأخرى ،ومنها الرياضة ، تساعد الفيزياء على فهم و تفسير الحركات و الأداء البدني في مختلف الرياضات. ومن فروع الفيزياء التي تهم الرياضيين والمدربين هي الكينماتيكا،و التي تهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى القوى المؤثرة عليها.يعد تحليل كينماتيكا الحركة الخطية من ابرز التطبيقات الفيزيائية المستخدمة لتحسين أداء الرياضيين ،حيث تعتمد على دراسة الحركات المستقيمة التي يقوم بها الرياضيون ، مثل الجري و السباحة أو حركة الكرة في الملعب

1- تعريف كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة:

في المجال الرياضي ، تشير كينماتيكا الحركة الخطية إلى دراسة حركة الأجسام و الرياضيين على طول خط مستقيم دون النظر إلى العوامل التي تؤثر عليها ، مثل الجاذبية أو الاحتكاك . تهتم الكينماتيكا بوصف حركة الجسم من حيث الكميات الفيزيائية الأساسية مثل الإزاحة ،السرعة، التسارع.وتعتبر هذه الكميات ضرورية التقييم وتحليل الأداء الرياضي في المسابقات و التدريبات

2- الكميات الأساسية في كينماتيكا الحركة الخطية في المجال الرياضي:

تتضمن كينماتيكا الحركة الخطية عدة كميات أساسية تسهم في تحليل وتقييم الأداء الرياضي:

- **الإزاحة:** هي المساحة التي يقطعها الجسم في اتجاه معين ، و تقاس بوحدة الطول(المتر).تعد الإزاحة ذات أهمية خاصة في الرياضات التي تتطلب تغطية مسافة معينة بسرعة عالية ،مثل سباقات العدو و السباحة .

- **السرعة:** هو معدل تغيير الإزاحة بالنسبة للزمن . وتعبر عن سرعة الحركة و اتجاهها. تستخدم السرعة لتحليل مدى كفاءة الرياضيين في أداء الحركات الرياضية بأعلى سرعة ممكنة .وهناك نوعان من السرعة :

- السرعة المتوسطة : هي معدل الإزاحة الكلية بالنسبة للزمن

- السرعة اللحظية : هي السرعة في لحظة معينة ، مثل السرعة عند خط النهاية

- **التسارع:** هو معدل تغيير السرعة مع مرور الزمن ،يعتبر التسارع مهما في الرياضات التي تتطلب تغيرات سريعة في السرعة ،ككرة القدم وكرة السلة .حيث يحتاج الرياضيون إلى التسارع أو التباطؤ بسرعة حسب مجريات اللعب

3-أهمية كينماتيكا الحركة الخطية في المجال الرياضي :

تلعب كينماتيكا الحركة الخطية دورا هاما في تحسين أداء الرياضيين من خلال:

تحليل وتقييم الأداء الرياضي:

يمكن من خلال تحليل الحركة الخطية قياس مدى سرعة و كفاءة الرياضي في تحقيق إزاحة معينة في زمن محدد

- تحسين تقنية الأداء :

تساعد الكينماتيكا في تحليل الحركات لمعرفة نقاط القوة و الضعف في أداء الرياضيين ،مما يتيح للمدربين تقديم توجيهات لتحسين أساليب الحركات وزيادة الكفاءة

- تقليل الإصابات الرياضية:

فهم ديناميكيات الحركة الخطية يمكن ان يقلل من مخاطر الإصابات المرتبطة بحركات متكررة أو قوية تؤثر على المفاصل أو العضلات ، ويسهم في وضع استراتيجيات تدريبية تقلل من هذه المخاطر

4- تطبيقات كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة:

تعد كينماتيكا الحركة الخطية أداة تحليلية فعالة تطبق في العديد من الرياضات ،مثل:

العاب القوى(العدو و سباقات السرعة):

تستخدم الكينماتيكا لقياس سرعة العدائين وتسارعهم أثناء الجري ،مما يساعد في تحسين أدائهم وتقليل زمن السباق من خلال تطوير تقنيات الجري

- السباحة :

يستخدم تحليل الحركة الخطية لتحسين كفاءة السباحين، حيث يتم التركيز على كيفية تحقيق أسرع إزاحة ممكنة بأقل جهد من خلال دراسة السرعة و التسارع

- الرياضات الجماعية (كرة القدم و كرة السلة):

تتطلب هذه الرياضات تغييرات مستمرة في السرعة و الاتجاه ، مما يجعل تحليل التسارع و التباطؤ جزءا أساسيا في تقييم أداء اللاعبين و إعدادهم للتحكم في الحركات .

- رياضات الرماية والقفز:

في هذه الرياضات يكون لتحليل حركة الجسم (مثل الإزاحة و سرعة الرامي أو القافز) أهمية قصوى لضمان الدقة و الفعالية في الداء .

5- أدوات و تقنيات تحليل كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة

مع التقدم التكنولوجي ،ظهرت عدة أدوات و تقنيات تساعد في تحليل كينماتيكا الحركة الخطية للرياضيين ومنها:

- تقنيات تصوير الحركة:

تستخدم لالتقاط حركات الرياضيين بدقة عالية وتوفر معلومات عن الإزاحة و السرعة و التسارع مما يسهم في تقديم تحليل مفصل للحركات .

- المستشعرات :

توضع هذه المستشعرات على الجسم الرياضي أو في الأحذية الرياضية لقياس التسارع و السرعة و الإزاحة بدقة وتوفر بيانات فورية حول ديناميكيات الحركة

- البرامج التحليلية:

تتيح برامج التحليل تحويل البيانات الحركية إلى تقارير مرئية توضح أداء الرياضي وتقترح تحسينات على أسلوبه .هذه البرمجيات مثل DARTFISHو ""KINOVEA"

تستخدم لتحليل حركات الرياضيين بناء على البيانات التي يتم جمعها

- الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة :

تستخدم هذه التقنيات لتحليل البيانات الكبيرة الناتجة عن تحليل الحركات ، ويمكن ان تقدم توصيات خاصة للتدريب بناء على الأداء السابق للرياضي

6- أمثلة عملية على تحليل كينماتيكا الحركة الخطية في الرياضة :

- رياضة العدو السريع :

من خلال تحليل التسارع يمكن تحديد المدة الزمنية التي يستغرقها العداء للوصول الى سرعته القصوى .قد ينصح العداء بالتركيز على تحسين انطلاقته لزيادة التسارع في بداية السباق

- السباحة:

يتم تحليل إزاحة السباح وتوقيتها مع حركات الذراعين و الرجلين . يمكن للمدربين تقديم توصيات حول كيفية تقليل الزمن بين ضربات الذراعين للحصول على إزاحة اكبر و أداء أسرع

– رياضة التزلج على الجليد:

يتم قياس سرعة و اتجاه التزلج من خلال التحليل الكينماتيكي ،مما يساعد الرياضي على التحكم في سرعته و اتجاهه لتحقيق الحركات الاستعراضية الدقيقة .

– الكاراتيه و الفنون القتالية:

يتم تحليل سرعة ودقة ضربات القلب ، مما يحسن التوازن وقوة الهجوم و الدفاع

– العاب القوى و العدو:

تستخدم لتحليل سرعة وتسارع العدائين ، مما يساعد على تقنيات الجري .

– المحاضرة رقم (06):

الحركة الدورانية

- مفهوم الحركة الدورانية
- مفاهيم أساسية في كينماتيك الحركة الدورانية
- العلاقة بين الكميات الخطية والزاوية
- أنواع كينماتيك الحركة الدورانية في المجال الرياضي
- استخدامات كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي
- العوامل المؤثرة في كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي
- أهداف كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي
- أهمية كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي

تمهيد

الحركة الدورانية هي نوع من الحركات التي يمكن أن نراها في حياتنا اليومية، حيث تدور الأجسام حول محور معين، مثل دوران عجلة السيارة، أو دوران الأرض حول محورها. لدراسة هذه الحركة، نستخدم مفاهيم من علم الكينماتيك (أو علم الحركة) الذي يدرس حركة الأجسام من حيث الموقع، السرعة، والتسارع دون النظر إلى القوى التي تسبب هذه الحركة.

1- مفهوم الحركة الدورانية :

الحركة الدورانية هي حركة جسم حول محور داخلي ثابت. في الرياضة، يمكن أن تكون هذه الحركة بسيطة مثل دوران كرة السلة حول أصابع اللاعب، أو معقدة مثل دوران جسم المتزلج حول محوره أثناء أداء حركات بهلوانية.

- العناصر الأساسية للحركة الدورانية:

محور الدوران: النقطة أو الخط الذي يدور حوله الجسم.-

زاوية الدوران: الزاوية التي يقطعها الجسم أثناء الدوران.-

السرعة الزاوية: معدل تغير الزاوية بالنسبة للزمن.-

- العزم: القوة التي تسبب الدوران.

2- مفاهيم أساسية في كينماتيك الحركة الدورانية:

2-1- الإزاحة الزاوية (Angular Displacement):

هي المسافة التي يدور بها الجسم حول المحور.تُقاس الإزاحة الزاوية بوحدة الراديان (rad)، حيث يمثل الراديان زاوية مركزية تقابل قوسًا طوله يساوي نصف قطر الدائرة.

2-2- السرعة الزاوية (Angular Velocity):

هي معدل تغير الإزاحة الزاوية بالنسبة للزمن.يمكن التعبير عن السرعة الزاوية بالرمز ، وتقاس بوحدة الراديان لكل ثانية (rad/s).

تُحسب السرعة الزاوية بالعلاقة:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

2-3- التسارع الزاوي (Angular Acceleration):

هو معدل تغير السرعة الزاوية بالنسبة للزمن , يمكن التعبير عن التسارع الزاوي بالرمز ، ويقاس بوحدة الراديان لكل ثانية مربعة (rad/s^2).

يُحسب التسارع الزاوي بالعلاقة:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

2-4- العجلة المركزية (Centripetal Acceleration):

خلال الحركة الدورانية، يكون هناك تسارع موجه نحو مركز الدوران يُعرف باسم التسارع المركزي، وهو مرتبط بسرعة الجسم الزاوية والمسافة من المركز.

يُحسب التسارع المركزي بالعلاقة:

$$a_c = \omega^2 \times r$$

3- العلاقة بين الكميات الخطية والزاوية :

عندما يتحرك جسم بشكل دائري، يمكن الربط بين الكميات الخطية (الإزاحة السرعة، والتسارع) وكميات الدوران عن طريق نصف القطر (r):

الإزاحة الخطية (s):

$$s = r \times \theta$$

السرعة الخطية (v) :

$$v = r \times \omega$$

التسارع الخطي (a):

$$a = r \times \alpha$$

4- أنواع كينماتيك الحركة الدورانية في المجال الرياضي :

في المجال الرياضي، يتم دراسة الحركة الدورانية لأنها تلعب دورًا هامًا في تحسين الأداء الرياضي وفهم ديناميكية الحركات. يمكن تصنيف أنواع الحركة الدورانية في الرياضة إلى:

4-1- الحركة الدورانية حول المحور الطولي (محور الجسم العمودي):

تحدث عندما يدور الجسم حول محوره الطولي.

مثال: دوران لاعب الجمباز أثناء الشقلبة الأمامية أو الخلفية، أو دوران لاعب كرة القدم حول نفسه أثناء تنفيذ ركلة.

4-2- الحركة الدورانية حول المحور العرضي (محور الأفقي):

تحدث عندما يدور الجسم حول المحور العرضي.

مثال: الدوران أثناء الشقلبة الأمامية أو الخلفية في رياضة الجمباز.

4-3- الحركة الدورانية حول المحور الأمامي (محور السهمي):

تحدث عندما يدور الجسم حول المحور الذي يمر من الأمام إلى الخلف.

مثال: حركة دوران الغواص أثناء القفز في الماء مع ثني الجسم أو استقامته.

4-4- الحركة الدورانية المركبة:

تحدث عندما يدمج اللاعب أكثر من محور دوران واحد.

مثال: حركات الدوران في التزلج الفني على الجليد، حيث يجمع اللاعب بين الدوران حول المحور الطولي والمحور العرضي.

5- الحركة الدورانية الجزئية:

تتضمن حركات دورانية صغيرة أثناء تغيير الوضعية.

مثال: دوران لاعبي التنس أثناء الإعداد للضربة أو انتقال لاعب الجودو إلى وضعية إسقاط الخصم

5- استخدامات كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي :

كينماتيكا الحركة الدورانية تُستخدم في العديد من الرياضات لتحسين الأداء ودراسة تقنيات الحركة:

- كرة القدم:

دراسة دوران الكرة بعد ركلها لتحديد مسارها بدقة، خاصة في التسديدات الملتفة (مثل "ركلة الموزة").

تحليل دوران اللاعبين عند التبديل السريع للاتجاه.

- كرة السلة:

تحليل دوران الكرة أثناء الرميات الحرة لضمان دقة التسديد.

فهم حركات دوران الجسم أثناء القفز والرميات المختلفة.

- رياضات المضرب (التنس والبادمنتون):

تحسين حركات الدوران أثناء ضرب الكرة بمضرب لتحقيق أفضل سرعة ودقة.

دراسة التأثير الجيروسكوبي لمضرب التنس على الكرة لتحسين الدوران والسرعة.

- الجمباز:

تحليل الحركات الدورانية المعقدة مثل السالتو واللفات لزيادة استقرار الأداء وتجنب السقوط.

تحسين توازن الجسم أثناء الحركات الجوية.

- السباحة:

تحسين تقنية الدوران عند الجدار ((Flip Turnsلتقليل الوقت المستغرق وتحسين الأداء.

دراسة حركة الأطراف الدورانية لتحقيق أفضل دفع في الماء.

- رياضات القوة (رفع الأثقال):

تحليل حركة الجسم والأوزان حول محور الدوران لضمان التقنية الصحيحة وتقليل فرص الإصابة.

6- العوامل المؤثرة في كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي :

تحليل كينماتيكا الحركة الدورانية يعتمد على عدة عوامل تؤثر بشكل مباشر على أداء الرياضيين وحركة الأدوات الرياضية. هذه العوامل تشمل:

- الكتلة

الوصف: الكتلة هي مقدار المادة في الجسم، وتؤثر بشكل مباشر على عزم الدوران.

التأثير: كلما زادت كتلة الجسم أو الأداة الرياضية (مثل الكرة أو المطرقة)، زاد العزم اللازم لتدويرها.

التطبيق: في رياضات مثل رفع الأثقال، تزيد الكتلة من مقاومة الدوران، بينما في رياضات مثل الجمباز، يساعد تخفيف الوزن على تحقيق دوران أسرع.

- عزم القصور الذاتي

الوصف: هو مقياس لمقاومة الجسم للتغيير في حالته الدورانية. يعتمد على توزيع الكتلة بالنسبة لمحور الدوران.

التأثير: الأجسام ذات عزم قصور ذاتي كبير تحتاج إلى عزم أكبر لتسريعها أو تباطؤها.

التطبيق: في الجمباز، يتم تقليل عزم القصور الذاتي عن طريق تقليل المسافة بين الأطراف والجسم (مثل اتخاذ وضعية القرفصاء) لتحقيق دوران أسرع.

– عزم الدوران

الوصف: هو القوة التي تُسبب دوران الجسم حول محور. يتم حسابه كحاصل ضرب القوة في المسافة العمودية من محور الدوران.

التأثير: كلما زاد عزم الدوران، زادت القدرة على تسريع الجسم في الحركة الدورانية.

التطبيق: يستخدم لاعب التنس عزم الدوران لضرب الكرة بقوة، بينما يستفيد راقصو الباليه من عزم الدوران للقيام بالدورانات السريعة.

– الاحتكاك

الوصف: هو القوة التي تعارض حركة الجسم عند التلامس مع سطح آخر.

التأثير: الاحتكاك مهم لتحقيق الاستقرار وتوليد عزم الدوران. يمكن أن يكون مفرطاً ويعيق الحركة أو ضعيفاً ويؤدي إلى فقدان السيطرة.

التطبيق: في كرة القدم، يعتمد اللاعبون على احتكاك الأحذية مع العشب لتحقيق التحكم الأمثل في الكرة والحركة.

– السرعة الزاوية

الوصف: هي معدل تغير الزاوية بمرور الزمن.

التأثير: تؤثر السرعة الزاوية على استقرار وأداء الحركات الدورانية، خاصة في الرياضات التي تتطلب دورانًا سريعًا مثل التزلج على الجليد.

التطبيق: في السباحة، يُحسّن السباحون من السرعة الزاوية لتحقيق دورانات أسرع عند تغيير الاتجاه في نهاية المسبح.

–)Angular Accelerationالتسارع الزاوي(

الوصف: هو معدل تغير السرعة الزاوية بمرور الزمن.

التأثير: يساعد على زيادة سرعة الدوران خلال فترة زمنية قصيرة.

التطبيق: في رياضة الجمباز، يحتاج الرياضيون إلى تسارع زاوي سريع أثناء القفزات واللفات.

– الجاذبية

الوصف: هي القوة التي تسحب الأجسام نحو مركز الأرض

التأثير: تؤثر على حركة الجسم في الهواء وتحد من الارتفاع الذي يمكن للرياضي تحقيقه أثناء الحركات الدورانية.

التطبيق: في رياضات مثل الوثب العالي والقفز بالزانة، يجب على الرياضيين التغلب على تأثير الجاذبية لتحقيق ارتفاعات أعلى.

– قوة العضلات

الوصف: هي القوة التي تولدها العضلات لتحقيق الحركة.

التأثير: تؤثر بشكل مباشر على عزم الدوران والقدرة على أداء الحركات الدورانية.

التطبيق: في رفع الأثقال، تعتمد قدرة الرياضي على رفع الأوزان على قوة عضلاته لتوليد عزم الدوران الكافي.

– مرونة الجسم

الوصف: مدى قدرة المفاصل على الحركة بحرية دون قيود.

التأثير: مرونة أكبر تعني قدرة أعلى على تحقيق حركات دورانية واسعة وسريعة.

التطبيق: في رياضات مثل الجمباز والباليه، المرونة تعتبر مفتاحًا لأداء الحركات الدورانية المعقدة.

– البيئة المحيطة

الوصف: تشمل عوامل مثل الرياح، ودرجة الحرارة، والرطوبة.

التأثير: تؤثر على مسار وحركة الأجسام الدوارة، خاصة في الرياضات الخارجية.

التطبيق: في رياضة الجولف، تؤثر الرياح على دوران الكرة ومسارها، لذا يجب على اللاعبين تعديل ضرباتهم وفقًا للظروف الجوية.

7– أهداف كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي :

تهدف كينماتيكا الحركة الدورانية في الرياضة إلى:

– تحسين الأداء الرياضي:

فهم الديناميكيات الدورانية يساعد الرياضيين في تحسين تقنياتهم، مثل تحسين زاوية الإقلاع في القفز أو تقنيات الدوران في الجمباز.

– تقليل الإصابات:

من خلال تحليل الحركة، يمكن تحديد الحركات التي تسبب إجهادًا زائدًا على المفاصل والعضلات، مما يساعد في وضع استراتيجيات لتقليل الإصابات.

– زيادة الكفاءة:

يساعد التحليل الكينماتيكي في تقليل الجهد المبذول وزيادة كفاءة الأداء، مثل تحسين تسديدات كرة السلة أو تحسين دوران مضرب التنس.

– تطوير برامج التدريب:

يوفر معلومات دقيقة حول حركات الجسم، مما يساعد المدربين في تصميم برامج تدريب مخصصة لتحسين أداء الرياضيين.

8– أهمية كينماتيكا الحركة الدورانية في المجال الرياضي :

كينماتيكا الحركة الدورانية لها أهمية كبيرة في تحسين الأداء الرياضي للأسباب التالية:

– تحسين التقنية:

يساعد فهم الحركة الدورانية في تحسين تقنيات الرياضيين في الرياضات التي تعتمد على حركات دورانية، مما يؤدي إلى أداء أفضل.

– تطوير المعدات الرياضية:

تُستخدم في تصميم كرات وأدوات رياضية جديدة بحيث تُعزز من قدرة الرياضي على تحقيق أقصى استفادة، مثل تصميم كرات التنس أو الجولف لتدوير أفضل.

– تحليل الأداء:

توفر أدوات التحليل الكينماتيكي، مثل الكاميرات عالية السرعة وأجهزة الاستشعار، بيانات دقيقة حول دوران الجسم والكرة، مما يساعد في تحليل الأداء وتطوير استراتيجيات اللعبة.

– تعزيز القدرة التنافسية:

يساعد الرياضيين على تحقيق أداء أفضل من خلال تحسين السرعة، القوة، والدقة في الحركات الدورانية، مما يعطيهم ميزة تنافسية.

- تحقيق الاستدامة البدنية:

يمكن تحليل تقنيات الحركة لتحديد العوامل التي تؤدي إلى الإجهاد والإصابات، مما يساعد في تصميم تدريبات وبرامج لتقليل مخاطر الإصابات.

- باختصار، كينماتيكا الحركة الدورانية تلعب دوراً حاسماً في المجال الرياضي، ليس فقط لتحسين أداء الرياضيين، ولكن أيضاً للحفاظ على سلامتهم وتطوير استراتيجيات تدريب فعالة.

– التطبيق رقم (01):

❖ **تمرين 1 :**

متسابق القفز الطويل في إحدى محاولاته للقفز غادر الأرض بزاوية (20) مع الأفقي و بسرعة (11م /ثا)

– احسب :

- مدى القفزة
- أقصى ارتفاع يصل إليه المتسابق

❖ **تمرين 2 :**

انطلقت سيارة من السكون تتحرك بتسارع ثابت مقداره (5م/ثا) و خلال (4 ثواني) من انطلاقها

– احسب :

- السرعة النهائية للسيارة
- المسافة المقطوعة

❖ **تمرين 3 :**

دراجة تتحرك بسرعة (13 م/ثا) ثم أخذت تتباطأ بانتظام بمعدل (2 م/ثا) خلال زمن قدره (6 ثواني) .

– احسب :

- السرعة النهائية
- المسافة المقطوعة خلال هذا الزمن

❖ **التمرين 4 :**

تسير سيارة في خط مستقيم فتزداد سرعتها من (27م/ثا) إلى (40م/ثا) فقطعت مسافة قدرها 270 م

- احسب الزمن اللازم لذلك.

❖ **التمرين 5**

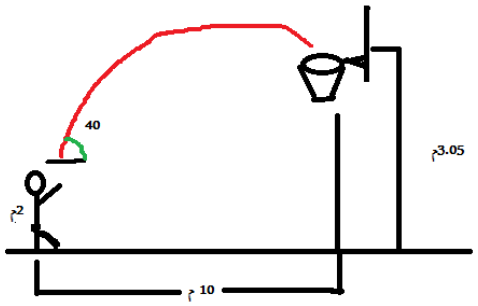
تتحرك سيارة بسرعة (8م/ثا) في خط مستقيم بتسارع ثابت و تقطع مسافة مقدارها (640 م) في زمن قدره (40 ثا)

– احسب خلال هذه الفترة :

- تسارع السيارة
- السرعة النهائية

❖ **التمرين 6 :**

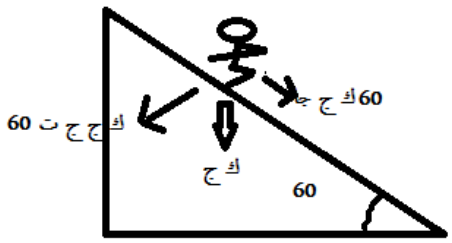
لاعب كرة السلة طوله (2م) يقف على بعد (10 م) من السلة كما في الشكل المقابل فإذا أراد أن يقذف الكرة بزاوية (40) فوق المستوى الأفقي فبأي سرعة ابتدائية يجب أن يطلق الكرة كي تسقط بالسلة إذا علمت ان ارتفاع السلة عن سطح الأرض (3.05م).



❖ **التمرين 7 :**

ينزلق متزلج كتلته 65 كغ من أعلى منحدر عديم الاحتكاك يميل عن الأفقي بزاوية (60) كما في الشكل المقابل

- **احسب تسارع ذلك المتزلج .**



- التطبيق رقم (02) حلول سلسلة التمارين :

❖ حل التمرين 5 :

سر السرعة ← V

تع التسارع ← A

ز الزمن ← T

ف المسافة ← D

المسافة الابتدائية ← X_0

المطلوب :

✓ حساب التسارع

✓ حساب السرعة

المعطيات :

سر : 8م/ثا

ف : 640 م

ز: 40 ثا

ا . حساب التسارع:

ف = سر x ز +(1/2) تع ز ^{2} + ف $_0$

لدينا:

$$d = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$d - v_0t = \left(\frac{1}{2}\right)at^2$$

$$2(d - v_0) = at^2$$

$$a = \frac{2(a.v_0t)}{t^2}$$

بالتعويض نجد :

الطريقة الأولى :

$$a = \frac{(640 - 8(40))}{(40)^2}$$

$$a=\frac{640}{1600} = 0.4 \qquad a=0.4m/s$$

الطريقة الثانية :

$$d = \frac{1}{2}at^2+v_0t + x_0$$

$$640=\frac{1}{2}a(40)^2+8(40)$$

$$640= \frac{1}{2}a1600 + 320$$

$$640-320=0.5a1600$$

$$320=800a$$

$$a=\frac{320}{800}=0.4$$

ب / حساب السرعة :

القانون: $v=at+v_0$

v=السرعة في أي لحظة.

v_0= السرعة الابتدائية.

a=التسارع.

$$v=0.4(40)+(8)$$

$$=16+8$$

$$=24m/s$$

❖ **حل التمرين2 :**

a=5m/s

t=4s

1- حساب السرعة النهائية :

$V=at+v_0$

$V=5(4)=20m/s^2$

2- حساب المسافة المقطوعة :

$d=\frac{1}{2}a(t^2)+v_0t+d^0$

$d=\frac{1}{2}5(4)^2+v_0+d_0$

$d=\frac{5*16}{2}=\frac{80}{2}$

d=40m

❖ **حل التمرين3:**

لدينا: $a=2m/s^2$

t=6s

$v_{0=13m/s}$

1/ حساب السرعة النهائية :

$v_{fin}=at+v_0$

$v_{fin}=(-2)*6+13$

$v_{fin}=-12+13$

$v_{fin}=1m/s$

2/- حساب المسافة المقطوعة خلال هذا الزمن:

$d=\frac{1}{2}a(t^2)+v_0t+d^0$

$=\frac{1}{2}(-2)(6)^2+13(6)$

$=\frac{1}{2}(-2)(36)+13(6)$

$=\frac{(-72)}{2}+78$

d=−36+78=42m

❖ حل التمرين 4 :

- مدى القفزة :

الطريقة الأولى :

$$v_f^2 - v_0^2 2a(v - v_0)$$

$$a=\frac{v_f^2-v_0^2}{2x}$$

$$a=\frac{1600-729}{2(270)}$$

$$a=1.61m/s^2$$

الطريقة الثانية :

$$v_f^2 - v_0^2 = 2a(d_f - d_0)$$

$$(40)^2-(27)^2=2a(270)$$

871=540a

$$a=\frac{871}{540}=1.61$$

$$a=1.61m/s^2$$

حساب الزمن :

$$\overline{v} = at + v_0$$

40=1.61t+27

40−27=1.61t

$$T=\frac{13}{1.61}$$

T=8.07s

❖ **حل التمرين 1:**

$$R=\frac{v_0^2 \sin 24}{g}$$

$$R=\frac{(11)^2 \sin 40}{9.8}$$

$$R=\frac{(121 à (0.64)}{9.8}$$

$$R=7.93m$$

حساب أقصى ارتفاع :

$$R=\frac{v^2 \sin \alpha^2}{2g}$$

$$R=\frac{(11)^2 \sin \alpha^2}{2\,(9.8)}$$

$$R=\frac{121*0.682}{19.6}$$

$$R=0.722m$$

❖ **حل التمرين 6 :**

$$\propto=40°$$

$$D=10m$$

1-حساب المسافة بين نقطة القذف بالكرة و نقطة دخول الكرة للسلة

$$Dy=3.05m-2=1.05m$$

$$dy=1.05m$$

1-زمن المقذوف :

$$dx=v_0 t * \cos \propto$$

$$10=v_0 t * \cos 40$$

$$V^{*}t=\frac{10}{\cos 40}$$

$$=\frac{13.05}{v_a}$$

2- نقطة دخول الكرة للسلة :

$$Dy=v_0 t * \sin \propto -\frac{1}{2} gt^2$$

$$10.05=v_0(\frac{13.05}{v_0})\sin 40 - \frac{1}{2}(\frac{13.05}{v_0})^2$$

$$13.05^{*}0.64-4.9(\frac{170.30}{v_0})$$

$$1.05=8.352-\frac{834.47}{v_0^2}$$

$$\frac{834.47}{v_0^2}=8.352-1.05$$

$$\frac{834.47}{v_0^2} = 7.305$$

$$v_0^2 = \frac{834.47}{7.305}$$

$$V_{0}=\sqrt{\frac{834.47}{7.305}}$$

$$V_{0}=\sqrt{114.279}$$

$$V_{0}=10.69 m/s$$

❖ حل التمرين 7 :

$\propto=68$

m =85kg

حساب التسارع :

$\overrightarrow{\sum f}=\overrightarrow{ma}$

P=ma

$Mg^{*}\sin \propto = ma$

$mg\sin \propto 60 = ma$

g a 866=a

a=9.8*0.866

$a=8.49m/s^{2}$.

– المحاضرة رقم (07) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة الوثب الطويل

✓ مفهوم ومراحل الوثب الطويل

1.**الوثب الطويل** : يعتبر الوثب الطويل كنشاط حركي من الأنشطة البسيطة في أدائها و خصوصا في مراحل تعلمه الأول و المحببة والأكثر شيوعا في ممارستها ليس فقط في مجال الميدان في المضمار ولكن بالنسبة للألعاب والفعاليات الرياضية المختلفة وعلى ذلك يقبل تلاميذ المدارس على أدائه دون معلم المتنافسين بعيدين عن فنون حركاته و المتمثلة في التكنيك الخاص بالأداء حيث ينمي عندهم قوة الارتقاء من جراء الوثب المتكرر في حفرة الوثب ومن هنا ظهرت أهميته كنشاط بدني مدرسي ولبساطة متطلبات الوثب الطويل ولسهولة أدائه وخصوصا في شكله الأول حيث يجب على المعلم ملاحظة ذلك عند وضع مناهجه التعليمي وبالاهتمام بالتدريبات الخاصة بالوثب الطويل.

2/ الخطوات التطبيقية للقفز الطويل

– ماذا يؤثر في آلية القفز :

سرعة الانطلاق/ الجري /زاوية الارتقاء /ارتفاع مركز ثقل الجسم /مقاومة الجاذبية.

– شروط القفز : الاقتراب /الارتقاء /الطيران /الهبوط.

– طرق فنية لمرحلة الطيران : القرفصاء/ المشي في الهواء /التعلق.

– أ ـ الاقتراب :

يبدأ اللاعب واجبه الحركي بركضه تقريبية طويلة نسبيا لغرض الحصول على اكبر سرعة ممكنة تخدم عملية الارتقاء فالهدف من هذه الركضة هو إعطاء الرياضي قوة حركية تدفعه للأمام لغرض قطع مسافة كبيرة.

إن الهدف الرئيسي لهذا المرحلة هو الوصول الواثب إلى الوضع الجيد بأكبر سرعة ممكنة ببدء هذه المرحلة من أول خطوة في الاقتراب وتنتهي بارتطام القدم بلوحة الارتقاء.

الاعتبارات الواجب إتباعها في هذه المرحلة.

• اقتراب بإيقاع دون تشنج.

• إيقاع النسبي للخطوات الثلاث الأخيرة .

• الخطوة الأخيرة قصيرة قبل الأخيرة أطول نسبيا، الثالثة قبل الأخيرة قصيرة (تقارب ما بين الخطوات).

• هبوط نسبي في مركز الثقل الجسم في الخطوات الثلاث الأخيرة مع عدم فقد نسبة السرعة المكتسبة.

• انسب إمكانية بلوغ اللاعب أقصى سرعة ممكنه حددها قانون ألعاب القوى بالا يقل عن 40-45 مترا.

الغرض من المرحلة :

• الوصول إلى أقصى سرعة ممكنه.

• الاعداد الجيد للارتقاء.

- ب ـ الإرتقاء :

يعد الهدف الأساسي من الارتقاء الحصول على القوة الدفع اللازمة لدفع الجسم للإمام وللأعلى والتي تبدأ هذه المرحلة ببداية ارتطام قدم الارتقاء للوحة الارتقاء وتنتهي بتركها للوحة بامتداد مفاصل القدم والركبة والحوض.

الغرض من هذه المرحلة :

• الوصول إلى انسب حركة مسار مركز الثقل الجسم (20-24).

• أعلى سرعة انطلاق ممكنه.

• تحقيق أعلى نقطة طيران مناسبة

الاعتبارات الواجب إتباعها في هذه المرحلة :

• ارتطام لحظي بأعلى قوة وبأقل زمن .

• وصول زاوية خلف الركبة رجل الارتقاء من (170) إلى (145-150) في المرحلة الثانية من مراحل الارتقاء.

• دفع قوي ونشيط بامتداد كامل لمفاصل القدم والركبة والحوض لرجل الارتقاء.

• مرجحة قوية ونشطة بفخذ الرجل الحرة حتى تصل إلى الوضع الأفقي.

- ميلان الجذع قليلا للأمام .
- مرجحة متبادلة لكلا الذراعين وبتوافق مع حركة الرجلين .

ولا تنفصل مرحلة الارتقاء عن مرحلة الاقتراب بأي صورة، فهي مرحلة ممتدة لها. وبالرغم من قصر الزمن الذي يستغرقه الواثب في هذه المرحلة إلا انه يمر بثلاث مراحل متصلة، وذلك من الناحية النظرية

وكما يلي :

- مرحلة بدء وضع القدم الارتقاء على لوحة الارتقاء (الاستناد)
- مرحلة بقاء القدم الارتقاء على لوحة الارتقاء. (الوضع العمودي)
- مرحلة الدفع القوي بقدم الارتقاء من لوحة الارتقاء . (الدفع)

ب ـ الطيران :

تعد هذه المرحلة الفاصلة بين الارتقاء والهبوط وتخضع إلى نظرية المقذوفات من حيث المدى والارتفاع مع المحافظة على وضع المتوازن للجسم في الهواء. وتبدأ هذه المرحلة بترك قدم الارتقاء للوحة الارتقاء وتنتهي بهبوط القدمين لحفرة الرمل.

الغرض من هذه المرحلة :

- الاحتفاظ بالتوازن الجسم واخذ مركز الثقل مسار الحركي الصحيح.
- الاحتفاظ بالسرعة النهائية التي تتحقق عند الانطلاق.
- الإعداد لهبوط اقتصادي جيد.

الاعتبارات الواجب إتباعها في هذه المرحلة :

- إنجاز 2, 5 خطوة مسي في الهواء للمتقدمين.
- إنجاز خطوة واحدة للمبتدئين.
- سماح بميل الجذع للخلف في بداية المرحلة في حدود خمس درجات.
- مرجحة الذراعين على شكل دوائر تبادليا من الإمام.
- بالنسبة للوثب يساوي الارتقاء، الذراع اليسر تعمل دائرة كاملة والذراع اليمنى تعمل ثلث دورة.

ب ـ الهبوط :

وهي المرحلة الأخيرة للطيران باتخاذ الواثب الوضع الأفضل لأجل الحصول على أطول مسافة أفقية ممكنه وتبدأ هذه المرحلة عندما يستعد الجسم للهبوط في الحفرة الرمل وتنتهي بتجمع أجزاء الجسم وهبوطها في حفرة فوق مكان القدمين في الرمل.

الغرض من هذه المرحلة :

- عدم فقد مسافة من منحى الطيران بالهبوط الجيد.
- الاعتبارات الواجب إتباعها في هذه المرحلة :
- امتداد الرجلين للإمام مع رفعها عن الأرض.
- ميل الجذع للإمام.
- مرجحة الذراعين إماما أسفل خلفا.
- إزاحة الركبتين والحوض للإمام عند بداية ملامسة القدمين للرمل.

✓ بعض المقاييس الكينماتيكية للوثب الطويل

1 – نقاط مهمة في أداء الوثب الطويل :

– الاقتراب السريع والمقنن للخطوات ليصل إلى لوحة الارتقاء بقدم الارتقاء.

– تتراوح خطوات الاقتراب ما بين 19الى 20 خطوة تبعا لطول المسافة المقطوعة عن طريق الاقتراب

– **يتم الارتقاء بقدم واحدة ويعتبر من أهم النواحي الفنية في الوثبة حيث يربط بين الاقتراب والطيران استعداد للهبوط السليم.**

– يستخدم الذراعين لحفظ الاتزان أثناء الطيران ليحافظ الواثب على وضع مركز ثقل الجسم في خط الصحيح له.

- في الوثب بطريقة الخطوة تكون الحركة من المفصل الفخذ حيث تمتد الرجل الحرة إلى أسفل وإعادة رفعها ثانية إلى الأمام.
- تتراوح زاوية الطيران في الوثب الطويل ما بين 17° الى23°.
- يلاحظ في عملية الهبوط يتم ثني الركبتين للأمام بعدما تصل القدمين للأرض مع ميل الجذع للأمام

2-ملاحظات حول تكنيك الوثب الطويل :

- الوصول بسرعة الاقتراب إلى أقصى ما يمكن وخصوصا في الخطوات الثلاث الأخيرة.
- الإعداد للارتقاء جيد دون خسارة الاقتراب المكتسبة.
- الحصول على ارتقاء قوي وسريع والذي نلاحظه في الزاوية المناسبة للارتقاء هي 76°_80° حيث تعمل على إكساب مركز ثقل صحيح.
- في الارتقاء يأخذ الجسم الوضع الصحيح العمودي مع مد الرجل الارتقاء كاملا والنظر للأمام.
- حركة الذراعين الدائرية وحتى أعلى مستوى النظر حيث يساعد ذلك في توازن الجسم.
- ميل بسط للجذع وفي حدود 5 درجات يساعد حركة الرجلين بإنجاز تكنيك المشي في الهواء بسهولة
- توافق حركات الرجلين مع حركات الذراعين أثناء مرحلة الطيران.

ثني الركبتين وإزاحة الحوض للأمام بعد الهبوط القدمين وملامستهما للرمل يعمل ذلك على مرور مركز ثقل فوق مكان الهبوط.

المحاضرة رقم (08) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة السحق في كرة الطائرة.

المتغيرات المستخرجة من التحليل البيوميكانيكي

المتغيرات المقاسة.

1- طول الخطوة الأخيرة.

2- زاوية اكبر ثني في أثناء النهوض لمفصل الركبة.

3- زاوية ارتكاز الجسم.

4- زاوية النهوض للجسم.

5- زاوية الطيران.

6- زاوية انطلاق الكرة.

7- المسافة الأفقية للنهوض.

8- المسافة العمودية للنهوض.

9- المسافة المحصلة للنهوض.

1/ مرحلة الاقتراب :

هو جري اللاعب الضارب للضربة الساحقة للمنطقة التي يؤدي منها الوثب ويتم الاقتراب بأربع خطوات على الأكثر لهما ارتفاع معين وتكون المسافة من 2-4 متر وفي حالة تكرار الهجوم يكون إحدى هذه الخطوات اقصر من أخرى ويقف اللاعب الضارب على خط الهجوم مواجها للمعد في حالة استعداد وتتطلب سرعة كبيرة في القفز حتى يستطيع استعمال الأفضل لقوة الدفع الأمامية أثناء مرحلة الوثب فيبدأ اللاعب الضارب بالحركة بمجرد خروج الكرة من يد المعد

ويلزم أن تكون الخطوة الأولى بالرجل اليسرى للضارب الأيمن اليد) لتحديد اتجاه اللاعب بالنسبة للكرة وإما الخطوة الثانية فتتميز بطابع معين فهي سريعة وعميقة وواسعة بحيث يقع مركز الثقل الجسم خلف عقبي القدمين وتمتد الذراعان من أسفل للخلف عالياً بقدر الإمكان أثناء الخطوة الأولى حتى تصلا بمستوى عمودي على الجسم في الخطوة الثانية وتكون الذراعين مائلتان خلفا بالتساوي في نهاية المرحلة وقبل الوثب وتختلف حركة الذراعين تبعاً لطبيعة الجري والمسافة المقطوعة في مرحلة الاقتراب وصفه الجنس ذكراً أم أنثى حركة الذراعان واتجاه الجري ترتبط بنوع الضربة الساحقة المرغوبة أدائها.

– الاقتراب يجب إن يوصل اللاعب الضارب للضربة الساحقة إلى البقعة المناسبة التي سيؤدي فيها القفز , ومن المهم إن يكون الاقتراب مرنا بدرجة كافية بحيث يسمح ببعض التعديلات ويحدد وقت الاقتراب بحيث يتم أقصى ارتفاع للقفز بالضبط في الوقت نفسه الذي يحدث فيه ضرب الكرة,وعندما نتكلم عن حركة الإقدام فإننا نشير النمط الخطوات التي يأخذها الضارب في تقدمه اتجاه الشبكة وان الذين ينفذون الضربات الساحقة معظمهم يتخذون.

– (4–3)خطوات تقريبية تجاه الكرة .

– إن اتخاذ الخطوات الأربع هي الطريقة الأساس للتقدم وهي أسهل طرق التعلم ,فبالنسبة للضارب الذي يستخدم الذراع اليمنى فعليه اخذ خطوة قصيرة إلى الإمام بقدمه اليمنى وتعد هذه الخطوة الأولى , إذ من خلالها تبدأ السرعة وهذه الخطوة تبدءا بتحريك الجسم وتوجيهه إلى الاتجاه الصحيح بعدها يتم اخذ الخطوة الثانية بالقدم اليسرى والتي تتميز بأنها أطول من الخطوة الأولى والتي تبدأ ببناء السرعة إذ إن الجسم يبدأ بالانسياب إلى الإمام وتدفع القدمين الأرض بقوة للحصول على قوة رد فعل الأرض ,بعدها تبدأ الخطوة الثالثة بتحرك القدم اليمنى مرة أخرى وهي أطول خطوة بين الخطوات التي يخطوها اللاعب الضارب وفيها يتم إيقاف الزخم المندفع إلى الإمام ويتهيأ الجسم للقفز إلى الأعلى وبقوة انفجارية من خلال دفع القدم اليسرى للحصول على قدرة أكثر من خلال الكبح أو التوقف الذي يحول الزخم الأفقي إلى عمودي وفي هذه الحالة يكون التوقف على كعب القدمين وبعدها يحول إلى تماس القدمين كاملة مع الأرض ,إما الخطوة الرابعة فتكون بالقدم اليسرى ,إذ تجلب القدم بسرعة إلى الإمام وتوضع إمام القدم اليمنى قليلا وبمسافة عرض الكتفين تقريبا.

– وتجدر الإشارة هنا إلى إن الخطوتين ينبغي إن تحدثا وكأنهما في وقت واحد وبذلك فان هذا الوضع هو الأخير الذي تبدأ من خلاله القفزة.

وللخطوات التقريبية مرحلتان هما :

– خطوات العدو :

– إن عدد خطوات العدو تقررها المسافة التي يحتاجها اللاعب الضارب للانتقال.

– تكون الخطوة الأولى قصيرة ، ويتم فيها تحويل مركز ثقل الجسم إلى الأمام وعلى مشط القدم اليمنى في حين تكون الخطوة الثانية بالقدم اليسرى التي تكون أسرع وأطول بحدود (60 – 90) سم ، وتهبط القدم اليسرى بشكل منبسط ، بينما يكون الجسم منحنياً إلى الأمام ، وفي أثناء خطوات العدو ، وتكون حركة الذراع مشابهة لحركة الذراع الطبيعية في الركض ، ولكن بشكل أوضح وأوسع .

– خطوة الوثبة :

– إن لاعبي الضرب الساحق المواجه (الخلفي – الأمامي) معظمهم يستخدمون خطوتين للعدو بالإضافة إلى الوثبة التي هي عبارة عن خطوة ساق انفجارية تتم بالقدم اليمنى ، وتكون قفزة واطئة وطويلة ، وتصاحب هذه الخطوة تحريك الذراعين إلى الأعلى أمام الجسم كما أن الوضع الصحيح والمحكم لكلا القدمين ، يؤمن انتقالاً مؤثراً للطاقة من حركة الركض إلى حركة القفز (النهوض) ، فضلاً عن أن تحريك الذراعين إلى الأعلى يعزز ويوازن عملية القفز.

– إن طول الوثبة يختلف باختلاف سرعة العدو ، وقوة عضلات الرجلين ويتراوح من (120 – 140) سم، وتبدأ الوثبة بعيداً عن القدم اليسرى ، والنقطة التي تلامس القدم اليسرى بالأرض ، وحين يكون الجسم معلقاً في الهواء ، تكون حركة القدم اليسرى سريعة للساق بالقدم اليمنى ، كما يحصل تزامن بين حركة الذراع الأمامية والحركة الأمامية للقدم اليسرى.

– مما تقدم يمكن للباحث أن يوجز سببين وراء ضرورة اتخاذ الخطوات الأمامية تجاه الشبكة وهي محاولة بناء زخم وسرعة أفقية تحول إلى زخم وقدرة إلى الأعلى مما يسمح ويساعد على القفز أعلى ما يمكن وحسب الخصائص الميكانيكية للاعب المهاجم في هذا النوع من الضرب الساحق.

2/ مرحلة الارتقاء

– يتم الوثب بعد خطوتي الاقتراب ونقل ثقل الجسم اللاعب من خلف العقبين إلى القدمين ثم الأمشاط وتكون زاوية فخذين والركبتين ومفصل الكاحل وأثناء حركة نقل ثقل الجسم من العقبين إلى الأمشاط تبدأ الذراعان في الأرجحة إلى الخلف لأسفل ثم أماما بأقصى قوة عند مرورها لمحاذاة الفخذين تكون الرجلين منثنيتين كاملاً وفي هذه اللحظة يتم فرد القدمين والركبتين مثنيتين للحصول على قوة دفع.

3/ مرحلة الضرب :

– عند وصول اللاعب إلى أقصى ارتقاء ممكن أثناء عملية النهوض تتحرك الذراع الضاربة من الإمام للأعلى إذ تثنى من مفصل المرفق وبينما يكون المرفق أعلى من مستوى الكتف ومتجه للإمام ويكون جذع اللاعب في حالة تقوس خفيف مع لف الجذع اتجاه الذراع الضاربة فكلما زاد التقوس زادت قوة الضرب . إما الذراع غير الضاربة فتكون مفردة أما الجسم بمستوى أفقي للمحافظة على توازن الجسم في الهواء ويتم الضرب بدفع اليد للأعلى والإمام وتضرب الكرة في أقصى نقطة ارتفاع يصل إليها اللاعب وتضرب الكرة بالجزء العلوي من اليد وتتخذ الضربة شكل ضربة السوط . (Whip)

– في هذه المرحلة يرفع اللاعب المرسل كلتا الذراعين فوق الأكتاف ، ومن ثم تنثني اليد الضاربة من مفصل المرفق وتنخفض إلى الأسفل خلف رأس اللاعب . إن تنشيط عضلات الكتف والصدر يساعدان على مد الذراع لكبس الكرة وضربها إلى الأسفل ، ويعتمد ذلك دائماً على الارتفاع الذي يتم منه الفعل وبضربة خاطفة من مفصل الرسغ (مفصل اليد) تنفذ الكرة إلى ملعب المنافس بقوة هائلة.

4/ مرحلة الهبوط :

– تتم متابعة الضربة بسحب الذراع للأسفل مباشرة مع منع الذراع من ملامسة الشبكة وذلك بلف المرفق للخارج إذ يكون محاذياً للكتف او تسحب الذراع للخلف وضمها للصدر ويجب أن يتم الهبوط في نفس المكان الذي بدأ منه النهوض للمحافظة على التوازن دون ان يتجاوز خط المنتصف ويتم الهبوط بحيث تمتص صدمة الهبوط ويتخذ وضع الاستعداد في الوقت نفسه للمشاركة في اللعب وبالسرعة اللازمة.

– وفي هذه المرحلة التي يهبط فيها اللاعب الضارب بشكل معتدل ، وبأقل صدمة للمفاصل ، لأن تزامن الاستخدام الرديء للهبوط والقوي التي تتولد عند الهبوط تؤدي إلى إصابات الإطراف السفلى.

– وتتم مرحلة الهبوط هذه بعد ضرب الكرة ، إذ يهبط اللاعب المهاجم إلى الأرض بارتخاء على كلا الساقين داخل الملعب ، وبذلك يكون تنفيذ القفز خارج الملعب ، بينما يكون الضرب داخل الملعب.

– المحاضرة رقم (09) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة الوثب العالي :

وهي رياضة تعتمد على قدرة الرياضي على الوثب عاليا من فوق عارضة، شرط عدم إسقاط العارضة من فوق ألحامل ويتم في نصف دائرة تفرش بالرمل أو الإسفنج ويركز عند طرفي قطرها قائمان يبعد الواحد عن الآخر ما بين 3.66 متراً وأربعة أمتار ويتم هذا الوثب عن طريق الاقتراب والارتقاء بأية طريقة من الجسم.

1/ مقاسات وقوانين الوثب العالي

– يمكن استخدام أي نوع من القوائم أو الأعمدة بشرط أن تكون صلبة مزودة بحوامل العارضة : يجب أن يكونا مستويين ومستطيلي الشكل، عرض كل واحد منهما 40 ملم وطوله 60 ملم.

– المسافة بين القائمين أربع أمتار على الأقل.

– العارضة من الخشب أو المعدن أو أي مادة أخرى مناسبة، ويجب أن تكون دائرية المقطع طولها يتراوح بين 3.98 م و 4.02 م ووزنها 2 كيلو جرام كحد أقصى

– منطقة الهبوط : ويجب أن لا يقل طولها عن 5 أمتار وعرضها 3 م.

– طريق أو مسار الاقتراب لا يقل عن 20 متر.

– يصنف المتسابقين حسب أفضل وثبة لهم من أصل 3 وثبات لكل منهما و إذا أخطأ في الوثبات 3 يعتبر مستبعد من السباق.

2/ طرق أداء مهارة الوثب العالي

هناك طرق عدة للوثب وأشهرها هي :

– الطريقة الغربية.

– الطريقة السرجية.

– طريقة فوسبري وهي المستعملة في وقتنا الراهن.

الارتفاع الذي يصل إليه الواثب يمكن تقسيمه إلى ثلاث.

- ارتفاع مركز الثقل لحظة الارتقاء.
- ارتفاع مركز الثقل أثناء الارتقاء.
- الفرق بين مركز الثقل والعارضة.

3/ مراحل الوثب العالي

3-1/ الاقتراب

- المبتدئين يفضل استخدامهم من 5 إلى 8 خطوات قبل الارتقاء إما المتقدمين في المستوى من 8 إلى 11 خطوة.
- العامل المؤثر في هده المرحلة هو قوة عضلات الرجلين والقدرة على التنسيق أثناء الارتقاء.
- معظم الواثبين يرتقون بزاوية من 20 إلى 40 درجة بغض النظر على الأسلوب المستخدم.
- يُقاس طريق الاقتراب من منتصف العارضة وعلى بعد ذراع من نفسه إلى مكان بدء الاقتراب.
- يحدد خطوات الاقتراب من جهة العارضة أولاً التي تكون في العادة 7 .9 .10 خطوة وذلك لعدة مرات .
- يثبت التقنين من مكان بدء الاقتراب لعدة مرات أيضاً إلى أن يضبط الخطوات ويصل بقدم الارتقاء إلى مكانها المحدد وبالسرعة المناسبة.
- يبدأ الاقتراب غالباً من زاوية (28 ^{5}-30 ^{5}) من العارضة.
- لتوقيت الخطوات دور مهم في نجاح الوثبة إذ يزداد طول الخطوات مع زيادة سرعتها تدريجياً علماً بأن الخطوة الأخيرة تكون أطولها بينما الخطوة التي قبلها مباشرة تكون أقصرها بمقدار (25-30) سم.

3-2/ الارتقاء

- تخفيض مركز الثقل ودلك عن طريق ثني الركبة.
- كلما انخفض مركز الثقل في الارتقاء زاد طول الوثبة.
- زيادة في الخطوة ما قبل الأخيرة وتقليل في الخطوة الأخيرة من اجل أخد الوضع المناسب.

– تبدأ من الخطوة الأخيرة للاقتراب التي تصل أولاً بالكعب حيث ركبة الرجل منثنية من مفصل الركبة بقدر الإمكان.

– رجل الارتقاء على امتداد الجذع وفي وضع مائل للخلف.

– تتحرك الذراعان إما سوياً للخلف أو تمتد الذراع المقابلة لقدم الارتقاء خلفاً والأخرى أمام الصدر.

– تثنى رجل الارتقاء من مفصل الركبة وهبوط المشط على الأرض والرجل الحرة تتقدم إلى الأمام حتى تصل الركبتان إلى جوار بعضهما.

– تتقدم المقعدة إلى الأمام حتى تصل فوق قدم الارتقاء وكذلك الكتفين.

– من هذا الوضع تمتد رجل الارتقاء وتتحرك الرجل الحرة إلى الأمام وأعلى ويرتفع الذراعان عالياً فيرتفع الجسم لأعلى في اتجاه العارضة.

3-3/ تجاوز العارضة

– (ج) تعدية العارضة والهبوط :

– هناك عدة طرق لتعدية العارضة منها :

– الطريقة السرجية :

– بعد طيران الجسم في الهواء يثنى مفصل ركبة رجل الارتقاء مع اقترابها من الجذع حتى يصل الجسم فوق العارضة مواجهاً لها نتيجة الدوران للجسم حول محورية الرأسي والأفقي.

– ينخفض الجذع والذراع الحرة إلى أسفل في اتجاه حفرة الوثب وانبساط الرجل الحرة تماماً مما يساعد على دوران الجسم حول العارضة وعلى امتدادها.

– رجل الارتقاء إلى الخارج وأعلى فيبتعد الجسم عن العارضة متجهاً للأسفل .

– الهبوط في هذه الطريقة يكون بالذراع المقابل للرجل الحرة أولاً ثم الكتف فالرجل الحرة.

– طريقة فوسبري في الوثب العالي:

– (الطريقة الظهرية): المراحل الفنية :

(أ) الاقتراب :

يبدأ الاقتراب من أمام العارضة وليس من أحد الجانبين وعدد الخطوات وتقنينها أمر مهم جداً فالخطوات في حدود (7 : 9 : 11 : 13) خطوة.

– الاقتراب ليس في خط مستقيم ولكن على شكل قوس (نصف دائرة).

– الخطوة قبل الأخيرة هي أطول الخطوات التي يميل فيها الجسم خلفاً والذراعان في وضع يشبه وضعها في حالة الجري العادي والخطوة الأخيرة أقصر من سابقتها.

ب /الطيران وتعدية العارضة :

– تبدأ عملية الطيران بمجرد ترك قدم الارتقاء للأرض.

– تقوم الرجل الحرة بالمرجحة لتوجيه الجسم ودورانه لمواجهة طريق الاقتراب والظهر مواجه للعارضة

– يتم دوران الجسم حول المحور الطولي متخذاً طريقه للعارضة.

– عند وصول الجسم لأقصى ارتفاع له متجهاً إلى فوق العارضة يقوم بإسقاط الرأس والصدر في الجهة الأخرى من العارضة ويتبع ذلك النصف السفلي.

– يتوقف نجاح الطيران وتعدية العارضة على الاقتراب نصف الدائري السريع ثم الارتقاء القوي والخاطف ودوران الجسم حول محورية الطولي والعرضي بتوافق تام.

ج) الهبوط :

– تبدأ عملية الهبوط عند اجتياز النصف العلوي للعارضة والذي يتبعه بالنصف السفلي وبحركة مرجحة للأمام ولأعلى بالرجلين من مفصل الركبتين.

– يتم الهبوط على الكتفين أولاً ثم عمل دحرجة خلفية أو جانبية.

– المحاضرة رقم (10) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة رمي القرص

الخطوات التعليمية

- يرمي الرياضيون القرص من دائرة قطرها متران ونصف المتر
- يُمسك الرامي القرص في راحة إحدى يديه وتحيط أطراف أصابعه بالحافة.
- يدور الرامي أو الرامية دورة كاملة لتجميع السرعة والقوة ويقذف القرص في نهاية نصف دورة أخرى.
- تُدير أطراف الأصابع القرص حينما يترك يد الرياضي فيطير القرص في الهواء بوضع منبسط إلى حد ما.

لكي يحصل لاعب القرص على أطول مسافة ممكنة يجب أن ينطلق القرص بأقصى سرعة ممكنة، وبزاوية معينة ويمسك اللاعب القرص بيد واحدة ويدور بسرعة حول نفسه مرة ونصف المرة ويرميه بحركة ذراع جانبية ليجعله يسبح في الهواء.

النواحي الفنية

– مسك القُرص (القبض)

– وقفة الاستعداد.

– المرجحة التمهيدية.

– الدوران.

– وضع الرمي

– الرمي و التخلص.

- حفظ التوازن.

- متابعة القرص.

❖ **أهم القوانين :**

تطبق في رمي القرص قواعد رمي الكرة الحديدية نفسها، وحتى تكون المحاولة صحيحة، يجب أن تسقط الأداة في نقطة بين الحدين الداخليين لخطي مقطع الرمي. أما القرص فيُرمى من دائِرة قُطرها 2.50 م.

لا تحتسب الرمية إذا داست قدما الرامي خط الدائرة أو خارجها قبل وصول القرص إلى الأرض. يقيس الحكام الرمية من الطرف الداخلي للدائرة إلى أقرب نقطة لامس فيها القرص الأرض. وحسب القوانين الدولية، يحصل كل رياضي على ست رميات، إذا كان عدد المتسابقين ثمانية أو أقل. وإذا كان العدد أكثر من ثمانية رياضيين مشتركين، يحصل كل واحد منهم على ثلاث رميات. يُؤهّلُ الثمانية، أصحاب أطول الرميات، للأدوار النهائية، حيث يحصل كل واحد منهم على ثلاث رميات أخرى.

مواصفات القرص

جسم بشكل صحن يصنع من الخشب أو من مادة أخرى مناسبة ويحيط به إطار معدني ذو حد دائري. وزن القرص الذي يستعمله الرجال (2) كيلو جرام وقطره حوالي 22 سم أما القرص الذي تستعمله السيدات فوزنه (1) كيلو جرام واحد وقطره حوالي 20 سم.

القواعد الميكانيكية الأساسية لقذف القرص

إن الهدف الأساسي من رمي القرص هو إمكانية رميه لأبعد مسافة ممكنة معتمدًا على أربعة عوامل هي:

- ارتفاع نقطة انطلاق الأداة.

- سرعة انطلاق الأداة.

❖ المسافة

- زاوية انطلاق الأداة.

- تأثير الديناميكية الهوائية .أي القوى المؤثرة على الأداة المتحركة في الهواء.

❖ ارتفاع نقطة انطلاق الأداة :

أما ارتفاع نقطة الانطلاق فان المدرب لا يستطيع التحكم أو التغيير في طول اللاعب، ولكن طول قامة اللاعب تؤثر على زيادة مسافة الرمي، إن هذا العامل يعتبر أقل أهمية إذا قيس بالعوامل الأخرى المؤثرة على (طول مسافة الرمي).

❖ زاوية انطلاق الأداة :

إن الزاوية المثلى لانطلاق الأداة لأبعد مسافة هي ٤٥ درجة، إذا كانت نقطة الانطلاق والهبوط يتم ذلك من سطح الأرض لذا فان انسب زاوية لانطلاق القرص تتراوح بين 30-40 درجة . فكلما قلت الزاوية عن 40 درجة زادت المسافة تدريجيًا، قد تتجاهل اثر الديناميكية الهوائية على القرص، إلا ان الزوايا المختلفة لانطلاق الأداة لا يؤثر بشكل جوهري على مسافة الرمي.

❖ سرعة انطلاق الأداة :

إن سرعة انطلاق الأداة نتيجة لقوة اللاعب تؤثر على المسافة حيث يمكن للاعب استخدام هذه القوة، إذ أن هذا العامل يعتبر من أهم العوامل المؤثرة في طول المسافة الرمي، حيث إن مسافة الرمي تتناسب طرديًا مع مربع سرعة انطلاق الأداة، فإذا ضاعفنا من سرعة الانطلاق، فان مسافة الرمي سوف تزداد إلى أربعة أضعاف، وزيادة سرعة الانطلاق تتزايد نتيجة للمعادلة الآتية :

سرعة انطلاق الأداة = زمن الأداء x معدل القوة / وزن الأداة

إن اللاعب يستطيع زيادة(معدل القوة) عن طريق التدريب بالأثقال وتطوير طريقة أدائه، كما يمكن

زيادة(زمن الأداء)عن طريق تطوير التكتيك واكتساب المرونة.

إن قطر دائرة الرمي المحددة بمسافة 2.50مترًا، يمكن اللاعب من أداء أسلوب الرمي الحديث من خلال طول مسار حركة القرص أثناء دوران اللاعب في الدائرة حيث يبلغ هذا المسار (9) أمتار مستغلا قوته أثناء فترة ارتكاز اللاعب على القدمين معًا قبل انطلاق الأداة أثناء حركته داخل الدائرة.

بعض النواحي الفنية المهمة لرمي القرص

- الايقاع : يجب أن تؤدى الرمية ككل بإيقاع جيد مع التأكيد على الجانب الزمني للأداء فإذا أردت أن ترمي بسرعة أو بقوة فان الإيقاع لن يتغير مع إتباع الإيقاع التالي:
- التوازن : إذا لم يتوفر الاتزان في الأداء فان الرمية سوف تكون ضعيفة بغض النظر عن قوة اللاعب لذا يجب الحفاظ على اتزان الجسم عند مؤخرة الدائرة حيث أن جميع الرميات يجب أن يتوفر فيها عامل الاتزان بشكل جيد.
- التسارع : يجب على اللاعب إدراك وتطبيق مبدأ (البطيء ثم السرعة)بحيث يبدأ حركته ببطيء وينهيها بسرعة، فإذا كان النموذج سيئ من وجهة النظر العلمية فسوف لا نرى عملية التسارع الخطية (زيادة السرعة تدريجيًا)، فعلينا أن يكون هذا هو هدفنا.
- أهمية عمل الرجلين : تؤدى جميع الرميات بالرجلين إذ أنها هي التي تكسب اللاعب السرعة و الإيقاع الجيد والاتجاه السليم .فإذا عملت الرجلان بشكل جيد فان الرمية سوف تؤدى بشكل جيد.
- المدى : يجب اكتساب القوة من مدى الحركة الواسع بقدر الإمكان على أن نضع في الاعتبار مستوى قوة ومرونة اللاعب.
- ثبات الجانب الأيسر للجسم : يجب أن تؤدى الحركة النهائية لقذف القرص بحيث يكون الجانب الأيسر للجسم في وضع ثابت ومعتدل إلى حد ما حتى يتمكن الجانب الأيمن من أداء عملية الرمي والتخلص.
- الارتخاء : يجب أن يقذف القرص دون تصلب أو تشنج فالرميات البعيدة تؤدى بسلاسة وبدون عنف.

– المحاضرة رقم (11) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة دفع الجلة

– قواعد وقوانين ميدان المسابقة :

تنفذ فعالية دفع الكرة الحديدية من دائرة يبلغ قطرها 7 أقدام (**2,135م**) تثبت أمامها لوحة إيقاف يبلغ عرضها (**10سم**) وطولها (**122سم**) تطلى باللون الأبيض , تصنع هذه الدائرة من الحديد وتصب أرضها بمادة صلبة من الإسفلت أو الكونكريت ويجب أن لا يكون سطحها أملساً تماماً , كما وترتفع حافة الدائرة الحديدية عن الأرض داخلها بحدود **2 سم** , بينما يبلغ ارتفاع اللوحة فوق الحافة الأمامية للدائرة بحدود **10 سم** أيضاً . أما ألأرض المخصصة لسقوط الأداة فيجب أن تكون من التراب أو الحشيش وبنفس مستوى أرض الدائرة الداخلية , والتي يمكن للأداة أن تترك عليها أثراً أثناء السقوط . كما وتحدد بخطين جانبيين يطلق عليهما بخطي قطاع الدفع يبلغ عرضهما 5 سم , وتحدد زاوية هذا القطاع بحدود (**40 درجة**)

يبلغ وزن الكرة الحديدية لمسابقة الرجال (**7,260كغم**) وللنساء (**4,00كغم**) . وعلى اللجنة المنظمة للبطولة تهيئة عدد من الكرات الحديدية وبأحجام مختلفة تناسب جميع المشاركين . ولا يحق للمتسابق أن يستخدم أداته الخاصة إلا إذا تمت مصادقة اللجنة عليها ثم وضعها مع بقية الكرات لاستخدامها من قبل أي متسابق آخر بالبطولة.

– تجهز المسابقة بوعاء يوضع فيه (المغنزيوم) لاستخدامه على اليد , كما يجهز ميدان السباق بساعة توضح زمن أداء المحاولة بين المناداة والبدء بها , كما يجهز الميدان بلوحة ومن أي نوع كان يدوية أو كهربائية لأجل إعلان دور المتسابقين بالمحاولات ثم إعلان نتيجة تلك المحاولة.

إمساك كرة الجلّة وطريقة حملها: توجد ثلاث طرقٍ لإمساك الكرة، ويجرّب اللاعب عادةً الطّرق الثّلاث؛ حتّى يستقرّ على الطريقة التي تناسبه، وهذه الطرق هي :

– وضع أصابع اليد الثّلاثة الوسطى خلف الكرة، وإسناد الكرة بواسطة إصبعي الإبهام والبنصر من جانبيْها.

– الطريقة السّابقة نفسها، ولكن يكون أصبع البنصر مشاركاً في عمليّة الدّفع .

– نشر الأصابع خلف الكرة باتّزانٍ، ولكنّ هذه الطريقة ضعيفة.

❖ وضع الكرة :

– توضَع الكرة فوق الترقوة وتحت الفكّ الأيمن؛ في حال إمساك الكرة باليد اليُمنى.

العضلات المُستخدَمة في رياضة رمي الجُلّة :

عضلات السّاقين: تُثبِّت عضلات السّاقين الرّامي في الأرض، وتَضمَن توازُنه، بالإضافة إلى أنّها عامِلٌ رئيسيٌّ في دَفع الكُرة بقوّةٍ. عضلات الوَسَط (بالإنجليزيّة :(Core muscles تُعدّ هذه العضلات مُهمّةً في دوران الرّامي، وإبقاء الجِسم مُستقيماً وصلباً أثناء الرّمي. عضلات الصّدر: يأتي دور هذه العضلات عِند الرّمي، ومَدّ الذّراع. عضلات الكتف والذّراعين: تُعدّ هذه العَضلات مُهمّةً في تحديد قوّة الرَّمية عند مدّ الذّراع للرّمي .

تكنيك دفع الكرة الحديدية :

يستخدم حالياً نوعين من أساليب أو تكنيك دفع الكرة الحديدية من قبل الأبطال من الرجال والنساء وهما تكنيك أوبراين أو الزحلقة , وتكنيك باريشنيكوف أو الدوران . لقد كان دفع الكرة الحديدية يتم من الوضع الجانبي , حيث يتحرك المتسابق فيه من مؤخرة الدائرة إلى مقدمتها على طريقة وثب واطئه جانبية ثم يقوم بدفع الكرة الحديدية بحركة لف جذعه ثم مد ذراعه ليتركها أماماً عالياً . أما مكتشف طريقة الزحلقة فهو البطل الأولمبي الأمريكي (باري أوبراين) وذلك عام 1951م . لقد أخترع هذا التكنيك الذي سمي باسمه أيضاً , حيث يقف وظهره باتجاه قطاع الدفع , ويقوم بالتحرك خلفاً بطريقة الدفع والزحلقة ثم يدور 180 درجة ليدفع الكرة فيها أماماً عالياً من مقدمة الدائرة.

– أما تكنيك الدوران فقد ظهر لول مرة عام 1972م بواسطة الروسي (الكسندر باريشنيكوف) , لقد حطم به الرقم العالمي آنذاك بتكنيكه الجديد وتخطى حاجز مسافة 22م لأول مرة بالتاريخ , وبذلك عد باريشنيكوف مخترعاً لتكنيك الدوران بدفع الكرة الحديدية وهذه الطريقة مشابهة إلى حد ما تكنيك رمي القرص بالدوران . حيث يقف وظهره باتجاه قطاع الدفع أيضاً , ثم يقوم بلف

جذعه والدوران حول رجل اليسار للشخص اليمناوي ليضع قدم اليمين وسط الدائرة ثم يكمل دوران جسمه ليضع قدم اليسار في مقدمة الدائرة ويدفع الأداة بحركة جذع وأكتاف قوية . لقد ارتفع عدد الرياضيين في فعالية دفع الكرة الحديدية في السنوات الأخيرة من الذين يستخدمون تكنيك الدوران , ففي بطولة العالم في برلين 2009م , لقد قام 5 متسابقين من أفضل 8 بالعالم باستخدام تكنيك الدوران في مسابقة الرجال . أما في مسابقة النساء فقد استخدمت 7 من أفضل 8 في نهائي المسابقة تكنيك الزحلقة.

الشروط الميكانيكية للأداء الفني لدفع الثقل:

– إن التحليل الميكانيكي لأداء دفع الثقل يعتمد على المكونات الخاصة بهذه الفعالية لهذا وجب علينا التطرق إلى الشروط الميكانيكية المصاحبة للأداء وعن طبيعة الأداء الفني لهذه الفعالية لعلاقة هذا الأداء المترابطة والكبيرة مع مختلف الشروط الميكانيكية من أجل إيضاح أثر هذه الشروط في تحقيق الأداء الفني الصحيح.

– إن فعالية دفع الثقل إحدى الفعاليات التي تخضع لعدد كبير من الاعتبارات الميكانيكية والتي تقرر إلى حد كبير المسافة الأفقية التي يتم تحقيقها وبذلك نورد تأثير النواحي البيوميكانيكية في هذه الفعالية حسب تسلسل المراحل التي يمر بها الرامي أثناء الأداء ولأهمية القوانين الميكانيكية التي تحدد المسافة والزمن الذي يستغرقه المقذوف وان من أهم الأسس الميكانيكية التي تحدد المسافة التي يقطعها الثقل هي :

– سرعة الانطلاق .

– زاوية الانطلاق .

– ارتفاع نقطة الانطلاق .

أما الأداء الفني في فعالية دفع الثقل فهو معقد ويعتمد على خصائص الميكانيكا الحيوية ذات الجوانب المتعددة السرعة الابتدائية لطيران الأداة وزاوية طيران الثقل وارتفاع نقطة الانطلاق والمسار الحركي وعلى الخصائص الحركية التي تعتمد على الثقل الحركي الجيد للقوة والقوة الدافعة وعزم القوة الدافعة.

– تكنيك الزحلقة أوبراين:

مسك الكرة والوقفة الابتدائية:

بطريقة الزحلقة يمسك الرياضي اليمناوي الكرة بسلاميات أصابع اليد اليمنى بحيث تحيط أصابع يده الكرة من نصفها الخلفي ويضعها أمام خط كتفه الأيمن ملامسة لرقبته وتتجه راحة يده أماماً , ثم يقف في نهاية الدائرة وظهره مواجهاً قطاع الدفع بحيث يقف معتدلاً تماماً على رجله اليمنى واضعاً مقدمة قدمه اليسرى خلف قدمه اليمنى وفوق الأرض , رافعاً ذراعه الأيسر عالياً أماماً , ويتجه مرفق ذراعه الأيمن جانباً عالياً , بينما يبقى رأسه معتدلاً ونظره إلى الخلف.

- الحركات التحضيرية المسبقة:

بطريقة الزحلقة وبعد المسك والوقوف باعتدال يبدأ الرياضي بحركة انثناء بالركبتين والجذع أماماً أولاً هابطاً بذراعه الأيسر للأسفل وحتى يصل وضعاً متكوراً تقريباً بالجسم تقترب فيه مراكز ثقل الأطراف من مركز ثقل الجسم ومتحفزاً لمرحلة الدفع . وفي هذه المرحلة يقوم بعض الرياضيين بإجراء مرجحة خلفية برجل اليسار بحيث ترتفع عن الأرض إلى مستوى الظهر ثم تنسحب مرة أخرى إلى الداخل وإلى وضع التكور ثانية.

- الزحلقة من الخلف عبر الدائرة

بطريقة الزحلقة وبعد مرحلة التكور السابقة يقوم الرياضي بحركة دفع قوية برجل اليمين للأرض مع حركة رفس قوية بنفس الوقت برجل اليسار خلفاً , ثم القيام بسحب رجل اليمين من مكانها في نهاية الدائرة لوضعها في منتصفها على شكل زحلقة خلفية بتماس مع سطح الأرض أو بترك سطح الأرض قليلاً ولكن بدون حركة وثب , توضع قدم اليمين بمنتصف الدائرة بعد أن يتم تدوير الحوض في نهاية هذه الحركة بحيث تتجه قدم اليمين لليسار بحدود 45 درجة , ويرتفع الجسم قليلاً من وضعه المتكور سابقاً بينما يبقى النظر والأكتاف خلفاً ويصل الرياضي نهاية هذه المرحلة عندما يقوم بوضع قدمه اليسرى في مقدمة الدائرة بتماس مع لوحة الإيقاف الأمامية , وغالباً ما يصطدم الرياضي الجيد باللوح نتيجة حركته القوية ليستفاد من هذا التوقف المفاجئ والسريع لأجل إتمام المرحلة التالية بفعالية كبيرة.

- الوضع النهائي وحركة الدفع

بطريقة الزحلقة تنتهي مرحلة الانتقال عبر الدائرة في لحظة وضع القدم اليسرى ضد لوحة الإيقاف الأمامية لتبدأ المرحلة الرئيسية والمهمة من المراحل التكنيكية في دفع الكرة الحديدية , حيث يبدأ الرياضي هذه المرحلة بدفع قوي من الرجل اليمنى للأرض مع دوران الحوض

والأكتاف بحدود 180 درجة ليرفع جذعه وليتجه الصدر أماماً عالياً , ثم يكتمل دفع الأرض القوي بالرجلين سوية مع القيام بدفع الكرة من مكانها أماماً عالياً باستخدام كامل مفاصل وعضلات الجسم وفي آن واحد لتترك القدمين سطح الأرض فيها , وفي هذه المرحلة يقوم الرياضي باستخدام الذراع اليسرى جيداً للمساعدة في سرعة تدوير الجذع أماماً وإسناد كامل الحركة . وتبلغ زاوية انطلاق الكرة الحديدية في هذا التكنيك بحدود 40 درجة , وتصل سرعة انطلاقها 14-15 م/ث لدى الأبطال.

- التبديل والاتزان النهائي :

بطريقة الزحلقة تعد المرحلة النهائية التي يحاول بها الرياضي المحافظة على اتزانه وعدم القيام بخطأ الخروج من الدائرة , وتبدأ هذه المرحلة لحظة ترك الرياضي الأرض بقدميه وترك الكرة الحديدية من يده , حيث يقوم بعملية تبديل بالرجلين ليقدم رجل اليمين ويؤخر رجل اليسار خلف لوحة الإيقاف مع انحناء بسيط بالجسم أماماً , كما عليه تجنب دوران الجسم والمحافظة على نظره باتجاه الكرة حتى تهبط أرضاً ثم يترك الدائرة بهدوء من النصف الخلفي لها.

- تكنيك الدوران باريشنيكوف :

المسك والوقفة الابتدائية :

في طريقة الدوران يمسك الرياضي الكرة الحديدية كما في الطريقة السابقة بسلاميات أصابع يده اليمنى إذا كان يمناوي , ثم يضعها فوق خط كتفه الأيمن ومباشرة تحت الأذن اليمنى ملاصقة للرقبة بحيث تتجه راحة كفه قليلا للأمام والأعلى , ويبتعد مرفق ذراع اليمين جانباً بينما يرفع الذراع الحرة اليسرى بانثناء أمام الصدر بارتخاء تام . ويقف بقدمين مفتوحتين جيداً بمسافة عرض الكتفين والظهر باتجاه قطاع الدفع مع انثناء بسيط بالركبتين.

- التحضير المسبق للدوران :

قبل البدء بطريقة الدوران يقوم الرياضي بنقل ثقل جسمه على الرجل اليمنى مع لف جذعه ورأسه أيضاً جيداً نحو الجهة اليمنى مع رفع كعب قدمه اليسرى وتدويرها لليمين . ويتجنب الرياضي في هذه الحركة التحضيرية الانحناء كثيراً للأمام بل يحاول المحافظة على جذعه في وضع جالس لكي يعمل على الحصول على الالتواء اللازم بالجسم في هذه المرحلة.

- مرحلة الدوران والانتقال

في طريقة الدوران هذه وبعد المرحلة التحضيرية , ينقل الرياضي ثقل جسمه مباشرة فوق الرجل اليسرى ويبدأ مرحلة الدوران بلف رأسه مع ذراعه الحرة أولاً نحو اليسار , ثم يتجه بنظره إلى مقدمة الدائرة ليكمل دوران جسمه بحركة دوران مشابهة لحركة الدوران برمي القرص , أي بعد أن يلف الرأس والذراع اليسرى يدفع الأرض بالقدم اليمنى وينقلها حول الرجل اليسرى التي تعمل كرجل ارتكاز ومحور دوران للجسم ككل . أما نقل الحركة هذه فيتم بتزايد كبير بالسرعة من خلال مرجحة الرجل اليمنى حول الرجل اليسرى ثم وضعها في منتصف الدائرة , ثم تكملة دوران الجسم لأجل وضع الرجل اليسرى في مقدمة الدائرة ضد لوحة الإيقاف , وفي هذه اللحظة تنتهي هذه المرحلة من تكنيك الدوران.

- الوضع النهائي وحركة الدفع :

في طريقة الدوران تكون هذه المرحلة قصيرة وسريعة جداً , وطريق تعجيل الأداء قصير أيضاً , ويبدأ الوضع النهائي هذا لحظة وضع القدم اليسرى ضد لوحة الإيقاف أي أمام الدائرة بحيث يكون الرياضي في وضع ملتوي يتقاطع فيه محور الكتف مع محور الحوض تماماً ويتجه نظر الرياضي فيه خلفاً و ثم يبدأ حركة الدفع من استمرارية دوران الجسم أي حركة دوران الحوض تسبق حركة دوران الجذع لكي يواجه الرياضي قطاع الدفع بالصدر أولاً ثم يقوم بحركة دفع سريعة وقوية بكامل أقسام الجسم , أي بالرجلين والجذع والذراع مع ترك قوي وواضح لأرض الدائرة , وتترك الكرة الحديدية يد الرياضي بحركة رسغ قوية ونهائية , وتبلغ زاوية الانطلاق لدى أبطال العالم أقل من 40 درجة , أما سرعة الانطلاق فتبلغ هنا أيضاً 14-15م/ث.

- التبديل والاتزان النهائي

في طريقة الدوران تتم هذه المرحلة بسرعة أيضاً وذلك بعد أن يترك الرياضي الأرض أثناء الدفع النهائي للكرة ويفقد اتصاله مع الأرض يحاول بعدها أن يبدل الرجلين وتخفيف السرعة من خلال دوران الجسم أيضاً حول نفسه أي يقدم الرجل اليمنى ويؤخر اليسرى ثم يكمل دوران جسمه بعد أن يخفض مركز ثقله قليلاً للأسفل .

- المحاضرة رقم (12) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة رمي الرمح

في مسابقة رمي الرمح يمكننا تمييز المراحل التالية، علما بان هذا التميز نظري، وخلال عملية الرمح تتداخل المراحل المختلفة لتكون حركة انسيابية واحدة.

مراحل الرمي هي:

1- مسك الرمح.

2- حمل الرمح.

3- الاقتراب.

4- السحب.

5- الهبوط في وضع الرمي.

6- اندفاع الرمي.

7- رمي الرمح الفعلي.

8- التوازن.

1-الأسس الميكانيكية لرمي الرمح :

رياضة تقليدية قديمة، الرياضي الذي يمارسها يستخدم علاوة على القوة الناتجة عن الدوران، قوة التحول، أي قوة الدفع التي تنتقل إلى الرمح بتأثير سرعة الجسم والذراع، وهو يبدأ يعدو سريع لمسافة حوالي 30 متر، وعندما يصل المتسابق إلى موضع الرمي، يبدأ في إبطاء عدوه، بينما يتراجع الذراع والكتف الحاملان للرمح إلى أقصى حد إلى الخلف، وباستدارة عنيفة، وبدفعة قوية بالجذع والذراع، يلقي المتسابق الرمح. يصنع الرمح من المعدن، ويكون طرفه منتهيا بقطعة معدنية مدببة ويبلغ طول الرمح 2.60 متر، ويصل وزنه 800 جرام.

2-العوامل الأساسية الميكانيكية التي تحدد المسافة في فعالية رمي الرمح :

ا- سرعة الانطلاق :

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل في مسابقة رمي الرمح ويتميز تكنيك الرامي الناجح بان يبذل الرامي كل قواه العضلية لتحقيق اكبر مسافة ولأقصر مدة من الزمن لان سرعة خروج الأداة تتعامل مع محصلة القوى المبذولة في الاتجاهات المختلفة التي يقوم بها اللاعب في حركة مد الرجلين والجذع والذراع الرامية للأداة .فكلما كانت سرعة انطلاق الأداة كبيره زادت المسافة التي يرمى بها الرمح ، وتعرف سرعة الانطلاق بأنها المتغير الأكثر ارتباطاً بمسافة الرمي ، فالسرعة الخطية للرمح لحظة الانطلاق (التحرر) تعتمد على مقدار ونوع التحول الذي يحدث في القدرة من جسم اللاعب للطرف العلوي ثم للرمح " وهذه السرعة عبارة عن التعجيل ألتزايدي التي تكتسبها الأداة إثناء مسارها من خلال سحبها من ابعد نقطة من الامتداد للخلف إلى لحظة خروج الأداة من يد الرامي نعتبرها طول مسافة التعجيل ، ويقدر هذا الشغل بالنسبة لما قامت به العضلات كحاصل ضرب القوة في الإزاحة.

الشغل المبذول =القوة × الإزاحة

أما مقدار القوة التي يمكن إن يستغلها اللاعب للرمي فترتبط بمقدار تعجيل الحركة التي قام بها

القوه = الكتلة × التعجيل

لذلك يجب إن تتوافر في لاعب الرمي صفات جسمانية معينه أهمها القوة العضلية الممثلة في مقدار قوة الدفع التي يمكن إن تتوافر عند المتسابقين ذوي الوزن الثقيل إذ إن مسابقات الرمي تعتمد على مقدار الكتلة.

والقوة المستخدمة في فعاليات الرمي يجب تحديدها وفقآ لما يلي:

- يجب إن تكون القوة المستخدمة في الرمي في الاتجاه المناسب الذي يمكن إن نحصل منه على الزاوية المناسبة وفقاً للمعادلة المعروفة للمقذوفات حيث إن زاوية انطلاق الأداة احد العوامل في هذه المعادلة.

– تبذل القوى الجسمانية المختلفة في توافق زمني محدد (تتابع معين وتوقيت صحيح) حيث إن الدقة في إثناء الأداء تؤدي إلى نتائج أفضل بالإضافة إلى عامل الدقة في التوقيت.

ولكي تكتسب الأداة السرعة القصوى يجب إن تعمل روافع الجسم على الحركة في الاتجاه الصحيح ذلك لان الحركة السريعة التي تقوم بها روافع الجسم تمكنها من الحصول على أقصى قوة فعاله.

– إن التكنيك في الرمي يتأثر بقوة احتكاك القدم الخلفية بالأرض إلى إن تنتهي الذراع من الرمي وبذلك تصبح الأرض قاعدة للحصول على اكبر مقدار لرد الفعل لحركة القدمين وفي لحظة دفع القدم الخلفية للأرض وانتهاء الدفع الأعلى بالذراع يدفع رد الفعل لليد الأمامية للتحرك للأمام فتكون رد فعل الأرض وبذلك يسمح ببذل أقصى قوة للرمي.

– للحصول على أقصى سرعه إثناء ترك الأداة يجب إن يغلب للاعب ويسيطر على مقاومة الأرض إثناء إجراء عملية رمي الرمح فتكون فعالية القدم الخلفية معدومة بعد إن تؤدي وظيفتها في الدفع أو يكون الاحتكاك بالأرض بواسطة القدم المتقدمة ومن الأهمية بمكان إن تأخذ في الاعتبار سلامة التوقيت لانتهاء فاعلية القدم الخلفية بالنسبة لحركة الذراع وبذلك تتضح لنا كيفية استمرار أقصى قوة أفقيه يمكن للأداة الحصول عليها.

وان هذا القانون يحدد العلاقة المهمة بين مسافة الانجاز وسرعة انطلاق الرمح إذ تتناسب مسافة الانجاز تناسباً طردياً مع مربع سرعة الانطلاق ،وبذلك يحدد هذا القانون الأهمية الأولى في تحقيق اكبر مسافة انجاز ترجع إلى سرعة بداية الانطلاق.

ويؤكد عدد من الباحثين تلك الحقائق العلمية ميدانياً في دراسة على أبطال العالم 1995،إن البطل **zelezny** قد سجل مسافة انجاز 89,58م وكانت سرعة انطلاق الرمح 31,5م /ث والبطل **Backley** سجل مسافة (86,30) وكانت سرعة انطلاق الرمح (30,1) ، وجاء في دراسة وكوبر (1984) في نهائيات الألعاب الاولمبية في لوس أنجلس ،إن الرجال حققوا سرعات انطلاق أكثر من (29,12)م/ثا وان هناك ارتباطاً مهماً بين سرعة انطلاق الرمح ومسافة الانجاز ، وكذلك الدراسة التي أجرتها جامعة فالنسيا على السبعة الأوائل من لاعبي رمي الرمح في بطولة العالم عام (1999) ، حيث أن اللاعب صاحب المركز

الأول**parvianenk**رمى لمسافة (89.52) وبسرعة انطلاق (29.70) ، أما اللاعب صاحب المركز السابع**Backley**رمى لمسافة (83.84) وبسرعة انطلاق (28.50)

ب- زاوية خروج الأداة زاوية الانطلاق: ليست السرعة القصوى للأداة عند انطلاقها فقط هو ما يلزم لدفعها إلى ابعد مسافة ممكنه بل هناك عامل أخر يلعب دوراً مكملاً في زيادة طول هذه المسافة وهو انطلاق الأداة بزاوية معينه "وزاوية الانطلاق هي الزاوية المحصورة بين مسار مركز ثقل الرمح و الخط الأفقي عند نقطة انطلاقه لحظة ترك الرمح من يد الرامي ".وان انسب زاوية تعطي ابعد مسافة ممكنه هي زاوية 45 درجه نتيجة لنظرية القذائف من الأسطح المستوية الممثلة.

وبما إن الزاوية المثالية للأجسام المقذوفة للحصول على أفضل مسافة انجاز هي زاوية (45)عندما يكون مستوى الانطلاق والهبوط واحد،أي إن قيمة ظل الزاوية يساوي (1) أي النسبة بين سرعة المركبة العمودية والأفقية يساوي (1) "ظل الزاوية المحصورة بين المحصلة والاتجاه الأفقي يساوي النسبة بين مجموع المحللات الرأسية والمجموع الجبري للمحللات الأفقية.

"وهذه الزاوية تعتبر مثالية فعلاً إذا ما توافر كل من انعدام تأثير مقاومة الهواء وتساوي سطحي الانطلاق والهبوط ، أما إذا كان سطح الانطلاق في مستوى اعلي من سطح الهبوط كما هو الحال في فعالية رمي الرمح ، فان الأمر يحتاج إلى زاوية اقل من النظرية المثالية ،ولكن كيف يمكن تحديد هذه الزاوية ؟ في الحقيقة يتدخل عاملين رئيسيين في تحديد الزاوية المناسبة أولهما هو مقدار الفرق بين ارتفاع نقطة الانطلاق وارتفاع سطح الهبوط ، فكلما زاد هذا الفرق ،كلما احتاج ذلك إلى زاوية انطلاق اقل لكي تكون الزاوية مثالية ، أما العامل الثاني فهو سرعة الانطلاق للأداة ، ففي حالة ثبات باقي المتغيرات يمكن القول انه كلما زادت سرعة الانطلاق كلما احتاج ذلك لزاوية انطلاق اقل من (45)درجة.

ج- ارتفاع نقطة التخلص الانطلاق :

إن ارتفاع نقطة الانطلاق يعني وجود مسار لجسم مقذوف من سطح يعلو سطح الهبوط كما في فعالية رمي الرمح حيث يحدد هذا الارتفاع طول اللاعب وارتفاع نقطة القذف حيث يعتمد ارتفاع مركز ثقل الأداة المقذوفة على طول اللاعب الذي يؤدي المهارة وفي إي وضع يتم قذف

الأداة (من اعلي الرأس ومن جانب الجسم في مستوى الكتف) وغالباً ما تكون نقطة الهبوط هي الأرض.

ويعتبر قياس ارتفاع الانطلاق معياراً لفعالية الامتداد التي يحققها اللاعب بالنسبة لطوله الطبيعي وذلك عن طريق ميل الجذع للخلف بالإضافة إلى زاوية ركبة الرجل الأمامية خلال مرحلة التخلص (الرمي) فاللاعب يحاول أن يحقق الرمي من أعلى ارتفاع ممكن بما يسمح طوله مع الاحتفاظ باتصال القدم بالأرض

وكلما زاد الفرق بين مستوى الانطلاق ومستوى الهبوط زاد زمن الطيران للأداة ،وبالتالي زادت فرصة حركتها تحت تأثير المركبة الأفقية للسرعة ،فتزيد بذلك المسافة الأفقية الإضافية التي تحققها ، وعلى ذلك فان اللاعب الأطول يكتسب ميزة أوتوماتيكية في الرمي عنه في اللاعب الأقصر ،حتى إذا تساوت سرعة الرمي في كلتا الحالتين كما سوف نلاحظ إن الزاوية النموذجية لرمي الأداة لم تصبح (45) كالحالة السابقة بتساوي مستويي الانطلاق والهبوط ، وان الزاوية (40) حققت مسافة أفقية اكبر ، وهذا يعني انه كلما زاد الفرق بين كلا المستويين أدى ذلك إلى تغير مقدار الزاوية النموذجية لتحقيق اكبر مسافة أفقية اكبر.

ففي حالة تساوي كل من ارتفاع نقطة الانطلاق وزاوية الانطلاق عند الرمي لأداتين فان الأداة الأسرع سوف تحقق مسافة أفقية اكبر ، وعلى ذلك فاللاعب يجب إن يرمي الأداة بسرعة اكبر ليضمن تحقيق هذه المسافة ،لأنه في الحقيقة تؤدي السرعة إلى زيادة كبيرة في المسافة الأفقية التي تحققها الأداة أكثر منها في حالة زيادة الفرق بين نقطة الانطلاق ونقطة الهبوط ، ولكل ارتفاع وسرعة انطلاق زاوية نموذجية محدده تحقق للمقذوف أقصى مسافة أفقية ممكنة ،فكلما زاد الفرق بين مستويي الانطلاق والهبوط قل مقدار الزاوية التي يمكن اعتبارها الزاوية النموذجية ، وكلما زادت سرعة الانطلاق زاد مقدار الزاوية ، وإذا غير اللاعب من ارتفاع انطلاق الأداة أو سرعتها فان الزاوية التي يرمي بها اللاعب يجب إن تتغير تلقائياً في ضوء ما تم ذكره ،لذا يلاحظ اختلاف زوايا الرمي باختلاف اللاعبين ، ولكل لاعب زاويته المناسبة والتي تحقق مع سرعة الرمي وارتفاع الأداة لحظة انطلاقها أفضل مسافة أفقية ممكنة ، ولكن يجب إن نضع في الاعتبار إن حديثنا عن النموذجية أو المثالية بالنسبة لزاوية الانطلاق يجب إن يكون في ضوء كل من سرعة الانطلاق وارتفاع نقطة الانطلاق.

وان هذه المسألة أعقد من إن نتناولها بهذه البساطة ، في مكانيزم التعامل مع هذه المتغيرات يعتبر من أكثر المشكلات التي تعترض سبيل تحقيق التقدم في المستويات العليا ، وتعتبر العوامل المرتبطة بالزاوية المثالية للانطلاق وسرعات الانطلاق من الأمور المهمة جداً في التدريب ، حيث ترتبط بأطوال اللاعبين وقدراتهم العضلية وتتطلب مرونة عالية في التنفيذ لارتباطها بالتغير الذي يطرأ على حالة اللاعبين بين كل محاولة وأخرى لتباين الظروف المتداخلة في نجاح الأداء

د- قوة مقاومة الهواء : إن فعالية رمي الرمح تتأثر بشكل كبير بالعوامل الهوائية وبذلك لا يمكن تحديد زاوية الانطلاق بدون الأخذ بالنظر تلك العوامل فقد تختلف الزاوية عندما يكون اتجاه الريح بنفس اتجاه الرمح عنها إذا كانت الريح عكس اتجاه الرمح ، وبشكل عام فان الريح المواجه للرمح يتحلل إلى مركبتين يعتمد مقدار المركبات على مقدار الزاوية التي ينطلق بها الرمح وكذلك على سرعة انطلاقه فتسمى ألمركبه ألرأسيه والتي ترفع الرمح إلى الأعلى مركبة (الرفع) بينما تمثل المركبة التي تسحب الرمح إلى الخلف مركبة (السحب) وتعتمد ألنسبه بين هاتين المركبتين على زاوية الهجوم ،وطبقاً لبحوث توتا فتش إن زاوية انطلاق الرمح في الظروف الاعتيادية تكون بين (37-38) وعند الرمي بريح معاكسة بين (37-39) وبريح مصاحبة (39-40)

هـ- قوة الجاذبية الأرضية : كما هو معلوم إن الجاذبية الأرضية ذات تأثير كبير على حركة الأجسام المقذوفة في الهواء ، والجاذبية تسحب الأجسام باتجاه مركز الكره الأرضية عند تحليقها في الهواء ، والأجسام عند قذفها في الهواء بالاتجاه البعيد عن مركز الكره الأرضية فإنها تفقد أو تقل من سرعتها بمعدل (9.8 ثا/م) لكل ثانية تقضيها حركتها في الهواء . وتصل هذه الأجسام إلى نقطة معينة تتوقف بها حركة الجسم المقذوف ويطاق عليها بالنقطة الميتة والتي تكون فيها السرعة صفر ، ومن هذه النقطة تبدأ الأجسام بالعودة إلى الأرض وتزداد سرعتها تدريجياً في الهبوط بمعدل (9.8ثا/م) لكل ثانية إلى إن يصل الأرض وتتوقف سرعته

❖ **المتغيرات الكينماتيكية المقاسة و التي عل أساسها تحدد أسباب تحقيق الأرقام القياسية :**

وهي أهم المتغيرات الكينماتيكية التي يمكن الاستدلال بها لغرض التقييم.

1- السرعة خلال الخطوات الإيقاعية : وهي ناتج قسمة مسافة معينة على الزمن المستغرق أثناء أداء الخطوات الإيقاعية.

حيث : السرعة = المسافة م \ الزمن ثا

2- طول خطوة الرمي: وهي طول الخطوة الأخيرة أي خطوة الرمي.

3- زمن خطوة الرمي: وهو الزمن المحصور بين لحظة اتصال القدم اليمنى الخلفية بالأرض و لحين وضع القدم اليسرى الأمامية بالأرض.

4- سرعة انطلاق الرمح: هي سرعة الانطلاق لحظة ترك يد الرامي للرمح.

5- زاوية انطلاق الرمح: وهي الزاوية المحصورة بين الخط الأفقي المار بمركز ثقل الرمح و الموازي لسطح الأرض لحظة ترك الرمح ون يد الرامي مع مسار مركز ثقل الرمح في الهواء.

6- ارتفاع نقطة انطلاق الرمح :هي المسافة العمودية بين يد اللاعب الرامية للرمح و سطح الأرض.

7- المسافة قبل الرمي : وهي المسافة بين رجل الارتكاز و خط الفاول قبل الرمي .

8- المسافة المقطوعة للرمح أي الانجاز الرقمي : هي المسافة بين الحافة الداخلية لخط الإيقاف إلى اقرب نقطة لأول مس لرأس الرمح في الأرض في المحاولات الناجحة.

- المحاضرة رقم (13) :

التحليل البيوميكانيكي لمهارة ركل كرة القدم

إن الأداء الفني لأي من المهارات الرياضية هو عبارة عن نظام حركي أو جملة حركية تتكون من العديد من المتغيرات البايوميكانيكية التي تعمل معا بتناسق وتوافق وثبات لوصول الحركة إلى المرحلة الآلية في الحركة (اتوماتيكية الأداء)كما يجب الإشارة إليه بأنه ليس بالسهولة الوصول إلى المرحلة العليا من الأداء الجيد والثبات الذي يمر بمراحل عديدة لتهذب وتصحح الأخطاء للوصول إلى البرنامج الحركي الجيد حتى في وجود الضغط للمنافس عندها يمكن القول أن المهارة جيدة . ومن تم الاقتصاد بالجهد المبذول للأداء الحركي الجيد مع ثبات نسبي للأداء تحت ظروف وجود المتغيرات المرتبطة بالأداء وان معرفة الأداء الفني لمهارة ركل الكرة والتي تعتبر من أكثر المهارات الفنية استخداما وأهمية في كرة القدم بل لو أراد الفريق أن يلعب كرة قدم حديثة علمية في استغلال حيازة الكرة ومن ثم تطبيق الأسس المهارية والخططية للفوز بالمباراة ففي كاس العالم 2010 في جنوب أفريقيا كانت نسبة 93% من الفرق الفائزة كانت هي الأكثر حيازة للكرة وإذا أردنا التحدث عن مهارة ركل الكرة يجب أن ندرس كينماتيكية وكينيكية الأداء .

- التركيب الكينماتيكية للحركة :

وتكون متمثلة بالعوامل المكانية و الزمنية مثلاً في المسار الحركي لمركز كتلة الجسم العام وأجزائه وتعتمد على التحليل الكينماتيكية لمراحل الفعل الحركي فكل حركة يقوم بها اللاعب تتكون من السرعة –التعجيل– مركز كتلة الجسم العام أو أجزائه (القدم والجذع ووضعية الجسم) وكذلك طيران الكرة والعوامل المؤثرة عليها منها حجم ونوعية الكرة أرضية الملعب ومكان ركل الكرة والسرعة الزاوية للرجل و...الخ.

- التركيب الكينتيكي للحركة :

وهذا يوضح العلاقة الفعلية بين أجزاء الجسم كسلسة حركية بعضها مع بعضها الآخر وعلاقتها مع القوة الخارجية(عمل القوى، الإيجابي والسلبي) الفعل المتبادل بين الجسم والارتكاز مع الكرة.

– وإن الثبات في تنفيذ الأداء الفني يعد شرطاً مهماً أثناء اللعب للوصول إلى التفوق وتخطي العوائق والصعوبات أثناء أداء العمل الحركي ولاسيما في المرحلة الأساسية في مهارة ركل الكرة.

– إن معرفة تلك القيم المحددة للأداء والتي يجب أن تكون واضحة وعلى قدر كبير من الإدراك لمدى أهميتها من المدربين واللاعبين حتى لو لم تتوفر على مستوى عالٍ ولكن لابد أن تتوفر على المستوى المحلي على الأقل لكي يتسنى لنا التدريب للمراحل الأساسية ووفقاً لتلك القيم وصولاً إلى أفضل أداء فني

– أن المميزات البايوميكانيكية التي تتميز بأداء اللاعب عند تحقيقه الهدف الميكانيكي الأساسي وهو وصول اللاعب إلى درجة عالية من معرفة المتغيرات البايوميكانيكية التي تؤثر بالحركة من حيث مسافة الاقتراب والتعجيل ومكان اتصال القدم بالكرة والسرعة الزاوية المستخدمة للرجل الراكلة ووضعية والجذع المناسبة لكل نوع من أنواع الركلات والتي تتناسب بها الدقة تناسبا طريا مع قوة وسرعة ركل الكرة وكذلك الشغل المنجز والاحتكاك ومقاومة الهواء ووزن الكرة وحتى نوعية الحذاء الذي يرتديه اللاعب والقوة الداخلية والخارجية ... وغيرها تؤدي إلى رفع المستوى المهاري للاعب من حيث التكنيك وأداء هذه المهارة بشكل ألي وسريع والتي تتطور لدى اللاعب من خلال التدريب المكثف والمتواصل.

– إن مهارة ركل الكرة تتم بفترة تحضيرية صغيرة أو اكبر حسب متطلبات الأداء أو وجود اللاعب المنافس وتنفذ سواء كانت الكرة ثابتة أو متحركة ولزيادة قوة الركلة يلجأ اللاعب إلى زيادة السرعة الزاوية للرجل الراكلة واختيار المكان المناسب لاتصال القدم بالكرة ومساحة اتصال القدم بالكرة وزمن اتصال القدم بالكرة ووضعية جسم اللاعب وبالتالي زيادة سرعته ويلجأ اللاعب إلى وضع رجل الاستناد ومكانها إلى جانب الكرة أماما أو خلفا بحيث يكونان على مسافة مناسبة لغرض زيادة نصف قطر القصور الذاتي لأجزائها حول هذا محور الفخذ .

– وفي مرحلة ركل الكرة يحدث تصادم بين قدم اللاعب والكرة بعد إن تسبقه سرعة كبيرة للرجل الراكلة في مفصل القدم والركبة والفخذ في القسم التحضيري للحركة ، وبعد هذا التصادم الذي يعتبر القسم الرئيسي لحركة ركل الكرة تنطلق الكرة إلى الزميل أو داخل مرمى الفريق المنافس بسرعة معينة وبمسافة حسب القوة المبذولة في أثناء التصادم وتتم هذه العملية بشكل مرن ومتوافق من حيث زوايا العمل العضلي لحظة ركل الكرة إذ ترجع قوة ركل الكرة إلى ما تتميز به الرجل الراكلة من قوة عضلية وسرعة حركية زاوية عالية و إما المسار الذي تتميز الكرة به وشكل الركلة وقوتها فأما إن يكون مسار الكرة مستقيما وهذا يحدث عندما يتم ركل الكرة في مركزها وأما إن يكون دائريا وهذا يحدث عند ركل الكرة أعلى أو أسفل المركز وتأخذ الكرة بعد عملية الركل شكلها النهائي ومكانها في ملعب المنافس ويعتمد شكل الكرة على قوة الضربة فكلما كانت القوة كبيرة كلما أزداد تغير حجم الكرة وشكلها وزاوية طيرانها.

– إن ركل الكرة يتأثر بالعوامل التالية :

أ. مرجحة الرجل الراكلة.

ب. وزن الكرة والقوة المستخدمة في الركل

ج. الزخم الكلي للجسم وزمن اتصال القدم بالكرة.

د. زاوية انطلاق الكرة مكان اتصال القدم بالكرة والمساحة المعرضة للركل .

. هـ . الجاذبية الأرضية نوعية الحذاء المستخدم مكان اتصال القدم بالكرة ونوعية الجلد المستخدم في صناعة الكرة.... وغيرها.

– والتي تؤثر وبشكل فعلي على مسار للكرة وعلى أداء اللعبة، وأن التحليل الحركي هو احد العلوم التي تساهم وبشكل دقيق لمعرفة تفاصيل الجسم وحركاته وتطورها وبحاجة أيضا إلى إيجاد الدراسات البايوميكانيكية للحركات الرياضية المختلفة.

وان الدراسات العلمية لها تأثير فعال في الأداء الحركي من خلال تحليل الظواهر المؤثرة في الحركة ودراستها..

– نتيجة للتطور العلمي والتكنولوجي الكبير ساهم في تطوير الأداء المهاري حيث عمدت الدول المتقدمة إلى استحداث أساليب مهارية حديثة في مجابهة الفريق المنافس ,لقناعتها إن هذه الأساليب المهارية لأتقل أهمية عن اللياقة البدنية التي يجب إن تتقن بدرجة كبيرة وعالية لكي تسهل على اللاعب أو الفريق معرفة الجوانب الخططية سواء كانت هجومية أو دفاعية ,وهذا التطور المهاري جاء عن طريق استخدام الطرق العلمية الحديثة في القياس وتحليل الأداء الفني الذي يؤديه اللاعبون خلال مدة التدريب ,حيث تم استحداث الأجهزة الحديثة في التصوير ,وكذلك جهاز الكمبيوتر الذي أصبح له أهمية كبيرة في عملية تحليل الأداء المهاري للاعبين.

كما إن التطور الكبير للأداء المهاري لوحدة من مهارة ركل الكرة في الركلات الحرة المباشرة وعير المباشرة والقوسية منها والتي تتخذ مسارا مقوسا على شكل قوس أو متموجا للأعلى أو الأسفل والكرات المرتدة التي يصعب على حارس المرمى السيطرة عليها عند ارتطامها في الأرض وخاصة كرة القدم التي استخدمت في بطولة كاس العالم 2010

– ويشير المستوى المهاري للفريق في لعبة كرة القدم إلى حالة اللاعب في مدى تقدم الأداء المهاري سواء الأداء الفردي أو الأداء الجماعي للفريق ,والإتقان التام للمهارات الحركية

– المحاضرة رقم (14)

التحليل البيوميكانيكي لمهارة التمرير في كرة السلة

– **التحليل البيوميكانكي للتمرير** التمرير هو الانتقال الكرة من يدي اللاعب إلى أخر من نفس الفريق بالإضافة إلى تمرير الكرة على الأرض أحيانا، وحركة الكرة في طيران خلال التمرير تشبه حركة القذائف والتي تحدث في بعدين على سطح الأرض وهذا يعني عند رمي الكرة أفقيا إلى الأمام تعطيها يد اللاعب سرعة أفقية إلى أمامية، وفي الوقت ذاته تسحبها قوة الجاذبية الأرضية عموديا إلى الأسفل حيث أن الحركتين مستقيمتان فعند دفع الكرة بسرعة إلى الأمام تسقط في الوقت ذاته نحو الأرض كأي جسم يسقط عموديا نحو الأسفل بتسارع مقدار9.8هـ متر لكل ثانية.تربيع.ومن هنا يتبين لنا عند إهمال مقاومة الهواء فان الكرة تخضع تحت تأثير

قوتين هما قوة الرمي وقوة الجاذبية الأرضية المسافة التي يقطعها المقذوف تعتمد على السرعة الابتدائية للمقذوف وزاوية الرمي كما هو مبين في معادلة التالية

$R=v2\ \sin 2a/g$ .....(1)

حيث أن :

Rالمسافة التي يقطعها المقذوف

Vالسرعة الابتدائية

Aالزاوية بين حركة السرعة والمحور الأفقي

Gتسارع الجاذبية الأرضية

هذه المعادلة صحيحة إذا كانت نقطة القذف و السقوط في نفس مستوي الأرض. ولكن الحال يختلف عن رمي الكرة السلة حيث إن الكرة يتم رميها من ارتفاع فوق سطح الارض2.10 وتعود بعد فترة زمنية إلى الأرض أي بمعنى أخر نقطة الرمي والسقوط هنا ليس في مستوى واحد

على آية حال المعادلة 1تبين أن حركة الكرة في الطيران تعتمد على السرعة الابتدائية للكرة والزاوية وهذا نتيجة القوى العضلية الناتجة من الأجزاء المختلفة من الجسم اللاعب ونجاح التمرير يعتمد على إتمام عملية التمرير قبل أن يتدخل الدفاع ويقطع الكرة ومن ثم تلعب القوى العضلية والعوامل التي تم سردها مسبقا في تحديد المسافة التي تقطعها الكرة.القوى الناتجة من ثني الأصابع و الرسخ ومدى الكوع تحدد السرعة والاتجاه للكرة وبتالي المسافة التي تقطعها. أما إذا كانت هذه القوى غير فعالة على سبيل مثال في التمرير الطويلة نحتاج هنا إلى القوى الناتجة من الجذع والرجلين كقوى مساعدة. أما الارتفاع الذي ترمي منه الكرة يعتمد على نوعية التمرير وعلى الصفات البدنية للاعب وأخيرا وعند تمرير اللاعب لكرة يعطيها دوران خلفي لان ذلك يقلل من نسبة تأثير الجاذبية الأرضية على الكرة بحيث ألا تكون نسبة الدوران كبيرة لكي لا يؤثر على عملية مسك الكرة من قبل اللاعب المستقبل وهذا ما نراه عندما يعطي الرامي للكره دور ايجابي حيث يحدث إرباك للاعب المستقبل للكرة وتمرير الكرة يكون بواحدة أو باليدين معا من مستوي الصدر أو من فوق الرأس وقد اجري علمان الونس ورفني تحليلا علميا الاثنين وسبعين مباراة حيث استنتجوا أن التمرير العددية أكثر استعمالا وشيوعا وضمانا من التمرير بيد واحدا.

- المحاضرة رقم (15):

التحليل البيوميكانيكي لمهارة الإرسال في التنس

- مفهوم ضربة الإرسال في التنس :

وهي تقنية مهارية تؤدي لوضع الكرة في الملعب مع بداية كل شوط وعقب تسجيل كل نقطة يقف المرسل قبل بدء الإرسال مباشرة بكلتا قدميه ثابتتين على الأرض خلف خط القاعدة في المنطقة المحصورة بين الامتداد الوهمي لعلامة الوسط وخط الجانب يقذف المرسل الكرة بيده في الهواء في أي اتجاه ثم يضربها بمضربه قبل أن تلمس الأرض ويبدأ الإرسال عندما يأخذ المرسل وضع الاستعداد وينتهي الإرسال عندما يلامس مضربه الكرة

- أنواع ضربات الإرسال :

1- الإرسال المستقيم : بعد من الأنواع التي تتميز بالقوة والسرعة ففي أغلب الأحيان يكون هذا الإرسال خاليا من الدوران وفيه الكرة تسقط في ملعب الخصم وكأنها كبسة قوية في المنطقة الإرسال وبهذا فإن معظم اللاعبين يستخدمون هذا النوع في الضربة الأولى من الإرسال

2- الإرسال القوسي الواطئ ((التويست)) :

يتميز هذا النوع من الإرسال بالقوة والسرعة والدوران يكون وقوف اللاعب فيه بصورة جانبية وترمي الكرة إلى الجهة اليمنى من اللاعب قليلا ثم تضرب من الجهة العليا اليمنى ويكون مسار الكرة منخفضا نسبيا عند وصولها إلى منطقة إرسال اللاعب المستلم وفور سقوطها وارتدادها من الأرض تتجه إلى الجهة اليمنى من اللاعب المستلم .

3- الإرسال القوسي العالي :

يستخدم هذا النوع من الإرسال لمحاولة أحداث دوران من الكرة كبيرة أكثر من دورانها ض بقية أنواع ضربات الإرسال الأخرى يشبه هذا النوع الإرسال القوسي الواطئ من حيث الوقفة والمسكة ورمي الكرة إلا أن الكرة فيه ترمي إلي فوق الرأس وضربها من هذا المكان وليس من أمام الكتف ونتيجة لذالك فأن الكرة ستكون عالية باتجاهها من فوق الشبكة أن خط مسار الكرة يكون أطول من الضربة المستقيمة وعند سقوط الكرة ض منطقة إرسال اللاعب المستلم فإنها تتجه إلى الجهة اليسرى من اللاعب المستلم مما يضطر اللاعب المستلم إلى التحرك خارج منطقة الملعب الفردي لإرجاع الكرة عندما يكون الإرسال ض جهة الملعب اليسرى .

4- الإرسال المعكوس :

- ان هذا النوع من الإرسال يكون صعبا جدا ولا يستطيع اللاعب الاعتيادي أن يقوم بتنفيذه وإنما يقوم باستعماله اللاعبون المحترفون في تقديم العروض أحيانا وفي بعض المباريات بشكل قليل .

يكون تأدية هذا النوع من الإرسال على عكس أداء الإرسال القاطع إذا تضرب الكرة من الحافة الداخلية (القريبة من وسطها) ومن أمام الجسم تقريبا أما المضرب فيكون قدم تهيئة خلف الظهر (اختصارا للحجة) ويكون وجه المضرب مقابلا للأرض في أثناء سحب الذراع للأعلى لتنفيذ الضربة وهذه الضربة تكون مشابهة للكبسة أن هذه الضربة تؤدي في الإرسال المعكوس على عكس أدائها في الإرسال القوسي الواطئ إذا تضرب الكرة من الخلف نحو جهة الأسفل تقريبا أما المضرب فيتجه في أثناء المرجحة من اليمين إلى جانب ثم إلى الأعلى من الجهة يمين اللاعب المرسل لا من وراء الظهر ووجه المضرب يشكل زاوية حادة مع الأرض (غير زاوية للأرض) .

2-1 –التحليل البيوميكانيكي لمهارة للإرسال في التنس الأرضي :

–إن لكل مهارة هدفا ميكانيكيا محددا يسعى اللاعب لتحقيق هذا الهدف بالتغلب على مشكلات الأداء والهدف الميكانيكي من مهارة الإرسال من خلال استغلال المبادئ تعتمد البيوميكانيكية ذات الأولوية في التأثير على فاعلية الأداء وهذه المبادئ تعتمد على القدرات البدنية والمهارية ولتحليل مهارة معينة يستوجب تحليل مكوناتها الرئيسية من وصف أدائها وتحليل الجوانب التشريحية من مفاصل ومجاميع عضلية تبعا لدورها فضلا عن التحليل الميكانيكي وماله من قوة مؤثرة وزمان ومكان الأداء ودراسة تحسين الانجاز المهاري وصولا للانجاز المطلوب لذا فان أهمية التحليل الميكانيكي للأداء من خلال تجزئة مهارة الإرسال وتحليلها .

ويعد الإرسال من المهارات الهجومية التي يتطلب الأداء فيها توافر الدقة في تحديد المسار الحركي للجسم المقذوف مع وجود مستوى محدد من السرعة في حركة ذالك الجسم لتعزيز فرص نجاح الأداء .

– ويهدف اللاعب عند أدائه للإرسال تحقيق أعلى سرعة خطية في نهاية المضرب للوصول إلى هذه السرعة يتم استغلال حركة مفاصل الجسم لتحقيق النقل الحركي الانسيابي الجيد الذي يضمن انتقال الزخم الخطي بين هذه الأجزاء وفق كل جزء وحركته الخاصة ومكان تفصله في الجسم .

ويعد الإرسال من مهارات الخلقة الوحيدة المتكونة من ثالثة أقسام فالمرحلة التحضيرية للحركة وهي من المراحل المهمة التي تحقق أفضل الأوضاع لأداء الواجب الرئيسي ويذكر (olhers remold michalamd) إن هذه المرحلة تعد بداية للشروع بالحركة وتعد من المراحل المهمة حيث أنها تحدد أين ومتى يبدأ اللاعب في أداء المرحلة التالية فالحركة الزائدة وأتأثر المدى الحركي في بعض المفاصل المشتركة في المهارة سيؤدي إلى قصور في المرحلة الرئيسية وترتبط هذه المرحلة ارتباطا مباشرا بهدف المهارة .

– من خلال حركة الذراع الدورانية (بالرجحة الخلفية) سوف يتم اكتساب الكرة أكبر سرعة ممكنة بعد التصادم فإن الهدف من الأداء هو اكتساب الجسم المقذوف بعد التصادم أكبر قدر ممكن من السرعة الخطية فإن الطرف المسؤول أي الطرف البعيد (الذراع +المضرب) عن المحور الأساسي للجسم يجب أن يتحرك بأعلى سرعة دورانية لحظة تحرر الجسم المقذوف (الكرة)

فعندما تعمل الأطراف كسلسلة مفتوحة سوف تلاحظ أن أي حركة في أي جزء من أجزاء السلسلة سوف تؤثر بشكل أو بآخر في الجزء البعيد منها .

ويتم في هذه المرحلة لف الجسم حول المحور الطولي ثم تأتي بعد ذلك حركة الجذع باعتباره الوصلة التالية للحوض الذي يدور حول المحور الطولي له ثم تأتي بعد ذلك حركة الحزام الكتف من خلال تقريب للذراع بالنسبة للمستوى الأمامي وبالميل عن الحور العرضي لمفصل الكتف وحركة التدوير للداخل والتي تحدث في الذراع حول المحور العرضي لمفصل الرسغ

– إن استخدام اللاعب للنصف قطر دوران اكبر ينتج ميزة توافر سرعة خطية أعلى إذا لم يؤثر طول نصف القطر على تقليل للسرعة الزاوية وذالك للتناسب العكسي للسرعة الزاوية مع نصف القطر حيث ان التي في زوايا المفاصل سوف يقلل من نصف القطر لمحور الدوران وبالتالي تقليل عزم القصور الذاتي مما يؤدي إلى زيادة في مقدار السرعة للزاوية مفاصل الجسم بسرعة زاوية بالوضع التحضيري

–وان الروافع الطويلة ذات السرعات الزاوية العالية المرجعية الخلفية تؤدي إلى سرعات خطية عالية عند نهاية الرافعة كما هو الحال في استخدام مضرب التنس.

– إن قيام اللاعب بأخذ خطوة للجانب للورك والجذع يا الدوران للخلف وذلك أثناء المرجحة الخلفية وقبل بداية المرجحة الأمامية بقليل يقوم اللاعب بدفع الأرض نتيجة لذلك الدفع تنتقل (قوة رد الفعل من الأرض)من خلال الرجلين إلى الورك الذي يبدأ التعجيل بشكل دائري حيث يبدأ الجذع بالدوران وبعد إن يصل الجذع إلى السرعة للزاوية المطلوبة يبدأ الجزء العلوي منه (الكتف) بالحركة وانتقال القوة عبر أجزاء الجسم إلى الكتف ثم الذراع (نقل حركي)يولد التعجيل المطلوب لحركة المضرب وكلما ازداد تناسق هذه القوى مع بعضها بتوقيت سليم كلما كانت الضربة قوية و مؤثرة .

– وترى الباحثة هذا يعني انتقالا انسيابا للزخم الزاوي لأجزاء الجسم والذي يعطي زخما زاويا نهائيا للكرة لحظة ضربها ان استغلال حركة أجزاء الجسم بتناسق وتوافق بنقل الزخم من جزء الى اخز سيجعل سرعة الحركة عاليا.

– تتم في المرحلة الرئيسية حركة الذراع الدورانية إلى الأمام الأعلى وتسمى با المرجح الأمامية التي من خلالها يتم اكتساب اكبر سرعة زاوية للذراع قبل التصادم وتتم خلال هذه المرحلة زيادة

سرعة الأداء قدر الإمكان وذلك لان ثلثي سرعة انطلاق الكرة يتم إنتاجها خلال هذه المرحلة إذ تكتسب الكرة كمية حركية (زخم) ينتقل هذا الزخم لحظة اصطدام المضرب بالكرة بعد إن اكتسب المضرب كمية حركية وهي عبارة (الكتلة×السرعة)

– إن كمية حركة الزاوية التي يكتسبها المضرب الناتجة عن سرعة الزاوية للذراع (مع كتلتها) (الضاربة زائد الكتلة – وسرعة) المضرب ستنتقل بكاملها إلى الكرة بعد التصادم بها حيث إن كمية حركة الزاوية قبل التصادم = كمية حركة الزاوية بعد التصادم الذي يذل على قانون حفظ الزخم .

وترى الباحثة إن حركة المضرب والذراع يجب إن تكون سريعة لتحقيق الهدف الميكانيكي من الأداء إلا هو إرسال الكرة بأكبر سرعة ممكنة وتحدد كمية حركة المضرب وما يترتب عليها من سرعة الكرة من خلال العلاقة بين الدفع وكمية الحركة حيث تتوقف على :

1– القوى التي يسلطها اللاعب على المضرب .

2– الزمن الذي يتم فيه استخدام القوة .

3– كتلة المضرب .

– ولكي تنتقل كمية الحركة بكاملها إلى الكرة يتم من خلال انتقال كمية حركة المضرب إلى الكرة بأقصر فترة زمنية حيث تبلغ الفترة حوالي (0.04) ثانية .وترى الباحثة إن هذا يعني عزم دفع القوة بالذراع يكون بقيمة كبيرة وسرعة عالية يجعل التغيير بين الزخم قبل التصادم وبعده قليلة وان اتجاه الكرة عند انطلاقها متعلقة بتوجيه قرص المضرب بالزاوية التي يراد إن ترسل فيها الكرة .

– إن جل اهتمام اللاعب المرسل هو إن تنطلق الكرة بأقصى سرعة ودقة إلى منطقة المنافس وإذا تقع نقطة القوة بين المرتكز والمقاومة كما إن اتجاه حركة المضرب قبل ضرب الكرة هو الذي يحدد اتجاه سرعة انطلاقه بعد اصطدامها بالمضرب في إرسال التنس يكون سطح الهبوط في مستوى اقل من سطح الانطلاق وذلك يحتاج إلى زاية انطلاق اقل من الزاوية النظرية المثالية وهناك عاملان يحددان زاوية انطلاق الكرة هما ارتفاع نقطة الانطلاق وسرعة انطلاق الكرة ففي حالة ثبات باقي المتغيرات يمكن القول انه كلما زادة سرعة الانطلاق كلما احتاج ذلك لزاوية انطلاق اقل من (45).

- المحاضرة رقم (16):

التحليل البيوميكانيكي لمهارة رفع الأثقال

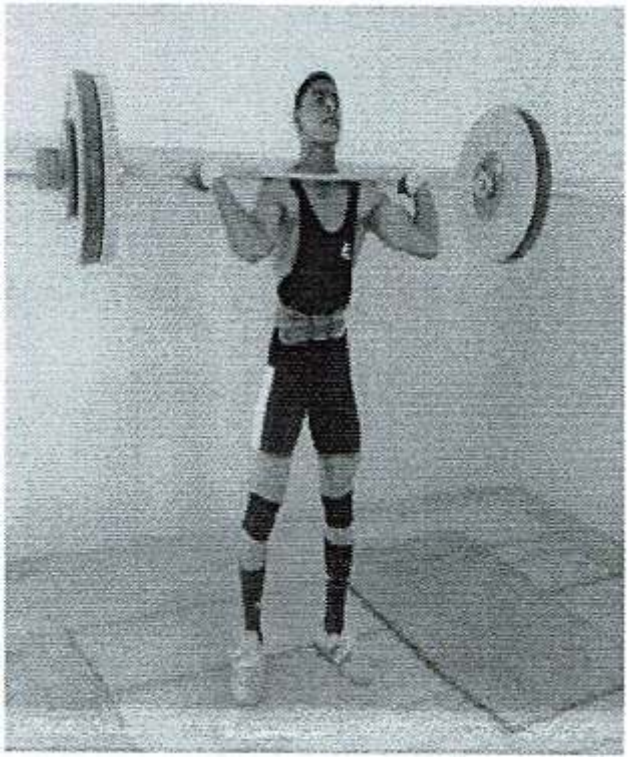
تمهيد :

إن رياضة رفع الأثقال هي إحدى الألعاب الأولمبية منذ القدم ، حيث كانت هذه الفعالية الرياضية ضمن برنامج الألعاب الأولمبية في أول دورة عام 1896، وتنافس في مسابقات رفع الأثقال في أول دورة أولمبية في 1896خمس دول وتضمنت رفعتين بيد واحدة وباليدين معا، ولقد تأسس الاتحاد الدولي لرفع الأثقال عام 1920 وهي التي تشرف على البطولات الدولية والأولمبية والقرية ويعمل على نشر هذه اللعبة ، وحال هذه الفعالية كباقي الفعاليات والألعاب الرياضية الأخرى جرت عليها التعديلات في قواعدها الفنية ، حيث يتنافس الرباعون حسب أوزان أجسامهم التي حددت وفق التقسيم والتعديلات الحديثة والتي هي (8) ثمانية فئات أوزان كما يأتي :

- لغاية وزن 59 كغم
- لغاية وزن 62 كغم
- لغاية وزن 69 كغم
- لغاية وزن 77 كغم
- لغاية وزن 85 كغم

- لغاية وزن 94 كغم
- لغاية وزن 105 كغم
- وزن + 105 كغم

تؤدى بطريقة واحدة وهي فتح الرجلين ، وتبدأ بعد أن يكون الرباع قد أتم رفع الحديد إلى الصدر والثبات بوضع الوقوف، إذ أن الوقف يكون فيه وضع القدمين بعرض الورك أو أقل منه لكي يكون الجذع منتصبا والمرفقان متجهين إلى الأمام بانحراف قليل إلى الأسفل ويكون الرأس مندفعا قليلا إلى الخلف والصدر بارزا إلى الأمام كما يكون الظهر مقوسا قليلا ، والعمود النازل من الثقل إلى الصدر يمر بالركبتين ، كما في الشكل:(وديع ياسين التكريتي، 2009، ص15)



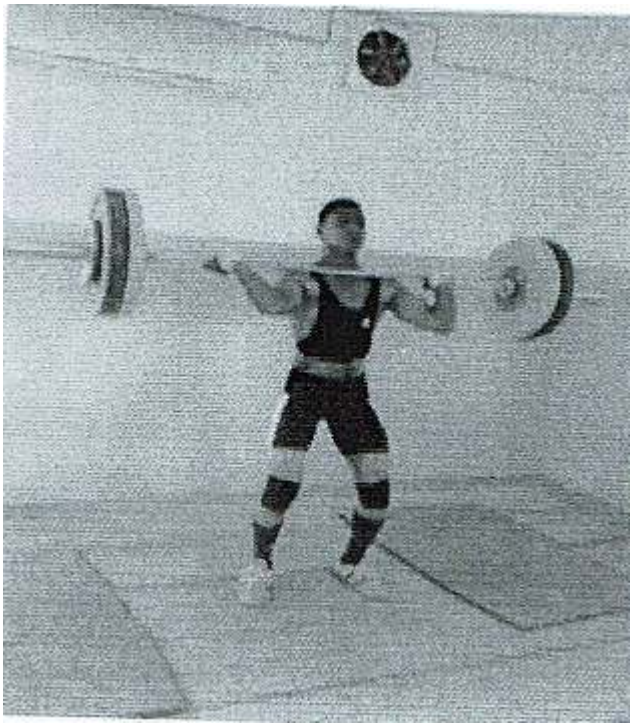
الشكل رقم (01) : الوضع الابتدائي لقسم النتر

أ-الثني التمهيدي للرجلين والنتر:

لغرض نتر الثقل يعمل الرباع على ثني بسيط للركبتين وعلى أن يكون الثني بشكل عمودي للمحافظة على التوازن كما أن الثني يجب أن يكون بحدود (10-15) سم ، وان لا يبالغ بالنزول لأن ذلك يؤدي إلى فقدان قوة رفع الثقل إلى الأعلى ويؤدي إلى بطئ امتداد الركبتين ولا تعطي

الرباع الرفع الكافي من القوة والسرعة لدفع الثقل ، وإن عملية الثني يجب أن تكون بسرعة قصوى لكي يحصل الرباع على ارتداد جيد للثقل إلى الأعلى وأن مد الركبتين إلى الأعلى مع ارتداد الثقل إلى الأعلى يعطي قوة إضافية لدفع الثقل وهنا يكون الثقل قد وصل إلى مستوى ارتفاع الحاجبين تقريبا(وديع ياسين التكريتي،مرجع سابق).

على أن لا يخرج الثقل إلى الأمام من مركز ثقل الجسم ولكي يصل الجسم إلى وضع الامتداد الكامل يعمل الرباع على رفع الكعبين من الأرض وامتداد الركبتين والورك والظهر يكون بصورة عمودية وهنا يكون الرباع مهيئا للسقوط أسفل الثقل ، كما في الشكل:



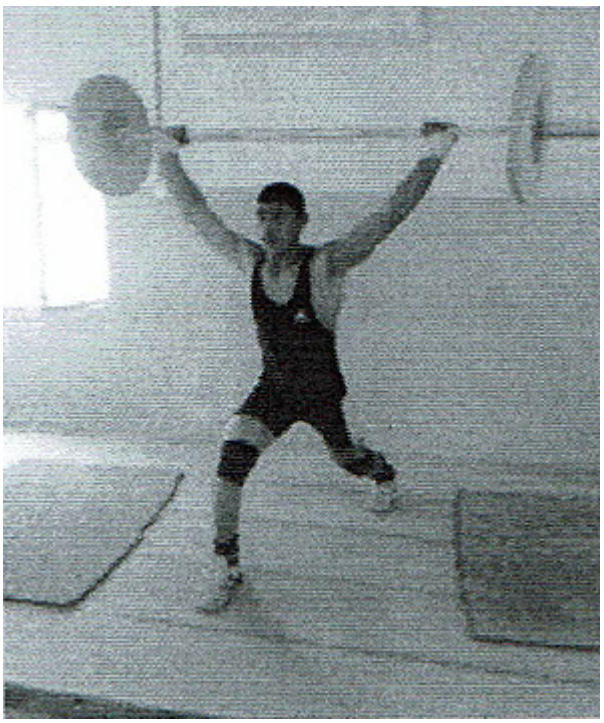
الشكل رقم (02): يوضع مرحلة التهيؤ للنتر (السقوط)

ب-فتح الرجلين والنهوض:

لحظة الامتداد الكامل يكون الثقل منذ غادر الصدر متجها إلى الأعلى بفعل مد الرجلين والجذع وبتعزيز هذه القوة برفع الثقل باليدين فتنطلق الرجلان بسرعة عالية إلى الأمام والخلف، فإن سرعة القدمين تحقق فائدة كبيرة وتساعد على إنجازها بنجاح سرعة القدمين تحقق فائدة كبيرة للرفعة وتساعد على إنجازها بنجاح. وتكون القدم الأمامية متجهة إلى الأمام وكلها على الأرض وفي زاوية

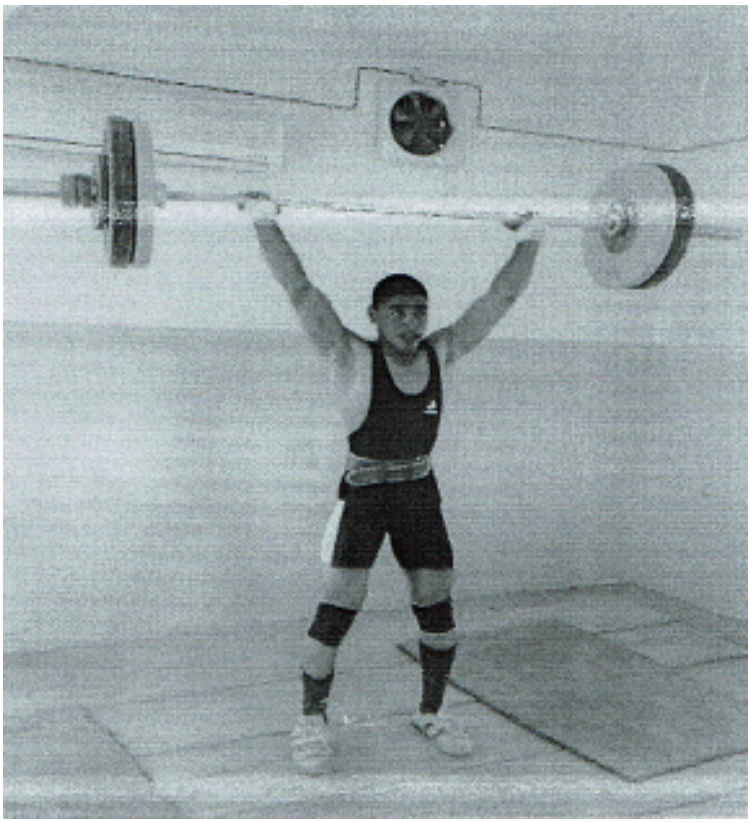
قائمة والقدم الخلفية مرتكزة على المشط على أن تلمس القدم الأمامية الطبلة بالعقب أولا ثم بكامل أسفل القدم وتكون حركة الحمال وضع القدم بكامله على الطبلة بسرعة فائقة قد لا تميز نتيجة سرعة الحركة وان لمس المشط قبل العقب يعد من الأخطاء الكبيرة في حركة النتر، وتتحرك القدم الأمامية بمسافة (1.5-2) قدم، وتسبق القدم الخلفية دائما، إن اختيار القدم الأمامية يكون حسب اختيار الرباع بناء على سهولة الأداء أما القدم الخلفية تكون مرتكزة على المشط وان العقبين يكونان إلى الخارج والأمشاط إلى الداخل، أما زوايا الرجلين فإن زاوية الكاحل للرجل الأمامية بحدود 90^0 درجة، أما الركبة يجب أن لا تقل عن 90^0 درجة لأن ذلك يؤدي إلى عدم تحملها زونا ثقيلا ونلاحظ أن بعض الرباعين يعملون على زيادة زاوية الركبة أكثر من 90^0 وتصغير زاوية الكاحل،(وديع ياسين التكريتي،مرجع سابق).

أما زوايا الرجل الخلفية تكون محدودة ومركزة على المشط أو انثناء قليل من الركبة، أما الجذع فيجب أن يحافظ على انتصابه بشكل عمودي في جميع الحركات والرأس مائلا قليلا إلى الأمام والذراعان ممدودتان أقصى امتدادهما وبقوة توافق عقلي مع حركة مد الركبتين كما في الشكل:



الشكل رقم (03): مرحلة السقوط والفتح في قسم النتر

في حركة النهوض يعمل الرباع على شد الرجل الخلفية ومد الساق الأمامية إلى الأعلى مع سحبها قليلا إلى الخلف ثم يقدم الرجل الخلفية إلى الأمام ويستمر بحركة قدميه حتى تكون كلتا القدمين على خط واحد ، وتكون المسافة بين القدمين بقدر عرض الكتفين أو أقل بقليل ومتوازنتان ، كما في الشكل:



الشكل رقم (04): يوضح وضع الثبات في رفعة النتر

2-الوصف القانوني لرفعة النتر:

تتم الحركة من وضع التهيؤ ، حيث يبدأ الرباع بسحب الثقل من الأرض بامتداد الذراعين ، ومن ثم الجلوس بوضع القرفصاء بعد لف الكوعين بسرعة ، ومن ثم النهوض بالثقل والوقوف بامتداد الركبتين، وتكون الكوعين مؤشرتين إلى الأمام الأسفل ، ومن ثم يبدأ الرباع في ثني الركبتين ومن ثم مد الركبتين والدفع والهبوط تحت الثقل بامتداد الذراعين ومن ثم ضم الرجلين والوقوف بشكل مستقيم، وتكون الرجلين على خط مستقيم واحد في انتظار إشارة الحكم.

3-الزوايا الرئيسية العاملة في رفعة النتر:

3-1-زاوية مفصل الكاحلين:

لم تؤخذ زاوية الكاحلين اهتمام أو تركيز الواسع لدى الدارسين أو الباحثين سابقا ، حيث كان التأكيد على بقية الزوايا العاملة في أجزاء الجسم الأخرى ، وقدرت زاوية الكاحلين في مرحلة التهيؤ تتراوح ما بين (^{0}49-^{0}65) إلا أن في الآونة الأخيرة وتحديدا في الدراسة التي تقدم بها السيد "دراكو مير" رئيس اللجنة العلمية رئيس لجنة التطوير والأبحاث في الاتحاد الدولي في المؤتمر الذي عقد في روما (إيطاليا) تم التوصل إلى ضرورة الاهتمام بهذه الزاوية كونها تعمل مع زاوية مفصل الركبتين في التأثير الفعلي في وضع البداية ، وقد أشرت لدى بعض أبطال العالم ما بين (^{0}46 -^{0}68).

3-2-زاوية مفصل الركبتين:

أثبتت الدراسات أن زاوية مفصل الركبتين في وضع البداية أو التهيؤ للرفع تتراوح بين (^{0}45-^{0}90) وتزداد هذه الزاوية لحظة انتزاع ثقل من الطبلة لتتراوح ما بين (^{0}80-^{0}100).

3-3-زاوية مفصلي الوركين:

تتراوح قياسات هذه الزاوية تبعا للقياسات الجسمية إلا أن المدى المسجل لهذه الزاوية تتراوح ما بين (^{0}45-^{0}46).

3-4-زاوية الجذع:

تعتبر زاوية الجذع من أهم الزوايا العاملة في رفع الأثقال، حيث تتراوح زاوية الجذع ما بين (^{0}23-^{0}64).

3-5-زاوية مفصل الكتف:

وهي من الزوايا العاملة الرئيسية المهمة جدا في رفع الأثقال ، حيث القبض ، المد أو البسط، التبعيد ، الدوران للداخل، الدوران للخارج.

3-6-زمن الرفعة:

ويقصد به الزمن الفعلي للرفعة ابتداء من رفع الثقل (انتزاع الثقل من الأرض) حتى نهاية الرفعة والمقصود بها الثبات لحين إعطاء الإشارة بنهاية الرفعة.

4-الأخطاء الفنية لرفعة النتر:

- ملامسة أحد أو كلتا الكوعين لركبة الرباع.
- ملامسة أي جزء من الجسم عدا القدمين للأرض.
- سحب الثقل فوق الركبة وإعادته ثم سحبه مرة أخرى.
- دفع الثقل في وضع الاستعداد للقسم الثاني أكثر من مرة.
- إكمال الرفعة ضغطا.
- عدم وقوف القدمين على خط مستقيم واحد عند التثبيت.
- إنزال الرفعة إلى الخلف.
- إنزال الرفعة قبل إشارة الحكم.

– المحاضرة رقم (17): التحليل البيوميكانيكي لمهارة القفز بالزانة

تمهيد :

تعد القفز بالزانة من فعاليات ألعاب المضمار والميدان (Track & Field Athletics) وهي إحدى مسابقات الوثب والقفز التي يستخدم فيها القافز عصا طويلة ومرنة (والتي تصنع اليوم من الألياف الزجاجية أو الألياف الكاربونية) التي تساعده في تخطي عارضة القفز العالية . لقد عرفت هذه المسابقة منذ عهد الإغريق القديم كما عرفت في ألعاب الكريتيين والصقليين القدماء . وكانت إحدى المسابقات أو الفعاليات في برنامج الألعاب الأولمبية الحديثة للرجال ومنذ الدورة الأولى باليونان عام 1896م , وللنساء بالدورة الأولمبية الخامسة وعشرون في استراليا عام 2000 م و استخدمت هذه الرياضة في الحروب والغزوات لعبور الأنهار والخنادق، والهدف منها هو اجتياز المسافات وليس الارتفاعات. كما انتشرت عند الانكليز والاسكتلنديون، واستخدمت في أعياد الحصاد، حيث كانت الزانة عبارة عن مذراة والهبوط يكون على كومة من القش. وفي سبعينيات القرن الـ19م قام الفرنسي" فرناندو جوندر" بابتكار طريقة جديدة للقفز يكون فيها القافز مواز للعارضة لتسهيل اجتيازها. كما قام السويديون بصنع الزانة من الألمنيوم في 1948، واستعملت حتى دورة روما 1960 أين صنعت من الألياف الزجاجية (الفايبر كلاس).

تعريف القفز بالزانة :

إحدى الرياضات الأكثر تعقيدا في فعاليات ألعاب المضمار والميدان، حيث يستخدم اللاعب زانة (عصا) ليدفع جسمه فوق حاجز مستعرض مقام على ارتفاع معين. وأولى الصعوبات تتمثل في مدى التوافق بين إمكانية استخدام الزانة مع الجري ثم الارتقاء والقفز بها مع انجاز أوضاع حركية متقدمة في الصعوبة بعد عملية الارتقاء.

- المراحل الفنية :

-1/ الاقتراب :"

تبدأ هذه المرحلة ببداية خطوات الاقتراب وتنتهي بغرس الزانة في الصندوق، والغرض من المرحلة هو اكتساب أقصى سرعة للارتقاء والإعداد الجيد له، ويجب التركيز على الحصول على إيقاع جيد للخطوات بالتوفيق بين حركات الجري وعمل الزانة. وعند أخذ وضع البداية للاقتراب يكون اللاعب مواجها لمكان القفز وممسكا الزانة بكلتا اليدين والمسافة بينهما تكون أكبر من عرض كتفيه.وتوضع الزانة على المقدمة وتقبض باليمنى من مكان ارتفاع القبض بحيث يكون القبض من الأسفل ووضع الإبهام من الأعلى، أما اليسرى فتنقبض على الزانة من الأعلى.

أما بداية الاقتراب فإن البعض يفضل القيام بخطوات تمهيدية قبل الانطلاق، وبعد الانطلاق فإن وزن الزانة يمثل عبئا على اللاعب مما يجعل مركز ثقل الجسم في تغير.كما أن اللاعب سيقاوم وزن الزانة كلما اقترب من الصندوق وعلى ذلك فإن الخطوات الثلاثة أو الخمسة الأخيرة فإن اللاعب يقوم بتوجيه الزانة لحفرة القفز مع العمل على استقامة الجسم والسرعة وهو الأمر الذي يستوجب تغيير طول خطواته لتصل الخطوة الأخيرة مابين 170و185سم، وقبل الأخيرة مابين 230و245سم

- 2/ غرس الزانة والارتقاء :"

تتم عملية الغرس بسبب الطاقة المكتسبة من ركضة الاقتراب حيث يتطلب المحافظة على السرعة في نهايتها والعمل على تقوي الظهر، ويجب أن تنجز المرحلة بأقل ما يمكن من فقدان السرعة. تدفع اليد اليمنى و يدور ساعد نفس اليد إلى الأعلى، والظهر يتجه نحو إلى الخارج، وعند الوصول إلى الوضع العمودي ينصب مركز ثقل الجسم على الرجل اليمنى.، ويحصل سحب ذراع اليمنى والعمود في مستوى الرأس من الجانب تقريبا دون تدوير الجذع. وعند تغير المسافة بين اليدين فوق العمود تسحب اليد اليسرى إلى الأعلى في زمن تدوير اليد اليمنى للعمود ورفعها فوق الكتف.

"- أما الارتقاء فيبدأ بوضع رجل الارتقاء على الأرض وتنتهي بترك مقدمة تلك القدم للأرض. والهدف من هذه المرحلة هو تغيير اتجاه حركات الجسم للأعلى، وبداية الشد العضلي للزانة.

ويشبه الارتقاء في القفز بالزانة الوثب الطويل في اتجاه حركة الجسم والمتمثل في مسار مركز الثقل، وبمقارنة المركبتان الأفقية والعمودية نجد نسبتهما بين1و2.2، وفي الوثب الطويل 3/3 أما زاوية الطيران فهي في حدود 17°إلى 22.°

ويحدد مكان الارتقاء إما عندما تكون مقدمة قدم الارتقاء تحت الخط العمودي النازل من منتصف المسافة بين القبضتين.

-3/ تعلق القافز في الهواء :

يتم تقريب ركبة الرجل اليمنى إلى الجذع وانثناء اليسرى من نهاية الدحرجة، فضلا عن رجوع الجذع للخلف، كما يحصل سحب الذراع اليسرى إلى اليسار وتدويرها لفسح مجال أداء الدحرجة. يرتبط اندفاع القافز نحو العارضة وهو في الهواء وهو معلق بالزانة مع أداء الالتزامات التي تتطلبها الزانة من حيث حالة الالتواء إلى حالة الارتداد، كما يزداد الضغط على الزانة مما يزيد في نتوئها، وتعمل الذراع الأمامية على تقريب الجسم إلى الزانة. ويبذل القافز جهدا للوصول إلى الشكل (L) بواسطة عدم سقوط الرجل اليسرى إلى الأسفل.." ..

-4/ حركات الدوران والقلب والدفع :

تبدأ عندما يمتد الجسم لأعلى وتنتهي بترك اليد اليمنى للزانة بعد الدفع. والغرض من المرحلة هو إعداد الجسم لأنسب وضع يمكن للاعب مرور العارضة، فعندما حركة الجسم لأعلى وأخذ الوضع (L)تسحب الذراع العليا الزانة مع دوران الجسم حول المحور الطولي وفي اتجاه اليسار حيث تندفع المقعدة لأعلى بسرعة لتقترب من القبضة العليا، ويأخذ الجسم عندئذ وضع دفع الزانة لمرور العارضة. وبعد عملية القلب يكون الكتف الأيمن فوق القبضة اليمنى وبالقرب من الزانة، ويتم دفع الزانة بسرعة ومد كامل للذراع اليمنى والذي يؤدي إلى ارتفاع الجسم فوق العارضة، حيث كلما زادت سرعة الجسم لأعلى زادت زاوية انفراج الكوع وبذلك يأخذ الجسم وضع الاستعداد لمرور العارضة.

-5/ اجتياز العارضة والهبوط :

أفضل اجتياز للعارضة يكون بالطيران،ويسعى اللاعب من خلالها إلى الوصول إلى ارتفاع جيد جراء الاندفاع لأعلى، وبذلك تنتقل الطاقة الكامنة الموجودة في الزانة إلى طاقة حركية للاعب ، إذ

تعمل الحركات المنسجمة للجسم في الاتجاه العمودي لاستغلال تلك الطاقة وبالتالي رفع الجسم لمسافة كبيرة.

التحليل البيوميكانيكي لمرحلة الغرس والارتقاء على إنجاز القفز بالزانة :

من المعروف أن منافسة القفز بالزانة قد تطورت بالسنوات الأخيرة وأستطاع القافزين الروس والفرنسيين والأمريكان والألمان وغيرهم من اجتياز حاجز ال 6م أكثر من مرة . وأعتمد هذا التطور على عوامل كثيرة وأهمها استغلال تكنيك القفز إلى أبعد حد ممكن بالاستفادة من رد فعل الزانة الحديثة والمصنوعة من الألياف الكربونية لكي يولدوا عزم عالي للسرعة الأفقية ومن ثم تحوليها إلى سرعة حركية عمودية لتحقيق أعلى انتقال بجسم القافز بالاتجاه العمودي واجتياز العارضة بالارتفاعات العالية التي نشاهدها اليوم. وبهذا الخصوص وضع المدربين السوفييت خبراء القفز بالزانة اقتراحات متعددة وحلول للمشاكل التكنيكية لأجل تحسين السرعة النهائي لمرحلة الاقتراب وربطها بمرحلة الغرس وزيادة وتحسين تمكين القافز من السيطرة على الزانة الصلبة عند مسكها وعدم إفلاتها من اليدين لما تخزنه ثم تنتجه من قوة كبيرة عند مرحلة إرتدادها لدى وضعها في صندوق الغرس .

كما إن الخبرة العملية أثبتت أن زيادة ارتفاع قبضة الرياضي على الزانة يتطلب الأداء عالي الدقة في المرحلة الأخيرة للاقتراب والتي يجب أن تتحسن أكثر وتسبق موضع تحسن القبضة ومسك الزانة , والتي يجب أن تقترن مع سرعة الأداء العالية والفعالة عند مرحلة الغرس في الصندوق والارتقاء من فوق سطح الأرض . ومع ذلك حيث يكون هناك انخفاض بالعديد من المتغيرات البيوميكانيكية لجسم القافز بعد تركه للأرض وانتقاله لمراحل التعلق والمرجحة الأفقية حتى مرحلة التكور وأخذ وضع حرف (L) وجميع هذه المراحل الحركية ترتبط بالسرعة النهائية في الأمتار الخمسة الأخيرة ومرحلة الغرس . حيث يؤكد العديد من الخبراء السوفييت بأن المتغير المسؤول والرئيسي عن تأثير الأداء المتناوب على ديناميكية ونظام حركة أداء قافز الزانة هو تعجيل وزيادة سرعة القافز في المرحلة الأخيرة للاقتراب، مما يحتم ويجبر القافز بدفع الوركين للخلف مع خفض السرعة الأفقية عند لحظة غرس عصا الزانة في الصندوق لزيادة الدقة مقارنة بالفترة السابقة لها , وذلك لأداء خطواته التي يكون لها كبح مفاجئ للنشاط الحركي الخاص به وهذا بهدف تحريك

ذراعيه التي يمسك ويحمل بهما عصا الزانة , حيث يأخذ بوضع الصعود خلال الخطوات الأخيرة ، ويفتقر هذا إلى المساعدة الإيجابية المفروضة لعمل الذراعين في مرحلة الارتقاء بعد الغرس.

ومما تقدم فأن القدرات الحركية المؤدية إلى مثل هذه الإجراءات لا تؤدي إلا إلى زيادة مسار طريقة مسك اليدين لعصا الزانة، ولكن يكون هناك خلق رد فعل مفاجئ وقوى عند لحظة اتصال عصا الزانة بالجدار الخلفي من صندوق الغرس , وهذا بدوره يجبر القافز للحد من السرعة في مرحلة نقل سرعته الأفقية إلى السرعة العمودية , وبالتالي فإنه من المهم تحديد تباين الأداء للجزء الأخير من مرحلة تعجيل السرعة وعند لحظة غرس العصا في الصندوق والتي بدورها تسمح للقافز بأداء مثالي وجيد لعملية تعجيل سرعته قبل مرحلة الارتقاء مباشرة ومرحلة التعلق ثم التكور للجسم ومع طبيعة ونمط القبضة العلوية على عصا الزانة.

وللعثور على الاختلافات التي تكون الأكثر فعالية ولتحليلها بشكل منهجي وعلمي , لقد تم إجراء تحليلات دقيقة لقفزات متوازنة لعدة إنجازات لرياضيين في سباق القفز بالزانة وخاصة قافزي الزانة النخبة السوفيات و أبطال آخرين حيث دلت نتائج التحليل والدراسة أنه من الممكن أن يتواجد في الواقع أداء تكنيك جديد لمرحلة غرس عصا الزانة في الصندوق الذي يكون أكثر عقلانية بكثير كتكنيك أو أسلوب جديد لمرحلة الغرس غير التي استخدمت سابقاً

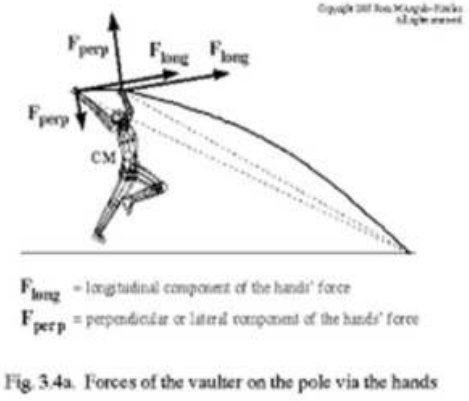


Fig. 3.4a. Forces of the vaulter on the pole via the hands

الشكل رقم (1) صورة البطل رينو لافينلي بالارتقاء, وتخطيط للقوى الفعالة بالارتقاء

إن الملاحظ في تكنيك مرحلة الغرس في الصندوق حيث أنه كانت (يد القبضة العليا على عصا الزانة أي اليد اليمني بالنسبة للقافز اليمناوي) فيها انثناءات على مستوى مفصل الذراعين، التي تكون مقرونة بتحريك رسغ اليد القابضة العليا وتكون على مقربة من مفصل كتف اليد القابضة

العليا (هنا تكون اليد اليمنى وهذا بالنسبة للقافز اليمناوي " أي الذي يستعمل يده اليمني في كل شيء ") ، وحيث أنه يفرض هذا النمط من الأداء الحركي على عصا الزانة بخفض رأسها إلى أدنى مستوى في بداية الصندوق . وأن هؤلاء القافزين الذين يستخدمون هذا التكنيك الفعال في مرحلة الغرس يحصلون سرعة تحويل طاقة وسرعة مرحلة الاقتراب الأفقية إلى طاقة حركية مخزونة في عصا الزانة بدرجة عالية ، حيث يمكن أن تكون القبضة العليا (هنا اليد اليمني) أعلى بكثير على عصا الزانة وتكون مستوى حد السرعة القصوى المحققة عبارة عن معامل تحويل السرعة الأفقية إلى سرعة عمودية التي تقرب وتزيد من سرعة الارتقاء للقافز (أنظر جدول رقم 01) ، حيث يعتمد معامل تحويل السرعة الأفقية إلى السرعة العمودية على المعادلة التالية :

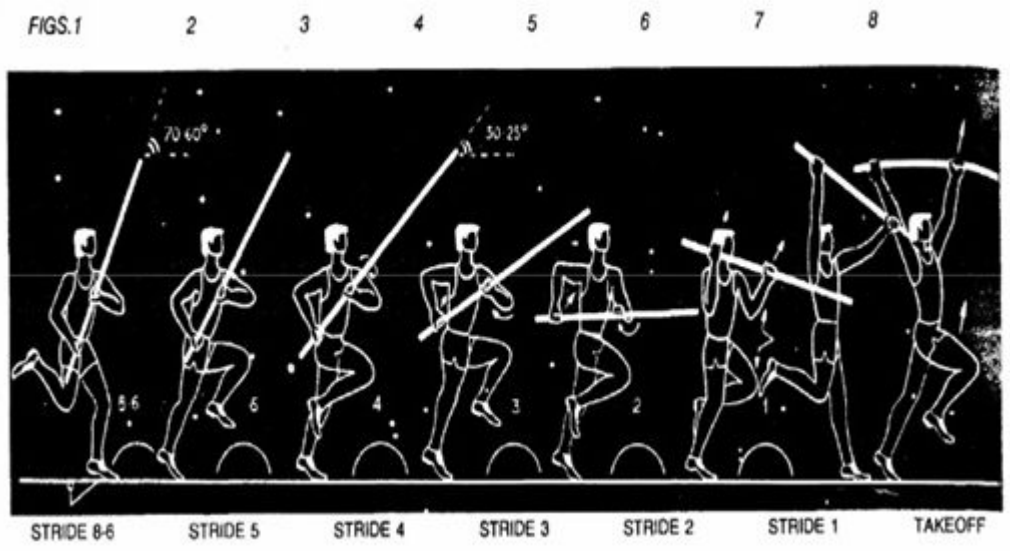
C=Vav÷Vmax

وتفسير الحرف (C) هو معامل تحويل السرعة الأفقية إلى سرعة عمودية , وهو الذي بدوره محصلة السرعة الأفقية العمودية المتحققة من قبل القافزين والممثلة بالأحرف (Vav), وهي متوسط سرعة مسافة الخمسة أمتار الأخيرة من مرحلة الاقتراب. وأما (الأحرف (Vmax) هي مؤشر مختصر السرعة القصوى المتحققة من قبل القافزين لمسافة خمس أمتار الأخيرة من مجمل المسافة الإجمالية للاقتراب والتي تقدر بـ : 30 متر من بداية الاقتراب والعدو بسرعة مع حمل عصا الزانة .

الجدول رقم: (01) تأثير التحضير والإعداد التكنيكي على إنجاز القفز بالزانة

الرياضيين	معدل سرعة العدوا (متر/ثانية)		السرعة القصوى المحققة في 05 أمتار الأخيرة من مسافة الإقتراب الكلية 30 متر	نسبة معامل تحويل السرعة الأفقية إلى السرعة العمودية C=Vav÷Vmax	إرتفاع قبضة اليد على مستوى الطول الكامل لعصا الزانة	الإرتفاع النهائي المحقق من قبل القافز
	قبل مسافة 05 أمتار الأخيرة	مسافة 05 أمتار الأخيرة				
بوبكا	9.78	9.80	10.73	0.913	5.13	6.01
قتالين	9.25	9.43	10.50	0.898	5.05	5.90
جوكوروف	9.17	9.36	10.57	0.886	4.95	5.85
بوندارينكو	9.17	9.23	10.40	0.888	5.00	5.65
بوقاتروفا	9.19	9.13	10.37	0.880	4.85	5.80
سباسوفا	9.20	9.06	10.35	0.875	4.80	5.70
تشريوجوف	9.14	9.04	10.46	0.864	4.75	5.70
أوبزيوف	9.12	8.96	10.44	0.858	4.75	5.65

حيث أن قافزي الزانة الأربعة الأوائل والذين نتائجهم مبينة في الجدول المرفق رقم (01) وهم (بوبكا, فتالين, جوكوروف, بوفاتروفا) يستخدمون التكنيك الجديد لحمل وغرس عصا الزانة في الخطوات الثلاثة الأخيرة والارتقاء الفعال وهي التي تمثل سرعة اقترابهم في مسافة 5م الأخيرة ويبينها لنا الشكل التوضيحي رقم (2) التالي:



الشكل التوضيحي رقم (2) خطوات الاقتراب الثلاثة الأخيرة ومرحلة الغرس

-1/ تحويل سرعة اقترابه الأفقية ونقلها في محصلة أفقية عمودية تعمل على انحناء عصا الزانة أماماً كلما زادت مقاومة القافز بالذراعين أكثر, أي يحاول أداء مرحلة التعلق والتكور بذراعين ممدودتين تقريباً وقويتين جداً في إبعاد الجذع عن عصا الزانة وبشكل واضح أثناء الاقتراب يحمل القافز الزانة بذراعيه عالياً بزاوية ($60-70^0$), ثم تنخفض الزاوية في بداية الأمتار الخمسة الأخيرة إلى ($25-30^0$), ثم يبدأ بخطواته الثلاثة الأخيرة عملية التحضير والإعداد المسبق والفعال لمرحلة الغرس, ففي الخطوة الأولى من هذه الخطوات الثلاثة وهي خطوة الرجل اليسرى للقافز اليمناوي تصبح عصا الزانة موازية لسطح الأرض تماماً مع اندفاعها للأمام من جانب الجسم الأيمن باتجاه صندوق الغرس بحيث يبدأ بزيادة قوة مسكها باليدين أكثر وتقترب قبضة يده اليمنى الخلفية العليا من جانب جسمه الأيمن, مع المحافظة على سرعة خطواته أو خفض معدلها قليلاً, انظر القيم بالجدول (1)

-2/ وفي الخطوة الثانية من الخطوات الثلاثة وهي خطوة الرجل اليمنى , يقوم القافز الأيمن بلف قبضة يده اليمنى من خلف جسمه للأعلى بحيث تصبح فوق مستوى كتفه الأيمن ويزيد من خفض

مقدمة الزانة للأسفل باتجاه صندوق الغرس , وكما في الصورة للخطوة الثانية بالشكل التوضيحي (2) , ويزيد من قوة قبضتيه على عصا الزانة أكثر تحضيراً وإعداداً لأهم مرحلتين وهما الغرس والارتقاء كما يحاول المحافظة على سرعته التي انخفضت قليلاً أثناء هذا الإعداد المسبق لمرحلة الغرس.

-3/ وفي الخطوة الثالثة والأخيرة يدفع القافز الأيمن ذراعيه أماماً نحو صندوق الغرس وعالياً بنفس الوقت تزامناً مع خطوة رجل اليسار وهي رجل الارتقاء بحيث تمتد الذراع اليمنى كاملة للأعلى وتصبح قبضة يده اليمنى مباشرة فوق رأسه بامتداد ذراعه الأيمن , في حين تكون قدم رجله اليسرى في منتصف المسافة فوق الأرض بين قبضتي يديه على عصا الزانة وهي نقطة إرتقائه بقدمه اليسرى, كما نشاهد في الشكل (2) الصورة بالخطوة 1 . وفي هذه اللحظة المهمة والحرجة يحاول القافز زيادة قوة مسكة يديه على عصا الزانة , مع زيادة تثبيت مفاصل مرفقيه وكتفيه أيضاً لأجل توليد زخم قوة كما في صورة لافيني (3):

الشكل التوضيحي رقم (3) مرحلة التعلق والمرجحة والتكور والمحافظة على قوة الذراعين

وبسبب صعوبة أداء مراحل القفز بالزانة جميعها التي تواجه قافز الزانة , مع تزامن الأداء الحركي المذكور أعلاه فإنه من المفيد لهؤلاء القافزين أن تكون هناك علامة الخاصة موضوعة مختارة من قبل كل قافز خاصة به والتي تكون موضوعة في المكان الذي يبدأ فيه مرحلة تخفيض زاوية حمل ورفع عصا الزانة, والتي تتجلي في الخطوات الخمس الأخيرة ، حيث يتم وضع العلامة و بدورها تشير إلى مرحلة خفض قافز الزانة لعصا الزانة تحضيراً لغرسها في الصندوق وهذا عند اكتسابه

لسرعته دون القصوى وفي هذا التزامن يكون ارتفاع قبضة ومسكة اليد اليمنى للقافز اليمناوي دقيقة و قوية جداً فوق العصا ، وهنا نبين الأمر على سبيل الذكر على أداء محاول قافز والذي يكون لديه ارتفاع قبضة ومسكة يده اليمنى على عصا الزانة هو: 5,00 أمتار ومع سرعته القصوى تصل إلى 9,4 متر/ ثانية خلال مسافة 10 الأمتار الأخيرة من الاقتراب من صندوق غرس ، وقبل كل هذا قد تم استخدام و وضع علامة ضبط تغير زاوية حمل ورفع عصا الزانة والتي وضعت على مسافة 18,50 متر من الجزء الخلفي التي تسبق منطقة الصندوق ، حيث أنه تم وضع و عرض مختلف مؤشرات الأداء لعدة قافزين مع تبيين الإرشادات المهمة واللازمة لوضع علامة الاختيار التي تكون لها علاقة مباشرة مع مختلف مستويات السرعة القصوى و ارتفاع قبضة ومسكة اليد الخاصة بهم (أنظر جدول رقم :02) .

الجدول رقم (2)

مسافات العلامات الضابطة تبعاً لمعدل سرعة القافز في آخر 10م ومسافة ارتفاع مسكة يده العليا فوق عصا الزانة

(m)	Run-up Speed over last 10m (m/sec) — Check mark distances (m)					
	8.8	9.0	9.2	9.4	9.6	9.8
4.70	17.00	17.25	17.50	17.75	18.00	18.25
4.80	17.25	17.50	17.75	18.00	18.25	18.50
4.90	17.50	17.75	18.00	18.25	18.50	18.75
5.00	17.75	18.00	18.25	18.50	18.75	19.00
5.10	18.00	18.25	18.50	18.75	19.00	19.25
5.30	18.25	18.50	18.75	19.00	19.25	19.50

TABLE 2: Placement of check marks according to the run-up speed and the grip height.

كما أن نجاح التكنيك (فن الأداء) في مرحلة الغرس لعصا الزانة وبالتحليل الحركي وفق مؤشرات الأداء المذكورة أعلاه يعتمد إلى حد كبير على تزامن وتسلسل الحركات وتغيرات جسم القافز في مراحل الأداء وكذلك لمكان ارتفاع قبضة ومسكة اليد لعصا الزانة ، حيث أنه سوف نبين الأخطاء البديهية الحاصلة في عملية تعليم وتدريب هؤلاء القافزين و التي ينبغي تجنبها سريعاً حيث نذكر منها:

- وجب تجنب أن يكون هناك خفض متفاوت لعصا الزانة أو أن يكون وضع حمل ورفع العصا بمستوى أفقي لسطح الأرض وهذا قبل بدأ عملية غرس في الصندوق لأكثر من ثلاث خطوات.

– وجب تجنب عدم وجود مدى واستقامة لمفصل مرفق الذراع اليمنى بزاوية 180° للقافز اليمناوي و العكس صحيح للقافز اليساري وهذا في بداية غرس العصا خلال الخطوة الثالثة (أنظر الصورة رقم :1–4) من ناحية عدم استقامة مفصل مرفق الذراع اليمنى للقافز اليمناوي.

– وجب تجنب خفض رسغ اليد اليسرى على مستوى تحت مفصل مرفق نفس الذراع وهذا تزامننا مع أداء الخطوة الرابعة والثالثة التي تسبق مكان الصندوق لغرس عصا الزانة (أنظر الصورة رقم :4–5).

– وجب تجنب عدم وضع اليد اليسرى قريبة جداً من مستوى الورك وهذا خلال مرحلة بداية خفض عصا الزانة لغرسها في الصندوق.

– وجب عدم أن يكون هناك تزامن أداء حركي بين الذراع اليسرى عند ترك قدم المسندة على سطح الأرض والذي هو أخر تماس يكون بين جسم القافز و سطح الأرض وهنا تكون القدم اليسرى بالنسبة للقافز اليمناوي وهذا عند بداية مرحلة الارتقاء والتعلق والتكور بالجسم.

- المحاضرة رقم (18):

التحليل البيوميكانيكي لمهارة السباحة الصدر

- التحليل البيوميكانيكي لمهارة السباحة الصدر

إن الدراسة التي تمثل القواعد العلمية للسباحة تستلزم فهم القوانين البيوميكانيكية للجسم البشري داخل وخارج الماء، إضافة إلى الجوانب التشريحية الفيزيولوجية .

تعتمد حركة الجسم في الماء على قوة الدفع واتجاه الدفع، وإن قانون نيوتن الثالث – قانون رد الفعل – الذي يبين بأن لكل فعل هناك رد فعل مساوي له ومعاكس له بالاتجاه، وأبسط مثال لفهم هذا القانون هي حركة المجداف في الزورق، حيث تنتج حركة المجداف إلى الخلف حركة رد فعل الزورق إلى الأمام .

في السباحة تعمل اليدان والذراعان عمل المجداف في حركة الزورق ، حيث تكون الكمية الحركية (الزخم) للذراعين تؤدي إلى دفع الجسم بالاتجاه المعاكس وبقوة، وإن هذا القانون يمثل كافة أنواع الدفع في حركات السباحة المختلفة سواء كانت بالذراعين أو بالرجلين، علما أن السباحين الذين يمتلكون مرونة جيدة في مفعل الكاحل يمكنهم الاستفادة منها ويجعل القدمين تشبه زعانف الحوت للحصول على حركات إضافية للأمام . تؤثر على السباح أثناء حركته في الماء قوتان مهمتان ومتميزتان في وقت واحد وأحدهما قوة معيقة لحركته وقوة مساعدة له، وهاتان القوتان تلعبان دورا مهما في حركته وسرعته وأدائه، إذا أحسن التعامل معهما وفق القواعد الميكانيكية الصحيحة.

فالقوة الأولى – المعيقة – تسببها قوة الاحتكاك بسطح الماء، فالاحتكاك هو القوة الناتجة عن مقومات حركة السطح لجسم ما. إذا يلعب الاحتكاك دورا هاما في الانجاز المهاري لمعظم الألعاب الرياضية بصورة عامة، حيث يتحرك الجسم أفقيا في السباحة والركض وعموديا في فعاليات القفز العالي والعريض والثلاثية.

يدخل الاحتكاك كقوة إجبارية ضرورية ضمن معونات المعادلة التي تفسر أداء عدد كبير من الفعاليات حيث يلعب عامل زيادة مساحة السطح المعرض للاحتكاك أثرا كبيرا في زيادة الاحتكاك وإعاقة الحركة والمعادلة التالية تفسر الاحتكاك : قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك * القوة العمودية

– الوزن– ترتبط قوة معامل الاحتكاك بالنسبة بين القوة العمودية والقوة الأفقية. فمثلا نقول أن معامل الاحتكاك 0.2 وهذا يعني أن القوة الأفقية تعادل 20% من القوة العمودية –الوزن– فمثلا إذا كان وزن اللاعب 100 نيوتن فإن القوة اللازمة لانزلاقه هي 41 نيوتن وهي تعادل 20 %

– تحصل القوة المعيقة عند حركة السباح في الماء مما يتطلب من السباح أن يبذل عملا عضليا للتغلب على هذه القوة – القوة المعيقة– في هذا الوسط – الماء – ويمعن استغلال هذه القوة في التدريب من خلال حساب مقدار هذه القوة باستخدام المعادلة التالية:

القوة المعيقة = 0.5 كثافة الماء * مساحة السطح المعرض للإعاقة * معامل الإعاقة * مربع السرعة (فؤاد توفيق السامرائي، البيوميكانيك، مطبعة جامعة الموصل، 1977، ص237).

– علما أن الزيادة في السرعة سوف تؤدي إلى زيادة طردية في القوة المعيقة لذلك يفضل تقليل مساحة السطح المعرض للماء بقدرة الإمكان وتحسين الأفق الوضعي للسباح وذلك للحصول على انزلاق أفضل وأسهل .

2– ديناميكية الموائع في السباحة:

مقاومة الموائع على نوعين رئيسيين هما: المقاومة المقصية Resistance sheanوالمقاومة الضغطية Presistance Resistance فلو كان هناك على سبيل المثال لوح رقيق ثابت مغمور في الماء يتحرك موازيا لسطح اللوح فيحاول المانع تحريك اللوح بقوة الجر باتجاه المجرى وستعاكس مقاومة اللوح قوة الجر هذه وتكافئها . وأن مقاومة جميعها في هذه الحالة هي مقاومة مقصية وهي تمثل قوة ممارسة وكثيرا ما تسمى هذه المقاومة أيضا بمقاومة السطح لعلاقته بمساحة السطح ويدعى الاحتكاك الذي ينتجه بالاحتكاك الجلدي .(صريح عبد الكريم الغفلي، تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي، مطبعة عدي العكيلي، بغداد، 2000، ص291).

3– التحليل الحركي في السباحة:

إن دراسة الخصائص البيوميكانيكية عن طريق التحليل تعطينا تطورا دقيقا وواضحا لوجود الاختلافات في بعض الإمكانات الحركية بين الباحثين سواء أكان ذلك بطريقة سباحة واحدة أو بطرق السباحة الأربعة المختلفة .

إن الهدف من السباحة لا يقتصر فقط على طوفان الجسم بل يتعدى ذلك في الحصول على سرعة انزلاق داخل الماء حيث تتحدد السرعة بعاملين مهمين هما:

معدل ضربة الذراع: هي المسافة الأفقية المقطوعة عند إكمال دورة كاملة لذراع السباح وفقا للقانون التالي:

– معدل طول الضربة =المسافة / عدد دورات الذراع.

– معدل تكرار الضربة: يقصد بها معدل عدد دورات الذراع في وحدة الزمن.

– معدل التكرار= عدد دورات الذراع / الزمن المستغرق

إن حركة السباح في حركة مركبة حيث ليندفع الجسم بكامله إلى الأمام بحركة انتقالية نتيجة الحركة الدائرية للذراعين والرجلين، وتعد حركة الذراع أثناء سحبها إلى الخلف داخل الماء وهي كما يلي:

* نقطة الارتكاز : محور الكتف .

* نقطة تأثير القوة: العضلات على تدوير الذراع وسحبها.

* نقطة تأثير المقاومة: مقاومة الماء حيث أن المقاومة هنا تؤثر في طول محور الذراع، ولكننا نفترض أن النقطة تركز في كف يد السباح أما حركة الرجل فتتم على ثلاثة محاور عرضية هي محور مفصل الورك ومحور مفصل الركبة ومحور مفصل الكاحل .

فعند التحليل الميكانيكي الدقيق لحركة الرجل أثناء السباحة فهي تعتبر في الحقيقة ثلاثة روافع عظمية يتداخل عملها العضلي بعضه مع بعض (رافعة الفخذ ورافعة الساق ورافعة القدم).

إن الجسم أثناء وجوده داخل الماء يتأثر بقوتين الأولى وزن الجسم وخضوعه لتأثير الجاذبية إلى الأسفل، والثانية هي قوة دفع الماء إلى الأعلى، فإذا ما تساوت القوتان تمكن الجسم من الطفو فوق سطح الماء، إما إذا تغلبت قوة الجذب نتيجة وزن الجسم فإن الجسم يغطس إلى الأسفل، كما أنّ كثافة الجسم الطافي وكثافة الماء تأثيرهما كما تم ذكره . فإذا كانت كثافة الجسم أقل من كثافة الماء سهلت عملية الطوفان علما أن: الكثافة = الكتلة / الجسم .

تتأثر عملية طوفان الجسم بعوامل عديدة منها يتعلق بكتلة الجسم المتغيرة وحجمه الكبير فهو يسهل الطوفان، كما أن الجسم الذي تكثر فيه الشحوم تكون فرصة طفوه عالية، كما وجد أن مستوى الطوفان في المياه المالحة كالبحار أفضل من المياه العذبة. كما أن الجسم يلعب دورا في قابلية الطوفان حيث أن كثافة أجسام النساء هي أقل، لذا نجد أن طوفان النساء هو الأفضل.

ونظرا لما لقوة الطوفان من تأثير كبير في حركة الأجسام داخل الماء وارتباطه بالقوانين الميكانيكية التي تحدد المتغيرات المؤثرة فيه، لابد لنا من الإشارة إلى قاعدة أرخميدس.

ق =ح * ك* ج

ق: قوة الطوفان

ح: حجم الجسم المغمور بالسائل

ك: كثافة السائل

ج: ثابت الجاذبية

عند دراسة العلاقة بين وزن الجسم وقوة الطوفان، فإذا كان وزن الجسم أكبر من قوة الطوفان يؤدي ذلك إلى نزول الجسم إلى الأسفل وانغماره في الماء، أما إذا كان العكس فإن الجسم سيرتفع إلى الأعلى، إن علاقة وزن الجسم بحجمه والذي يطلق عليه – الوزن النوعي– تؤدي دورا كبيرا في قدرة الجسم على الطوفان .

3– تحليل حركات سباحة الصدر:

تعد سباحة الصدر من الناحية الميكانيكية أبطأ أنواع السباحة وذلك للأسباب التالية:

* تكون حركة رجوع الرجلين والذراعين تحت الماء مما يزيد من مقاومة الماء .

* قوة الدفع من ناحية الاستمرارية هي أقل قياسا بالسباحة الحرة وذلك لعدم وجود حركة تبادلية بالذراعين والرجلين .

* عندما تكون الركبة في سباحة الصدر إلى الأسفل كثيرا في حالة كون زاوية الورك بعيدة ما بين (–) درجة في بداية الدفع عند الرفس يؤدي إلى

زيادة قوة الدفع وزيادة السرعة .

* حركة التنفس في سباحة الصدر تتم من خلال رفع الرأس عاليا بدل من إبقاء الجسم بوضع أفقي، وعندما يكون الجسم بوضع مائل تزداد المقاومة .

أ– وضعية الجسم:

يجب أن تكون وضعية الجسم في مجرى السير بوضع أفقي قدر الإمكان ليساعد على أداء عمل الساقين والذراعين في المقاومة المعاكسة تحت الماء .

يرى الخبراء أن هناك أسلوبين للجسم في هذه السباحة هما الأسلوب المتموج والأسلوب المسطح وهناك تشابه واختلاف بين الأسلوبين أهمها تشابه وضعية الجسم في كلا الأسلوبين خلال جميع الأطوار في الضربة مع إبقاء الجسم أفقيا وانسيابيا خلال الدفع بالذراعين ورفس الرجلين .

ب- حركة الذراعين:

يبدأ السحب بالذراعين حيث تمتد الذراعان كاملا مع الكتفين وتدور اليدان بصفة فطرية نحو الجانب لتهيئة السحب بعد نهاية عملية الرفس، ثم يبدأ المرفق بالانثناء والجزء الأعلى من الذراعين بدور وتكون المرفقان إلى الأعلى عند السحب لكي يستطيع السبح دفع الماء نحو الخلف .

ج- حركة الرجلين:

في نهاية القسم التحضير لحركة الرجلين تسحب الكعبان إلى مؤخرة المقعد لكي تكون الرجلان مهيأتان لإنجاز طريق أفقي لتعجيل القدمين في القسم الرئيسي إن هذا التوقف يسهل الدف نحو الأمام عند الرفس وضبط الساقين والرأس لبناء الحركة الصحيحة وكلما كانت عضلات البطن قوية كانت الرفسة قوية أيضا.

د- حركة التنفس :

تتشابه عملية التنفس – الشهيق والزفير – في سباحة الصدر مع عملية التنفس في سباحة الفراشة ويلعب التوافق الحركي في سباحة الصدر دورا مهما – توافق حركة الذراعين والرجلين- في نجاح السباح وتحقيق نتائج إيجابية.

- المحاضرة رقم (19):

التحليل البيوميكانيكي لمهارة سباق السرعة 100 متر

- العوامل الميكانيكية التي تحدد زمن العدو:

ان من أهم العوامل التي تحدد سرعة العداء هي طول الخطوة وترددها كم تتحدد طول الخطوة المثالي للاعب من خلال المواصفات البدنية للاعب وكذلك بواسطة قوة الدفع التي يخرجها في كل خطوة حيث ان قيم قوة الدفع ما هي إلا مقدار ناتج القوة في زمن تأثيرها حيث يشير قانون نيوتن الثاني إلى ان زمن تأثير القوة في لجسم بالإضافة إلى مقدار القوة يمكن التعبير عنه بالمعادلة أو العلاقة الآتية:

$Ft=M(v2-v1)$ (القوة بالنسبة للزمن) M(الكتلة)

حيث يشير فرق السرعة في الحالتين والذي هو الدفع الذي يعادل مقدار الكتلة مضروبا في معدل التغيير في السرعة ويمكن التعويض عن قيمة التعجيل.

$A=v2-v1/t$ (التسارع)

وعليه تكون المعادلة التفاضلية لقانون نيوتن الثاني كالآتي

والمعروف ان دالة تغير السرعة إلى تغير الزمن هو في الحقيقة مقدار تعجيل الجسم ويجب ان تكون المعادلة :

$F=m(v2-v)/t$ (القوة)

ان هذا الشكل النهائي للمعادلة يتضح ان القوة المطلوبة لكي تنتج تغيرا معلوما في السرعة في زمن محدد تتناسب مع كتلة الجسم أي كلما ازداد معدل التغير في سرعة جسم معلوم الكتلة فان ذلك يعني زيادة الدفع طرديا. حيث ان قوة الدفع ما هي إلا القوة الميكانيكية المؤثرة لحظة دفع القدم

للأرض من خلال زمن تأثير القوة والتي تمثل الدور الأساسي لأكبر مقدار لها في عدو المسافات القصيرة .

أي ان قوة الدفع = القوة في زمن تأثيرها وتتطلب فيم القوة ان تنتج أو تبذل خلال فترة زمنية قصيرة فضلا عن قوة الدفع تلعب حركات المرجحة لأجزاء الجسم دورا هاما في الحصول على طول الخطوة المناسبة والتي تؤدي إلى تزايد معدل السرعة حيث ان حركات المرجحة تؤثر ايجابيا في معدل سرعة العدو وعدد الخطوات في الثانية و لك لان الطاقة الحركية تتحول إلى طاقة كامنة خلال تثبيت المرجحة عند نقطة تغير اتجاهه التخزين في العضلات لغرض الاستفادة منها بعد تغيير اتجاه المرجحة من اجل الانقباض العضلي وزيادة سرعة الحركة برفع الركبة الى الأمام بسرعة ولتقصير فترة الارتكاز ينبغي ملامسة الأرض بمشط القدم .

حيث يساعد ذلك في زيادة الدفع بأقصى سرعة ممكنة ولكي نلاحظ عند الارتكاز هنالك بعض المقاومات والتي تعمل على التقليل من سرعة العدو في مرحلة الارتكاز الأمامي لذا يعمل العداء على تقليل مقدار هذه المقاومة قدر الإمكان من خلال تقوية مفصل القدم.

ولغرض زيادة معدل السرعة يجب العمل على تطبيق النقاط الآتية :

ا _ زيادة طول الخطوة مع تكرارها في الثانية الواحدة.

ب_ زيادة تكرار الخطوة مع المحافظة على طول الخطوة الواحدة .

ج _ زيادة طول الخطوة وتكرارها في ان واحد.

د _ زيادة احد العوامل بقدر اكبر من النقص الحاصل في العامل الأخر زيادة طول الخطوة بمقدار اكبر من النقص الحاصل في تكرار الخطوة مثلا.

- التركيب الحركي البيوميكانيكي و الديناميكي للعدو.

تشتمل كل خطوة على مرحلة الارتكاز ومرحلة الطيران ويمكن تقسيمها إلى مرحلة ارتكاز أمامي ومرحلة ارتكاز خلفي (الدفع) بالنسبة لرجل الارتكاز ومرجحة أمامية ومرحلة العودة للرجل الحرة.

ولمرحلة الارتكاز الأمامي والدفع أهمية كبيرة . ففي الارتكاز الأمامي تتناقص قوة اندفاع جسم للأمام و ذلك لان وظيفة الارتكاز الأمامي هي وظيفة سلبية وذلك لان مقدار الإعاقة في الارتكاز الأمامي يتوقف على محصلة القوة في هذه المرحلة والتي تكون مضادة لاتجاه الركض وتكون مصدر إعاقة تأثر على تناقص سرعة الجسم وخاصة في المسافات الأولى أي في مسافة 63متر

كما يحصل في عدو 333متر حيث تنخفض قيمة زاوية مفصل الركبة في الارتكاز الأمامي وهذا يرجع إلى انخفاض فاعلية قدم الارتكاز حيث تزداد الإعاقة مع زيادة سرعة الركض ولأجل تقليل التناقص الحاصل في الحركة التمهيدية يتطلب الأتي:

1. إيجاد العلاقة الديناميكية بين الارتكاز الأمامي الذي يمثل القسم الأول التمهيدي كمقدار سالب وبين القسم الثاني الموجب (قسم الدفع) والذي يتضمن مقدار التناقص في الحركة التمهيدية لغرض زيادة تعجيل مسار مركز ثقل الجسم وتحقيق السرعة النهائية المطلوبة اللازمة لطيران مركز ثقل الجسم

2. يؤكد جيمس هاي ان متطلبات الأداء الناجح هو ان تكون نقطة ارتكاز قدم الهبوط موضوعة قريبا من الخط العمودي لمركز ثقل الجسم مما يؤدي إلى تعجيل حركة ثقل الجسم حيث يقوم العداء في مرحلة الارتكاز الأمامي بمد الرجل الساقطة على الأرض بعد مرحلة الطيران إلى الأسفل وأمام مركز ثقل الجسم بقليل لن رد فعل الأرض ومسار خط عمل القدمين بمركز ثقل الجسم مما يؤدي إلى تعجيل حركة ثقل الجسم ودفع الجسم للأمام و يحدث العكس إذا كانت حركة الرجل بعيدة عن مركز ثقل الجسم مما يخلق قوى غير فعالة تعيق اتجاه مسار مركز ثقل الحسم وتدعى بقوة الإيقاف.

3. يجب ان يكون هناك هبوط نشط وفعال لمشط القدم على الأرض.

4. ان وظيفة الارتكاز الخلقي هي وظيفة ايجابية حيث تكون قدم الارتكاز الخلفي خلف مركز ثقل الجسم وتبدأ بعد مرور مركز ثقل الجسم عموديا فوق قدم الارتكاز إلى ان تترك القدم الأرض وتكون محصلة القوى في هذه المرحلة باتجاه الركض وتكون مصدر دفع يؤثر على ت أزيد سرعة الجسم.

5. ويشير جيمس هاي ان قيم القوة الزمنية المبذولة في حساب معدل القوة تتطلب دقة وضع القدم أثناء التماس والدفع أي على اللحظة التي يكون فيها العداء قد ترك الاتصال مع الأرض.

6. وتتوقف قوة واتجاه الدفع الناتج من القدم على عملية الدفع الحادث في مرحلة الارتكاز الخلفي وتتطلب هذه المرحلة فرد وامتداد مثالية لمفاصل القدم والركبة والحوض والتي تتم بزمن قصير نسبيا للارتكاز وكذلك بدفع لا يتصف بالقوة القصوى علما ان عملية الدفع المثالية تتوقف على عمل حركة الذارعين والرجل الحرة.

- **تسلسل المراحل الفنية للعدو**

تضمن كل خطوة على مراحل الارتكاز التي يمكن تقسيمه إلى (مرحلة ارتكاز أمامي ومرحلة ارتكاز خلفي الدفع) ومرحلة الطيران التي يمكن تقسيمها إلى (مرحلة المرجحة ومرحلة العودة) تنخفض سرعة العداء أثناء الارتكاز الأمامي وتزيد السرعة أثناء مرحلة الدفع . في مرحلة الطيران تتمرجح الرجل الحرة أمام جسم اللاعب وتمتد لملامسة الأرض (المرجحة الأمامية) بينما تنثني الرجل الأخرى وتمرجح للخلف إلى جسم اللاعب (مرحلة العودة)

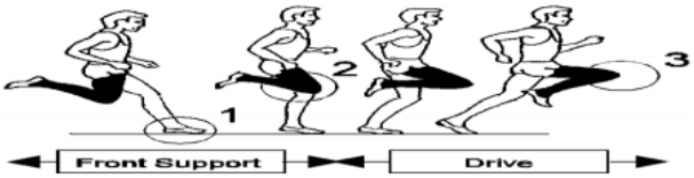
شكل 2- 1- رسم توضيحي للمراحل الفنية للعدو

1- مرحلة الارتكاز (الأمامي والخلفي)) :

أ- **الهدف** :تقليل فقدان السرعة اثنا ملامسة الأرض والحصول على أقصى دفع للأمام.

ب- الخصائص الفنية:

- الهبوط على مشط القدم
- ثني ركبة الارتكاز قليلا أثناء مرجحة الرجل الحرة المنثنية للأمام
- أثناء الدفع يجب مد مفاصل الحوض والركبة والقدم لرجل الارتكاز بقوة
- يجب رفع فخذ الرجل الحرة بسرعة في اتجاه الوضع الأفقي.



شكل 2-2- رسم توضيحي لمرحلة الارتكاز

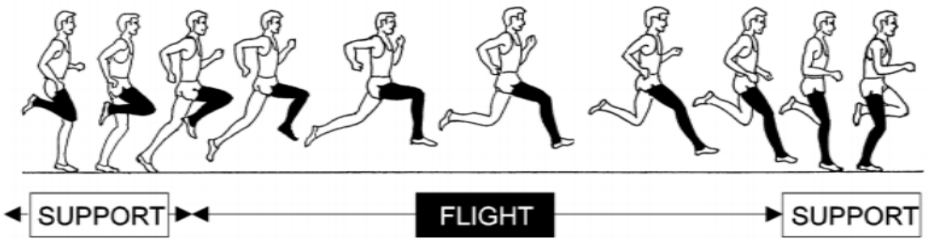
2- مرحلة الطيران (المرجحة:)

أ- **الهدف:** إحداث أقصى دفع للأمام والإعداد لارتكاز فعال أثناء ملامسة الأرض.

ب- **الخصائص الفنية:**

-تتجه ركبة الرجل الحرة المرجحة للأمام ولأعلى (لاستمرار الدفع ولزيادة طول الخطوة.)

- ثني ركبة رجل الارتكاز بوضوح أثناء مرحلة العودة (للحصول على اقصر مرجحة بندولية)
- يجب مرجحة الذارع بنشاط وبدون توتر.
- تدفع رجل الارتكاز الأخرى للخلف (لتقليل حركة التوقف أثناء ملامسة الأرض.



شكل2- 3- رسم توضيحي لمرحلة المرجحة

مثال تطبيقي: المقارنة بين العدائين يوسين بولت و تيسون قاي

وتكون بين ليوسين بولت و تيسون قاي عدائي مسافة 100 متر لتحديد الفرق بين الحركات البيوميكانيكية للعدائين أثناء سباق 100 متر سنة 2009

1-مرحلة الانطلاق:

أ- زاوية الميل :

نلاحظ ان زاوية الميل للجذع للعدائين ان العداء(بولت)

كان جذعه بزاوية 29.5°عند لحظة الانطلاق ثم اخذ هذا الميل في الزيادة تدريجيا إلى غاية 171.7° في نهاية المرحلة ليكون متفوقا على منافسه(غاي) الذي كان جذعه بميل 30.3° في لحظة الانطلاق ليزيد تدريجيا ولكن بنسبة اقل من منافسه فاخذ هذا الميل زاوية 142.1°عند نهاية مرحلة الانطلاق, وهذا ما توضحه الصورتان زاوية ميل الجذع عند كل عداء في اللحظة الزمنية 1 ثانية.

ب- عدد الخطوات:

قام العداء (بولت) بأربع4 خطوات في زمن قدره 2.58 ثانية وكان معدل طول الخطوة عنده 2.65 متر عكس العداء المنافس (غاي) الذي قام بخمس 5 خطوات في زمن قدره 3.3 ثانية وكان معدل طول الخطوة عنده 2.12 متر وهذا ما توضحه الصورة.

ج- وضعية الركبة والقدم الحرة:

عند اللحظة الزمنية t=1.3s كانت زاوية الركبة للعداء (بولت) بمقدار 75° بينما كانت زاوية الركبة للعداء (غاي) في نفس اللحظة الزمنية بمقدار 120.4°.

2- الفروق في مرحلة تزايد السرعة:

أ- بالنسبة لزاوية الركبة للقدم الحرة:

نلاحظ اختلاف في زاوية ثني ركبة القدم الحرة للعدائين حيث نميز زاوية بقدر 77° للعداء(بولت) أثناء المرجحة او الطيران بينما كانت بقدر 68.4° عند العداء (غاي) في نفس اللحظة الزمنية

ب-زاوية الركبة للقدم الحرة أثناء عملية الارتكاز الأمامي

كما نلاحظ اختلاف في زاوية الركبة للقدم الحرة أثناء عملية الارتكاز الأمامي حيث نميز زاوية بقدر 144.3° للعداء (بولت) إلا أنها كانت بمقدار 124.3° عند العداء (غاي) في نفس اللحظة الزمنية.

جـ-بالنسبة لقدم الارتكاز :

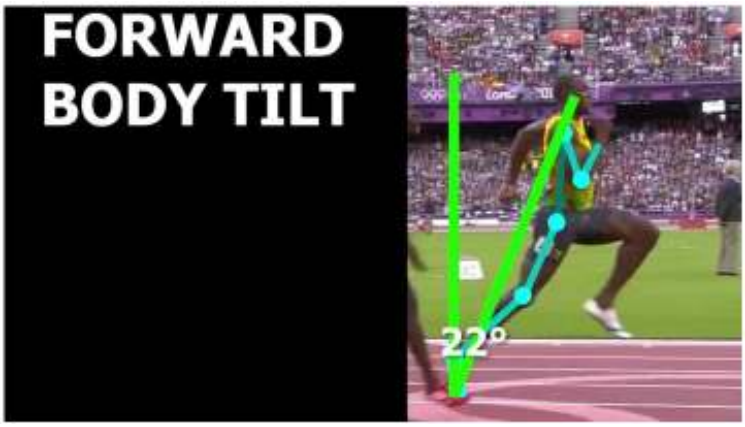
نلاحظ اختلاف في وضع قدم الارتكاز أثناء الارتكاز الأمامي بين العداء بولت والعداء غاي .

د- بالنسبة لحركة الكتف:

نميز حركة كتف مختلفة لكل عداء حيث نلاحظ مد خلفي كلي للكتف بالنسبة للعداء بولت بينما نلاحظ مد خلفي اقل للكتف بالنسبة للعداء غاي .

هـ- بالنسبة لوضع مركز الثقل:

نلاحظ ان وضع مركز الثقل يختلف من عداء لأخر حيث نميز ان مركز الثقل للعداء بولت كان متقدم بزاوية °22على المحور الطولي للجسم بينما مركز الثقل للعداء غاي كان متقدم بزاوية 18.8°



- قائمة المراجع والمصادر :

- الربضي كمال: التدريب الرياضي للقرن الحادي والعشرين،الجامعة الأردنية،عمان،2001.
- الربضي كمال: الجديد في العاب القوى،الجامعة الأردنية،ط2،عمان،1999.
- تطبيقات علم الحركة في النشاط الرياضي،2005.
- مروان عبد المجيد إبراهيم : كتاب أسس علم الحركة في المجال الرياضي، 2000 م . عمان
- إبراهيم احمد سلامة , الميكانيكا الحيوية , جامعة الفاتح , اسطنبول , تركيا , 2005
- أبو عيشة ،عاصم خليل: التحليل الحركي الكنماتيكي،رسالة ماجستير،كلية التربية الرياضية،الجامعة الأردنية،عمان،2006.
- أكرم حسين جبر الجنابي ، جامعه القادسية ، السعودية، رمي الرمح لأبطال العالم .2012
- الأندلسي، خالد دراسة كينماتيكا الحركة في الرياضة الحديثة.دار الجيل .الطبعة الأولى،2019
- بسطويسي أحمد : سباقات المضمار و مسابقات الميدان,دار الفكر العربي ‘مدينة النصر ,1997م ,صفحة من 288_303
- جميل الملائكة، مبادئ ميكانيك الموائع، بغداد، مطبعة جامعة بغداد، 1999، ص18.
- جيمس هي: الميكانيكا الحيوية لأساليب الأداء الرياضي، دار النشر العلمي والمطابع،الرياض،2008.
- حسام الدين طلحة، الميكانيكية الحيوية الأسس النظرية والتطبيقية، القاهرة ، دار الفكر العربي، 2012، القانون واللوائح الدولية لرفع الأثقال، قطر، مطابع دار الكتب.
- ريسان خريبط : التحليل الحركي للمهارة الرياضية .العراق :دار الشروق لتوزيع والنشر،2005.
- ريسان خريبط مجيد: التحليل الحركي،دار الثقافة للنشر والتوزيع،عمان،ط2002،1.
- سمير مسلط الهاشني – البيوميكانيك الرياضي ط2 جامعة الموصل دار الفكر العربي والنشر 1999 ص 292
- صائب عطية ألعبيدي وسمير مسلط الهاشمي : الميكانيكا الحيوية التطبيقية ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، 1991.
- صريح عبد الكريم الفضلي، تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي، مطبعة عدي العكيلي، بغداد، 2000، ص291.
- طاهر هاشم الكاضي : الإعداد الفني والخططي بالتنس ط2 بغداد الدار الجامعية للنشر 2000
- طلحة حسام الدين : الميكانيكا الحيوية ، الاتحاد الدولي لألعاب القوى ، القاهرة ، مركز التنمية الإقليمية بالقاهرة ، 1997 .

– عادل عبد البصير على , هندسة الميكانيكا الحيوية , المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع , القاهرة , مصر , 2007

– عبد الرحمان العنقري , الميكانيك الحيوية في الرياضة والنشاط البدني , جامعة الملك سعود , الرياض , السعودية ,2017

– عدي جاسب حسن , الميكانيكا الحيوية وانتقاء المواهب , دار مجدلاوي للنشر والتوزيع ,عمان , الاردن , 2014

– علي فاطمة.مبادئ الحركة في الرياضة .دار الجيل، الطبعة الثانية،2020

– علي فهمي ألبيك :المدرب الرياضي في الألعاب الفردية { تخطيط وتصميم البرنامج والأحمال التدريبية نظريات وتطبيقات } .الطبعة 1 . العراق : دار الشروق لتوزيع والنشر، 2001 .

– عمر،أحمد سعد الدين: تحسن فاقد سرعة الاقتراب وأثره على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمسابقة الوثب الطويل،دار المناهج للنشر والتوزيع،عمان،1999.

– عيسى سامي .الفيزياء في الرياضة . دار المعارف ، الطبعة الثالثة،2015

– فؤاد توفيق السامرائي، البيوميكانيك، مطبعة جامعة الموصل، 1997، ص 237.

– فيصل العياش، رياضة السباحة، مطبعة جامعة بغداد، 1989.

– قاسم حسن حسين وإيمان شاكر، طرق البحث في التحليل الحركي، دار الفكر للطباعة، الأردن، 1985، ص117.

– مازن احمد مروة , البيوميكانيك في الرياضة , الفرابي للنشر والتوزيع , بيروت , لبنان ,2015

– محمد إسماعيل علي الدرملي , الكيمياء الحيوية وميكانيكا الكم , العلم والإيمان للنشر والتوزيع , دسوق , مصر ,2019

– محمد يوسف الشيخ , الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها , ط2 , دار المعارف للطباعة والنشر ,القاهرة , مصر , 2015

– محمد،احمد.أساسيات الفيزياء الرياضية .دار المعارف ، الطبعة الثالثة،2015

– مروان عبد المجيد إبراهيم : التحليل الحركي البيوميكانيكي,دار رضوان للنشر والتوزيع ,عمان ,2014

– مروان عبد المجيد: طرق التحليل الحركي في العاب القوى. العراق : دار الفكر لنشر والتوزيع2005 .

– مقداد السيد جعفر وحسن سيد جعفر، رياضة السباحة، مطبعة الراية، بغداد، 1988، ص85).

- نجاح مهدي شلش : التحليل الحركي, الدار العلمية للنشر والتوزيع، عمان،2002 .
- وجيه محجوب : علم الحركة ، ج1 ، مطبعة جامعة الموصل ، الوصل ، 1985 .
- وديع ياسين التكريتي ، النظرية والتطبيق في رفع الأثقال، ج1، الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، 2009.
-علي سلوم جواد الحكيم ،العاب الكرة والمضرب والتنس الأرضي (بغداد مطبعة الطيف 2002)

- **قائمة المراجع باللغة الأجنبية :**

- **BIO-MECHANICS &INDUSTRIAL DESIGN 2013**
- **-1**↑ Mike Rosenbaum, "An Illustrated History of Shot Put" ،About, Retrieved 26-12-2016.
- **-2**↑ "SHOT PUT", IAAF, Retrieved 26-12-2016. Edited.
- **-3**^ أ ب Mike Rosenbaum (3-10-2016), "Olympic Shot Put Rules"،
- About.com, Retrieved 22-1-2017. Edited.
- **4**^ أ ب Mark Harsha, "Basic Technique for the Shot Put" ،National Throws Coach Association, Retrieved 26-12-2016. Edited.
- **5**^ أ ب "Shot put", Encyclopedia Britannica,28-7-2008 ،Retrieved 26-12-2016. Edited.