

التحليل الحركي

كتاب منهجي لطلبة الدراسات الأولية

والعليا للكليات التربية الرياضية في

الجامعات العربية

الدكتور

نجاح مهدي شلش

أستاذ مساعد كلية التربية الرياضية
جامعة البصرة

الأستاذ الدكتور

ريسان خريبط مجيد

أستاذ كلية التربية الرياضية
جامعة البصرة



- ♦ تأليف : الأستاذ الدكتور ريسان خربيط مجيد والدكتور نجاح مهدي شلش
- ♦ التحليل الحركي
- ♦ الطبعة الأولى / الإصدار الأول 2002
- ♦ جميع حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة للناشرين



♦ الناشر / الدار العلمية الدولية للنشر والتوزيع ودار الثقافة للنشر والتوزيع
عمان - وسط البلد - ساحة الجامع الحسيني - عمارة الحجري
هاتف : 4646361 فاكس : 4610291 ص . ب 1532 - الأردن
البريد الإلكتروني : info@daralthaqafa.com
العنوان على الشبكة : www.daralthaqafa.com

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب ، أو اختران مادته بطريقة الاسترجاع أو نقلة
على أي وجه أو بأي طريقة إلكترونية كانت أو ميكانيكية لم بالتصوير أم بالتسجيل
أو بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة مقتماً

All rights reserved no part of this book may be reproduced or
transmitted in any means electronic or mechanical including
photocopying recording or by any information storage retrieval
system without the prior permission in writing of the publisher

ان دراسة الحركة الرياضية علمياً تستوجب معرفة القوانين والمدلولات والعوامل الميكانيكية المؤثرة في الاداء الحركي للفعاليات الرياضية بطريقة تحليلية لغرض رفع وتطوير الانجاز الرياضي نحو الافضل هذا الواجب يجبر ان ينابط بالمدربين في المجال الرياضي.

ان قوانين الميكانيكا وعلاقتها المتداخلة والتي اكتشفت من قبل العلماء الذين استطاعوا بموجبها تحدي قوانين الطبيعة والتي وضعت قيوداً على حركة الانسان وعلاقته بالبيئة التي يعيش فيها قد طبقت على حركة الاجسام الجامدة لذا فأن مسألة التعميم تلك القوانين وتفسيرها وتطبيقاتها على حركة الانسان تستوجب اجراء التجارب التطبيقية على حركة الإنسان وخاصة عند ادائه للحركة بشكل عام والحركة الرياضية بشكل خاص لغرض تعميق تلك القوانين للعصر الحديث مما يعاد في تطوير الحركة الرياضية والانجاز الرياضي نحو الافضل.

ان معوقات كل علم قائم على الابحاث والنظريات والتجارب التي تقوم على اساس تعزيز الربط بين الظواهر المختلفة لكي توجد لها قواعد ثابتة مؤكدة ، ولقد درست الحركة دراسة مستفيضة خلال القرن العشرين واتخذت الاتجاهات الحديثة المسارات التالية:

١ - سمي هذا المسار بعلم الحركة العام او الوصفي حيث تناول دراسة علم الحركة هذا من حيث المقومات الكيفية التي تقوم عليها لتصل الى المدركات الصحيحة في الاداء الكيفي للحركة او للتكون الحركي الخارجي.

٢ - اما المسار الثاني فقد سمي بعلم الحركة التحليلي او التحليل الميكانيكي الحيوي . حيث استخدم الاختبارات والمقاييس الكمية التي تقيس المقادير والقيم مع تفسير حركات الكائن الحي من وجهة النظر الميكانيكية والفيزيائية التي تربط بين الاشياء المادية على الكرة الأرضية بالقوانين الحركية الثابتة.

ان هذا الكتاب يعتمد بالاساس على الفكرة اعلاه وجاء ليكمل الحلقات المتداخلة في الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها علمياً في التحليل الحركي لخدمة التدريب الرياضي ولقد اكد المؤلفون في كتابهم المتواضع هذا على خدمة طلبة كليات التربية الرياضية في الصفوف الثالثة والرابعة

بسمها التدريس والتدريب وكذلك طبع المنشآت الهولندية www.hollanduniversity.org والمدرسين والمحارر المتخصصين في مجال البايوميكانيك والتحليل الحركي ولقد كان التأكيد مركزاً على المحارر التالية:

- ١ - التعريف بالتحليل الحركي البايوميكانيكي وعلاقتها بطرق القياس والتقويم.
- ٢ - دراسة قوانين علم الكينماتيك والكتيك وكيفية تطبيقها في تحليل الحركة الرياضية.
- ٣ - دراسة القوانين المؤثرة على تعلم التكتيك وكيفية تطبيقها في تحليل الحركة الرياضية.
- ٤ - التحليل الحركي لبعض الفعاليات الرياضية.

ان المؤلفين يسعين من خلال هذا الجهد المتواضع الى خدمة مدربى ومدرسي وطلبة الاختصاص فى مجال التدريب الرياضي والتدريس أملاين ان تكون قد وفقنا في خدمة وتطوير الحركة الرياضية من وجهة نظر البايكانيكا الى حيرة والتحليل الحركي في المجال الرياضي.

الباب الاول

الفصل الاول: علاقة التقويم والقياس في التحليل الحركي

* مفهوم التقويم والقياس وانواعه

* الفرق بين التقويم والقياس

الفصل الثاني: انواع التحليل الحركي

الفصل الثالث: قواعد التحليل الحركي

الفصل الرابع: التحليل الميكانيكي الحيوي للمهارات الحركية.

الفصل الأول

علاقة التقويم والقياس بالتحليل الحركي

مفهوم التقويم:

يعني التقويم أصدار الأحكام على الأشياء وتقدير قيمتها وزنها أو هو الحكم على قيمة الشيء من خلال اكتشاف عيوبه ومحاسنه أو هو دراسة الظروف والعوامل التي تساعد سلباً أو إيجاباً على الوصول إلى الأهداف المرسمة مسبقاً.

بالنسبة للتربية الرياضية يعني التقدير لمستوى أداء الطلبة لغرض أصدار الحكم المناسب على أدائهم الحركي على ضوء معايير محددة مسبقاً. كما وأنه يتضمن حصيلة المستوى التي وصلت فيها حالة التدريب والمنهاج الموضع لتطوير مستوى أداء الرياضي. كما وأنه يتضمن أصدار الأحكام على النهاج التربوية وأساليب التدريب في تحديد مدى فاعليتها في تطوير الحالة التربوية أو عدمها فالتحقيق أدنى يهدف إلى ما يلي:

- ١ - معرفة مدى فاعلية البرامج التربوية.
 - ٢ - معرفة مدى فاعلية الوسائل التربوية والعلمية في تحقيق الأهداف.
 - ٣ - معرفة نقاط الضعف والقوة في الأداء الحركي والبرامج التربوية للأفراد والجماعات.
 - ٤ - معرفة قيمة التعليمات في التدريب الرياضي ومدى التقدم فيه.
- ويعرف قاموس (ويستر 1980) التقويم بأنه التحقق من قيمة.

مفهوم القياس:

يعني تقدير الأشياء والمستويات تقديرأ كمياً على ضوء إطار محدد من المقاييس المعروفة. أما ثورندايلك (Thorndike) فيقول ١٩٧٩ كل ما يوجد بمقدار وكل مقدار يمكن قياسه. إن القياس كما هو معلوم يتضمن عمليات المقارنة من خلال جميع الملاحظات والمعلومات الكمية عن موضوع القياس. والقياس يتاثر بطبيعة المتغيرات والأشياء المقاسة فبعض الأشياء والمتغيرات يمكن تحديدها بدقة كالطول والوزن للجسم. في حين يصعب التحكم على تحديد قياس متغيرات أخرى مثل قياس بعض العمليات العقلية وسمات الشخصية وذلك بسبب تعقدنا وتاثيرها بالعوامل الذاتية.

ويجيب لنا القياس (علوي ورضوان) ١٩٨٩ في المجال الرياضي عن السؤال :كم؟ أو ما مقدار
أي كم طول الطالب؟ أو ما مقدار وزنه ؟ أو ما مقدار سرعة أو قوة الرياضي؟

أن الطريقة الأولى للقياس نطلق عليها طريقة القياس المباشر. أما الطريقة الثانية فنطلق عليها
طريقة القياس الغير مباشر. والقياس المباشر والغير مباشر يتاثر بعوامل كثيرة أهمها هي:

١ - طبيعة الشيء أو العوامل المراد قياسه.

٢ - هدف القياس.

٣ - النوع المستخدم في القياس.

٤ - طريقة القياس وجمع المعلومات وتدريب الفاحصين.

٥ - عوامل أخرى مختلفة تتعلق بطبيعة القياس والشيء المراد قياسه.

من ذلك يمكن القول ان القياس وسيلة مهمة من الوسائل المستخدمة في عملية التقويم، وهذه
الوسيلة كما ذكرنا في البداية تأثر بطبيعة الشيء المراد قياسه فنستخدم القياس المباشر عندما
نريد قياس أشياء مثل الطول والوزن. نستخدم القياس غير المباشر عندما نريد قياس أشياء أخرى
مثل السمات الشخصية أو العمليات العقلية على سبيل المثال. ويعتبر القياس المباشر من أدق
أنواع القياس.

الفرق بين التقويم والقياس:

ان التقويم كما هو معلوم اعم وأشمل من القياس. وتم عملية التقويم على أساس نتائج
القياس. لذلك تتوقف دقتقتوسلامة التقويم على دقة المقاييس المستخدمة. فإذا كانت المقاييس غير
صادقة وغير دقيقة فإن التقويم يصبح غير صادق ومضللاً. والتقويم يبني على أساس البيانات
المتر acumة من عمليات القياس ويتضمن أصدار الحكم على ظاهرة أو سمة خاصة عن طريق
تحديد مدى ما تحقق من الأغراض والأهداف موضوعة القياس. ولا يقتصر التقويم في مجالنا
الرياضي على جانب أحادي من جوانب شخصية الفرد المتکاملة الإبعاد. لذلك فإن التقويم كما
يقول (علوي ورضوان- ١٩٨٩) ما هو الا « جرد لمحاتيات الفرد » وهو عملية تهدف وصول إلى
دراسة الظاهرة ووضع التعميمات والمعايير التقويمية لها وذلك من أجل استخدامها للتحقق
والحكم على درجات الجوانب المقاسة والتقويم والقياس بناء على ذلك يكمل احداها الآخر ويعتدان

على بعضهما من ذلك نستطيع القول أن التقويم أعم وأشمل من القياس كونه يقترب بالأهداف الواسعة نسبياً والتي كثيراً ما تتسع حتى تشمل منهاجاً ونظاماً كاملاً أو تقويم الشخصية المتكاملة للبرنامج أو التدريس أو الطالب كاملاً أو الوسائل. أما القياس فما هو إلا عبارة عن أحدى الأدوات المستخدمة في التقويم لتقدير وزن واصدار الأحكام على الطواهر والأفراد والموضوعات والآحداث.

طرق ووسائل التقويم في الميكانيكا الحيوية:

الميكانيكا الحيوية هي العلم الذي يدرس عملية الاداء الحركي للانسان او الحيوان وفقاً لقوانين ميكانيكية خاصة. كما وان هذه القوانين الميكانيكية الخاصة تتعدى بسبب تطبيقها على حركة الانسان وتختلف في تطبيقها على حركة الجماد والسكنون. لقد زاد الاهتمام بهذا العلم نتيجة التطور الكبير الذي حدث بسبب حب الانسان وميله الكبير إلى اكتشاف اسرار الكون والوصول الى القمر والكواكب الاخرى. اما في مجالات الحياة الاخرى فلقد تعددت ابعاده بسبب تعدد مجالات البحث في حركات الكائن الحي. فاصبحت له فروع تتعنى بالحركات الرياضية من اجل تحديد التكينيك المثالى لها وأخرى تعنى بحركات العمل لزيادة الانتاج واخرى تهتم بتربيبة الخواص (المعاقين وأخري تعنى بالبحث في التكوين الديناميكى للهيكل العظمي والجهاز العضلى الذين يهتم بهما بعض الاطباء وفقاً لاحتياجاتهم المختلفة. لقد سعى هذا العلم في المجال الرياضى الى تحقيق الاغراض التالية:

- بحث التكينيك الرياضي المثالى من خلال التحليل الميكانيكي الحيوى لهدف الحركة.
 - ايجاد الاختبارات والطرق الموضوعية في بحوث الحركة وقياسها.
 - معرفة مدى تاثير التمارين الرياضية والاعداد البدنى في خدمة تطوير وتعليم التكينيك المثالى في المجال الرياضي.
 - تعليم الحقائق العلمية والموضوعية التي تساعده على تطوير التكينيك الرياضي.
 - تحديد وايجاد التمارين الرياضية المناسبة في تطوير البناء البدنى للرياضي.

وبناءً على ذلك فأن هذا العلم يسعى الى دراسة المنحنى الخاص للمسار الحركي للحركة الرياضية سعياً وراء تحسين التكينيك الرياضي وذلك من أجل تصحيحه وتطويره وفقاً لحدث

نظريات علم التدريب الرياضي. وعلى العموم فإن الطرق المستخدمة في تحليل الحركات الرياضية تعتمد بالأساس على طريقتين:

١- الطريقة الذاتية (الوصفية):

تقديم الحركات الرياضية ذاتياً وبشكل سريع وطبقاً لقانون اللعبة كما في العاب الجمباز والغطس والبالة. وترتبط هذه الطريقة بطريقة المخلفين. أي اختيار مجموعة من الخبراء أو الحكماء مخلفين يؤخذ رأيهما كل منهم في مستوى الأداء الحركي للمهارة المراد تقويمها وفقاً لقانون اللعبة وتجمع درجات المحكمين وتقسم على عددهم المتوسط الناتج يعتبر تقييم مستوى الأداء الحركي للمهارة.

٢- طريقة التحليل الحركي باستخدام الأجهزة:

كما هو معلوم أن العين المجردة للشخص غير كافية للحصول على المعلومات والحقائق العلمية الدقيقة لبعض الحركات الرياضية التي تصل سرعتها إلى ٢٤/١ من الثانية على سبيل المثال. والحكم على صحة الحركة بالتقدير العام يعتبر حالتغير دقيقة في البحث العلمي لاستيعاب دقائق الحركة وتحديد اخطائها لهذا فإن الاتجاه به في الاعتماد على طريقة التحليل الحركي بأجهزة وسائل دقيقة يمكن من خلالها تسجيل دقائق الحركة في أصغر وحدة زمنية حتى يمكن التعرف على المقادير المختلفة للحركة التي تبنتها عليها حقيقة الأداء.

ويمكن تحليل الحركات الرياضية من خلال استخدام الوسائل التالية:

١- القياس اللحظي بواسطة الخلايا الضوئية Electronic Stroboscopic

٢- جهاز ضبط الزمن Gronograph

٣- التصوير بالاشت الضوئي Chrono Photography

٤- تصوير النبضات الضوئية (فوتوكرافيا) Cyclo grametry

٥- جهاز تسجيل السرعة Speedo graphy

٦- التصوير السينمائي Cinematography

٧- التصوير الدائري Chrono Cyclography

٨- منصة قياس القوى Force platform

الفصل الثاني

أنواع التحليل الحركي

أن التحليل الحركي أنواع متعددة وكل نوع منها يعتمد بالأساس على وسيلة القياس المستخدمة وشمولية المتغيرات المراد تحليلها. (الصميدى ١٩٨٧). ولقد قسم التحليل الحركي بناءً على ذلك إلى الحالات التالية:

١- التحليل الحركي الكمي:

ويشمل هذا النوع داخلياً على الشكلين التاليين:

- التحليل الدقيق: أي استخدام أجهزة قياسية دقيقة ومتقدمة مثل التصوير السينمائي والتصوير الدائري (المتابع) أو التصوير بالألات التصوير الاعتيادي. والتحليل هنا يعتمد على أساس تصوير أعداد كبيرة من الحركات بوقت واحد.

- التحليل التقريري: أي التحليل باستعمال معلومات نسبية غير دقيقة للجهاز القياسي الواردة مع حساب العوامل بشكل عام ومعلومات تقريرية عامة لحركات رياضية متعددة.

٢- التحليل الحركي النوعي:

ويشمل ما يلي:

- التحليل العميق: دراسة دقائق الحركة بشكل شامل وعميق باستعمال الأجهزة المذكورة في (أولاً) مع تعزيز التحليل بتأسيس العلوم التربوية من أجل الحصول على النتائج التربوية الدقيقة.

- التحليل الأساسي: أي التحليل بشكل أساسي عميق للحالة الحركية دون الحاجة إلى استخدام المعلومات التي يمكن الحصول عليها من الأجهزة المستخدمة في التحليل الكمي.

- التحليل التبسيطي: التأكيد على حساب العوامل والمتغيرات الواضحة في التحليل مع الابتعاد عن الدقة في حسابات التحليل.

٣ - التحليل التربوي :

أن التحليل التربوي هنا ذو طابع انتاجي حيث يتم من خلاله توضيح جوهر الأخطاء الحركية والتكتيكية من أجل أيجاد الطرق الصحيحة للتخلص منها كما وانه بشكل عام يركز على الاقتصار على وضع التكنيك الملائم دون الاعتماد بشكل كبير على موضوعية قوانين البايويميكانيك.

من أعلاه نجد أن التحليل الحركي النوعي يعتبر أكثر أنواع التحليل الحركي متانة وقوية وخاصة عندما يرتبط بالتحليل التربوي. أما التحليل التربوي لوحده فإنه يلعب دوراً هاماً في عملية تحسين التكنيك المثالي فقط.

أشكال الحركات:

ينبغي فهم أشكال الحركة من حيث مسارها الهندسي أو لمسارها الزمني ثانياً ومعرفة الحركات الأساسية التي يقوم بها الإنسان على مفاصله قبل البحث في تحديد المدلولات الكينماتيكية والكتيناتيكية في التحليل الحركي (شلش ١٩٨٨). ويستقوم هنا بالتعرف على الحركات واشكالها.

أشكال الحركة من ناحية مسارها الهندسي:

١- **الحركة الخطية (الانتقالية):** هي هذا النوع من الحركات يقوم الجسم بالتحرك من وضع إلى آخر بحيث يقطع الجسم أو مراكز ثقله أو أجزاءه خطوطاً ومسارات هندسية متوازية خلال انتقاله وتحدث في خط مستقيم أو على شكل قوس وعندما تكون على شكل قوس فتتسمى بالحركة الانتقالية الفرسية.

٢- **الحركة الدورانية (الزاوية):** وفيها يسير الجسم بشكل دائري (زاوي) حول محور داخل الجسم أو حول محور خارج الجسم بحيث يرسم الجسم ككل أو مراكز ثقله أو أجزاءه في حركته مسارات أو خطوط دائرية أو زاوية أو خطوط دائرية ذات أنصاف قطر مختلفة.

٣- **الحركة المركبة:** وهي مركب من الحركات الانتقالية والدائيرية حيث يتحرك الجسم حركات دائيرية حول الدوران وفي نفس الوقت ينتقل الجسم أنتقالاً خطياً وهذا النوع شائع الظهور في المجال الرياضي وأحسن مثال لذلك ركوب الدراجة أو الغطس في الماء.

أشكال الحركات من ناحية مسارها الزمانية:

١ - حركات منتقطة : وهي التي يقطع فيها الجسم نفس الوحدات المكانية في نفس الوحدات الزمنية.

٢ - حركات غير منتقطة : وفيها يقطع الجسم مسافات غير متساوية في نفس الوحدات الزمنية
المتساوية وتقسم الحركات الغير المنتقطة الى قسمين :

- حركة بتعجيل ثابت (موجبة أو سالبة).

- حركة بتعجيل متغير (موجبة أو سالبة).

والسرعة في الحركة ذات التعجيل الثابت (موجبة أو سالبة) تزداد أو تنقص في الاحداث الزمنية المتساوية بنفس المقدار.

الحركات الأساسية لمفاصل جسم الانسان:

أن كل جزء من أجزاء الجسم يسمح بحركات خاصة تتفق مع شكل وطبيعة المفصل الذي تم فيه الحركة . وعموماً يمكن تحديد الحركات الأساسية التي يقوم بها جسم الانسان وفقاً له على النحو التالي :

١ - الثنائي: تقريب العظام المترافقين إلى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما.

٢ - المد: أبعاد العظام المترافقين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما.

٣ - التقريب: تقريب أداء الجسم باتجاه محوره الشاقولي.

٤ - الأبعاد: تبعيد أجزاء الجسم بالاتجاه بعيد عن محوره الشاقولي.

٥ - الرفع: وهو رفع أجزاء الجسم إلى الأعلى.

٦ - الخفض: هو خفض أجزاء الجسم إلى الأسفل.

٧ - التدوير: تتم الحركة حول المحور الطولي للعظم.

٨ - الكب: تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الداخل وحول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه باطن اليد الأرض.

- ٩ - البطح: تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الأرض.
- ١٠ - الدوران: الحركة الدورانية لجزاء الجسم على أنه تشمل هذه الحركة مجموعة حركات كالثنبي والتبعيد والمد والتقريب والرفع والخفض.

المحاور والمستويات Axes and Planes

أن الحركات التي يقوم بها الإنسان لا بد وأن تتم حول محور ما وتقع على مسطح. وأن هذه المحاور والمستويات وهمية، وتعتبر مسألة دراستها ومعرفتها ضرورية في وصف الحركة وتحليلها موضوعياً. والمحاور في جسم الإنسان هي كاملاً:

١- المحور الطولي أو الرأسي: Longitudinal axis

وهو المحور الذي يعمرد عند سقوطه مع الأرض حيث يخترق هذا المحور جسم الإنسان من قمة الرأس إلى أسفل القدمين على الأرض والحركة المحورية والدورانية للجسم حول نفسه تقع على هذا المحور شكل(١).

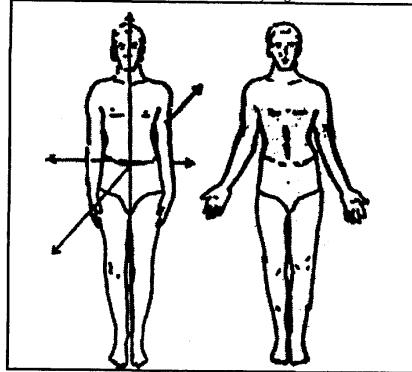
٢- المحور العرضي أو (الأفقي) Transverse axis

وهو المحور الذي يمر على الجسم بشكل أفقي من جانب إلى جانب. والدحرجة الأمامية تعتبر حركة من الحركات التي تتم حول هذا المحور.

٣- المحور العميق (السهمي) Anteroposterior axis

وهو المحور الذي يمر على الجسم بشكل أفقي من الأمام إلى الخلف والعجلة البشرية مثال للحركات التي تتم حول هذا المحور.

أما المستويات في الجسم البشري فهي:



شكل(١)

- ١- وضع الوقوف الاعتيادي وتبين عليه المحاور الثلاثة .
- ٢- وضع الوقوف التشريسي.

١ - المستوى الأمامي ومحوره الأمامي *Frontal plane*

وهو المستوى العمودي الذي يمر خلال الجسم من الجانب ويقسم الجسم الى نصفين متساوين نصف أمامي ونصف خلفي. ان حركة ثني الجذع للجانبين مثال للحركات التي تؤدي على هذا المستوى (شكل -٢/ب).

٢ - المستوى الجانبي ومحوره العرضي *Sagittal plane*

وهو المستوى العمودي الذي يمر خلال الجسم من الجانب ويقسم الجسم الى نصفين أيمين وأيسر (شكل -٢/ا). ان حركة الشقلبة الهوائية مثال للحركات التي تؤدي على هذا المستوى.

٣ - المستوى العرضي ومحوره الشاقولي *Transverse axis*

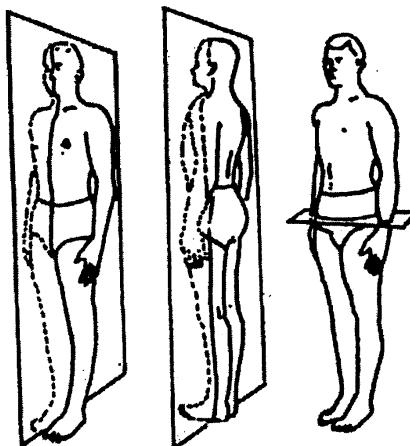
وهو المستوى الذي يمر خلال الجسم أفقياً ويقسمه إلى قسمين أعلى وأسفل (شكل -٢/ج). ان حركات دوران الجذع مثال على الحركات التي تؤدي على هذا المستوى.

المفاصل في جسم الانسان Joints

المفصل عبارة عن ارتباط عظمتين أو أكثر أو غضروف مع عظم أو غضروف مع غضروف والمفاصل مختلفة باختلاف حركتها. فنجد بعضها تحرك بحرية تامة ويزوأيا متعدد قوي يطلق عليها بالمفاصل الزيليلية وفيها تسمى بالحركة وتسمى بالمفاصل الليفية. وستتناول هنا المفاصل الزيليلية وأنواعها للتعرف على درجة حركتها وأشكالها.

المفاصل الزيليلية :

أن الاتصال الخاص للنظام المتضمنة في المفاصل الزيليلية يعطيها القدرة على التحرك بعدة اتجاهات وإنجاز الحركات الدائرية على عدة محاور والمفاصل الزيليلية مختلفة الأشكال والحركات وستنقوم هنا بتناول أشكالها المختلفة وهي كالتالي:



شكل (٢)

جـ) مستوى عرضي بـ) مستوى خلفي أـ) مستوى أمامي

- مفصل الكرة والحق Ball and socket Joint -

هذا النوع من المفاصل يسمح بالحركة الحرة لعدة اتجاهات مثل الثني والمد والتقريب والابعاد والتقوير للداخل والخارج والدوران. أن أحسن مثال لهذا النوع من المفاصل مفصل الكتف ومفصل الورك (شكل $b+c/3$). .

- المفاصل الرزية Hinge Jint -

أن حركة هذا النوع من المفاصل تشبه حركة زرعة الباب. وتنتمي حركة حول المحور العرضي وعلى المستوى الجانبي. ومن أمثلة هذا النوع من المفاصل مفصل المرفق ومقل الركبة. وتسمح حرکتها بالثني والمد فقط (شكل h-٣). .

- المفاصل المحورية (الارتكانية) Pivot Joint -

هذا النوع من المفاصل يسمح بحركة دوران أحدي العظام المتمفصلة حول محوره الطولي بينما يكون مرتكزاً في نفس الوقت على رأس العظم الآخر. مثال ذلك حركة المفصل الكبيري الذي عند أداء وضع الكب والانطراح للساعد حيث يدور رأس عظم الكبيري وكذلك يحدث في المستوى الأفقي وحول المحور الطولي ومثال لذلك مفصل الجمجمة مع الفقرة العنقية الأولى (F-٢).

- المفاصل السرجية Saddle Joint -

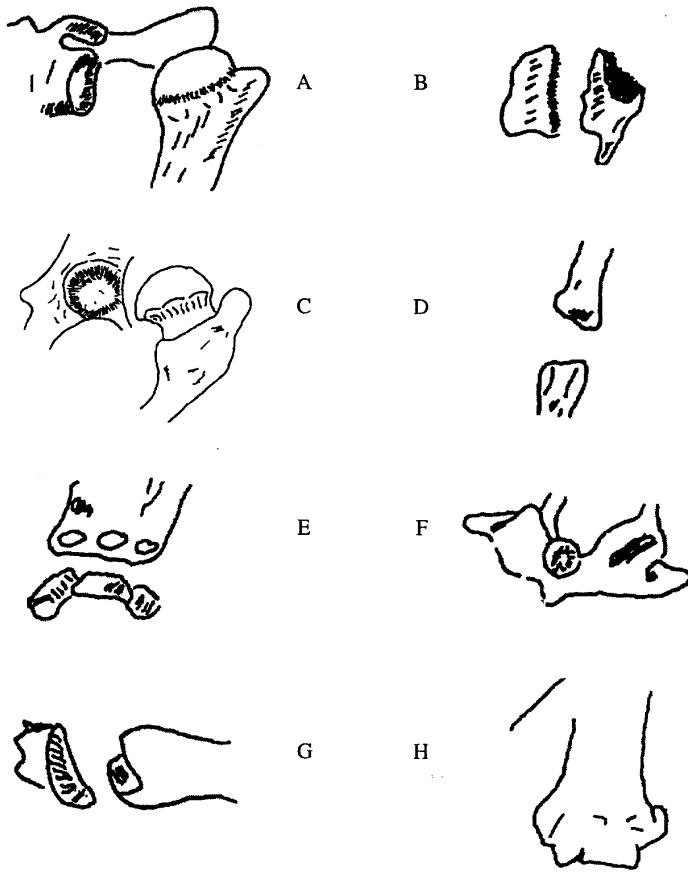
أن هذه المفاصل تشبه في شكلها السرج. ومن أمثلتها المفصل الرسغي السنفي للابهام ويمكن أداء حركات الابعاد والتقريب والثني والمد (شكل g-٣).

- المفاصل المسطحة الانزلاقية Gliding Joint -

تحت الحركة في هذه المفاصل على شكل حركة انزلاقية بين العظامي المتمفصلين مثال عظام رسخ اليد ومشط القدم والفقرات في العمود الفقري (شكل a-٢).

- المفاصل اللقمية Gondyloid joint -

تحت الحركة في هذه المفاصل من جانب إلى آخر ومن الأمام إلى الخلف. مثال عليها مفصل الفك الأسفل مع العظم الصدغي ومفصل الرسخ (شكل d+e-٣).



شكل (٢)

الأشكل المختلفة للمفاصل الزيلية.

نسبة الحركة والنظام الاحادي:

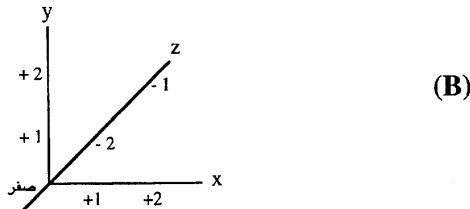
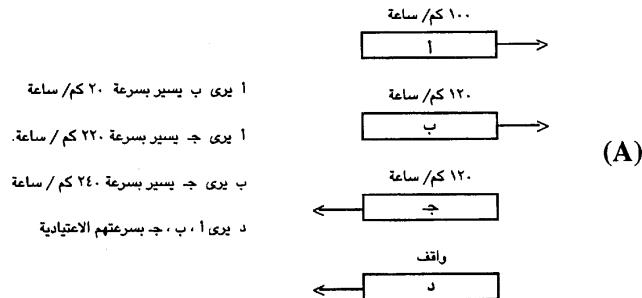
ان الحركة كما يقول جمسي هاي (١٩٧٧) تعني عمليات التغيير المكانى أو الوصفي بالقارنة مع بعض النقاط او العلامات الدالة . ويصح القول ايضاً بان الحركة هي التغيير في المكان أو الوضع على أساس الزمن بالمقارنة مع بعض النقاط او العلامات الدالة فراكب الطائرة على سبيل المثال يشعر وكأن الطائرة واقفة لا تتحرك خلال الليل وفي الارتفاعات الشاهقة اما عندما ينظر من النافذة ويقارن وضعه الحركي من داخل الطائرة مع البناءيات الموجودة خارج الطائرة فإنه يشعر بحركة الطائرة. ان السبب في ذلك هو المقارنة بين النظام الثابت (البناءيات على الأرض) مع حركة الطائرة. ان هذا النظام يطلق عليه النظام الاحادي للحركة ومن طريق هذا النظام يمكن تحديد نقطة المقارنة مع تحديد اتجاه الحركة للجسم المتحرك. وهذا النظام الاحادي يمكن الاستفادة منه في المجال الرياضي.

فالعداء على سبيل المثال لا يمكن مقارنته سرعته عندما يركض لوحده، إلا أنه يمكن مقارنته سرعته عندما يتتسابق مع آخرين حيث يتمكن من قياس سرعة حركته مع سرعة حركة الآخرين أن الأجسام المتحركة يختلف أحاسيسها بالحركة طبقاً للاتجاه ووضعيية الجسم الثابت وعندما نلاحظ على سبيل المثال من نافذة سيارتنا التي تسير بسرعة ١٠٠ كم/ساعة حركة سيارة بجانبنا تسير بسرعة ١٢٠ كم/ساعة فأننا يمكن أن نقول أن سرعة السيارة التي بجانبنا هي ٢٠ كم/ساعة بالمقارنة مع سرعة سيارتنا.

اما عندما تكون السيارات في اتجاه معاكس لبعضهما ويسيران بنفس السرعة أعلاه فأننا يصح أن نقول سرعة حركة السيارة هي ٢٠ كم/ساعة. اما عندما نشاهد السيارة وهي تسير في سرعة مقدارها ١٠٠ كم/ساعةونحن واقفون على الأرض فأن السرعة تكون على طبيعتها (شكل-A4).

بناء على ذلك فأن الحركة ودراستها تتطلب معرفة النقطة الثابتة الدالة (نظام نسبي ثابت) أو(منظومة الحساب) لمعرفة كمية واتجاه الحركة. فخط البداية لعدائي مسافة ١٠٠ م يعتبر النقطة الثابتة على سبيل المثال.

وفي الختام فأن حركة الرياضي تتطلب معرفة المحاور الثلاثة وهي المحور العمودي الذي يكون في اتجاه عمودي مركز على الجاذبية الأرضية أما المحور الآخران فهما المحور الأفقي الأمامي الذي يكون في الاتجاه الموازي لسطح الأرض وفي اتجاه الحركة والمحور الثالث والأخير هو المحور الأفقي الجانبي الذي يكون موازياً لسطح الأرض ومتعاوحاً مع المحورين الأفقي الأمامي والعمودي (B4) أن هذه المحاور الثلاثة في نقطة واحدة هي نقطة الصفر.



شكل (٤)

(A) نسبية الحركة (B) النظام الاهدافى للحركة

قواعد التحليل الحركي

بغض النظر عن نوعية التحليل أن التحليل الحركي يخضع لمجموعة متعددة من القواعد العامة والقواعد يمكن تصنيفها وفقاً لل التالي:

- ١ - تحديد اسم المهارة أو التمرن البدنى بشكل دقيق وواضح.
- ٢ - تحديد هدف التحليل الحركي للمهارة أو التمرن البدنى بحيث يكن مطابقاً مع واجبات التحليل.
- ٣ - اختيار الطريقة العلمية التي تتناسب مع التحليل الحركي المطلوب للمهارة أو التمرن البدنى.
- ٤ - تحديد الوسائل والاجهزة التي يمكن من خلال الحصول على المعلومات الخاصة بالتحليل الحركي.
- ٥ - تحديد الخصائص والقوانين الخاصة بالمهارة أو التمرن المطلوب تحليله.
- ٦ - تحليل العلاقة بين الخصائص والمتغيرات من وجهة نظر القوانين الميكانيكية والتشريحية والنفسية والفيزيائية.

معنى التحليل الميكانيكي الحيوي للمهارات الحركية وأهميته:

قبل ان نحدد معنى التحليل الحركي نود ان نوضح بأن هذا العلم يعتمد بالاساس على استخدام القوانين والأسس المستخدمة في علم البايوميكانيك بغرض دراسة الحركة وتحليلها تشريحياً و ميكانيكاً. كلمة اغريقية يكون معناها عندما نعرفها (الميكانيكا الحيوية) وعندما نستخدم كلمة اغريقية يكن معناها عندما نعرفها (البايوميكانيك) أو (الميكانيكا الحيوية) في كتابنا هذا فأننا نعني بذلك نفس المعنى لكلا المصطلحين. وكلاهما يعني بدراسة الظاهرة الحركية دراسة موضوعية على أساس استخدام القوانين والأسس والمدلولات الميكانيكية في التحليل الحركي والتحليل الميكانيكي الحيوي للمهارة الحركية يشتمل على تجزئة الحركة المراد

تحليلها إلى أقسامها المترادفة وتقرير طبيعة كل جزء من الحركة بغرض تطبيق الاسس والقوانين الميكانيكية والتشريحية الملائمة للكيني المثالي للحركة، والتحليل الميكانيكي الحياني يعطي الاجوبة الدقيقة للأسئلة التالية:

- ١ - ما هي المفاصل والظامان المشاركة في الواجب الحركي عند إداء الحركة.
- ٢ - ماهي الحركات التي تقوم بها تلك المفاصل خلال إداء الحركة.
- ٣ - هل هناك أي مفاصل مستخدمة في حدود الذي الحركي للمفصل.
- ٤ - ماهي العضلات المشاركة والمستجيبة لحركات المفاصل الفاعلة في الإداء الحركي.
- ٥ - ماهي طبيعة الانقباضات التي تقوم بها العضلات المشاركة في الإداء الحركي.
- ٦ - هل هناك آية عضلات في المجموعات العضلية المشاركة تعطي أقصى جهد أو شدة مطلوبة.
- ٧ - ما هي الأسس الميكانيكية والتشريحية التي تساهم في أقصى دقة وجودة في الأداء المثالي للمهارة الحركية.
- ٨ - ما هي الأسس الحركية ذات العلاقة المباشرة في تجنب الإصابة.

يعتبر التحليل الميكانيكي الحيوي عاملاً مساعداً في التدريس والتدريب المؤثر للمهارات الحركية وإن هذا لا يعني مطلقاً أن المدرس أو المدرب ملزم بشرح التحليل الحركي للمهارة المراد تعلمها خلال الدرس. إلا أنه من جانب آخر يعني بأن التحليل يضيف للمدرس أو المدرب خلفية صحيحة تساعده على عرض المهارة الحركية بشكل صحيح ومعرفة النقاط التي يجب أن يركز عليها في التدريب وتدريس المهارات الحركية.

كما وأنها تمد المدرب والمدرس بالمعرفة التي تمكّنه من ملاحظة أداء لاعبيه بعيون قريبة في فعلها من الأشعة المستخدمة في المجالات الطبية لغرض قياس ومشاهدة الصعوبات التي ترافق أداء المهرة. وإن التحليل أيضاً عامل مساعد لمدرس والمدرب الرياضي في زيادة إدراكه ومعرفته للإصابات المحتملة الواقع وكيفية تجنبها. والمدربين الذين يتمكّنون من تطبيق المعرفة التحليلية للحركة بشكل مؤثر على لاعبيهم يعتبرونه أفضل من غيرهم في مجال التدريس والتعليم والتدريب الرياضي وذلك لخبرتهم ومعرفتهم العلمية في مجال تطوير أمكانيات الرياضيين الذين يعملون معهم في مختلف المهرات الحركية. لقد وضع كثير من الأنظمة في تقسيم المهرات

الحركية وكل نظام يستند على وجهه نظر محددة في التقسيم إلا أننا سنقوم هنا بالاعتماد على النظام المعتمد في تقسيم المهارات الحركية لـ (وليز-لوتجينز). حيث يعتمد هذا النظام على تقسيم المهارات الحركية وفقاً لل التالي:

١- المهارات المعتمدة على انتصاب القامة.

٢- المهارات المعتمدة على إعطاء كمية حركية (زخم حركي) وهي:

- إلى نفس الجسم (تفاعل الجسم مع الارتكان) وهي:

* مرتكزة على الأرض أو أي سطح صلب مثل الحركات على قواعد ثابتة أو على الأقدام أو على الإطارات أو على اليدين أو على الركبتين أو القدمين أو الظهر أو الرقبة ... الخ.

* الارتكان بالتعلق مثل فعاليات التعلق للجمناستك على الأجهزة.

* المقدونفات والطيران أو السقوط في الهواء وعلى الأرض مثل فعاليات الترامبولين والحركات البهلوانية في الهواء أو طيران الجسم أو آية آداة أو جسم مقدونف في الهواء.. الخ.

* مرتكز على الماء كالسباحة والزوارق الشراعية والتزلج على الماء.. الخ.

- إلى أجسام خارجية كالرمي باليد أو الأجهزة والدفع والسحب والرفع والكبس والضرب والرفس.

٣- المهارات المعتمدة على استلام كمية حركية (زخم حركي) وهي:

- من نفس الجسم الهبوط على الأرض من القفز أو السقوط.

- من جسم خارجي كالمسك والاستلام والنقل والقطع.

الخطوات التخطيطية في التحليل الحركي:

عندما نعرف أن الحركة تقع في أحدى التقسيمات التي ذكرناها في أعلاه وعرفنا غرض الحركة الأساسي نستطيع الآن تحليل الحركة ميكانيكيأ وتشريحياً.

أن العمل في التحليل الحركي تطبيقياً يعتمد بالأساس على وضع التخطيط السبق لكي يكون العمل منظماً أكثر علمية. ويمكن أن تقترح هنا نموذج لهذا النوع من التخطيط للتحليل الحركي للمهارات المراد دراستها. وهذا النموذج يتسلسل وفقاً للخطوات التالية:

- ١ - يجب أن تحدد اسم المهارة الحركية المراد تحليلها والى أي صنف ترجع للانصاف المقتمدة في تقسيم المهارات الحركية أعلاه. فإذا كانت المهارة على سبيل المثال النطح بكرة القدم او التهديف السلمي بكرة السلة او الكبس بالطايرة او قفزة فسيبوري او الوثب الطويل فإن اسم المهارة يثبت بشكل دقيق.
- ٢ - تحديد هدف أو أهداف التحليل الميكانيكي الحيوي والمهارة الحركية المراد دراستها. فالهدف الاساسي يجب تحديده للتحليل الميكانيكي الحيوي للمهارة الحركية. فإذا كانت المهارة المراد دراستها وتحليلها شكل من اشكال الرمي او الكبس فيجب تحديد الحركة على سبيل المثال اي يجب وضع السؤال التالي، ما هو الهدف الاساسي للحركة؟ هل ان غرض الحركة هو سباق المسافات القصيرة او المتوسطة او الطويلة؟
- ٣ - تحديد طريقة البحث واجهزة القياس التي سيتم استخدامها في تحليل المهارة. فإذا كان البحث مسحياً او تجريبياً فيجب تحديد نوعيته او وبعد ذلك تقوم باختيار الجهاز الذي يمكن استخدامه فإذا كان الغرض من البحث موقياًس مدى حركة الفحصل فيمكن استخدام الاجهزة المذكورة في الفصل الثاني والجoniometer أحد الاجهزه المستخدمة في هذا المجال على سبيل المثال. وإذا كانت الحركة المراد تحليلها من الحركات السريعة جداً ويهدف من خلال التحليل إلى معرفة المسار الحركي لمركز ثقل الجسم فإن مسألة استخدام الكاميرات ذات السرعات العالية تصبح ضرورية في قياس المتغيرات المطلوب قياسها للمهارة قيد الدراسة.
- ٤ - تحديد المتغيرات والقوانين والاسس والعوامل المؤثرة على الاداء الحركي للمهارة الحركية لغرض معرفة الارتباطات المتداخلة بينها وتحديد مسارها المثالي لخدمة الواجب الحركي.
- ٥ - استخدام الوسائل الاحصائية والقوانين الجبرية لتحديد مدى العلاقة الموجودة بين الاداء الفعلي والاداء المثالي المطلوب للمهارة.
- ٦ - استنتاج النتائج التي تم التوصل اليها من خلال الخطوات السابق ذكرها مع وضع التوصيات المناسبة التي تعتمد عليها نتائج البحث.

من كل ما تقدم نستطيع أن نقول أن التحليل الميكانيكي الحيوي هو تحليل تشريري ميكانيكي للمهارة المراد دراستها. والتحليل التشريري يعتمد على أساسين الأول هو تحليل الفعل الحركي للمفاصل والزوايا التي تتكون نتيجة لحركة العظام وتفصيلها مع بعضها. ويمكن استخدام أجهزة لقياس زوايا المفاصل مثل جهاز الجونيوميتر العادي والجونيوميتر الكهربائي والفلكسوميتر والثاني هو تحليل القوة العضلية التي تعطيها العضلات بسبب الانقباضات المختلفة الشدة. وكذلك يمكن قياس القوة العضلية أو القوى الأخرى بأجهزة متعددة سنقوم بذكرها في الباب الثاني من من هذا الكتاب. الفعل العضلي أو القوة العضلية عند التحليل الميكانيكي الحيوي يستوجب تحديده في الحركة المراد دراستها لكل حركة يقوم بها المفصل المشارك في الأداء الحركي. أي يجب تحديد العضلة أو المجموعة العضلية التي تسبب الحركة ونوعية انقباضاتها في الحركة هل هي انقباضات ثابتة أو أينزوتينية أو أيزوميرية. وسنعرض هنا نموذج للتحليل الميكانيكي الحيوي من وجهة نظر التحليل التشريري في الجدول رقم(١).

التحليل الميكانيكي:

التحليل الميكانيكي يعني استخدام القوانين والأسس التي تساعده على توضيح الشكل الرياضي الأفضل للأداء الحركي للمهارات وكذلك توضيح الأساليب الميكانيكية للنجاح والفشل في أداء الحركة. فالحلل الحركي بعد أن يكون قد حدد نوع الحركة وصنفها يقوم بعد ذلك بتقدير فيما إذا كان أداء المهرة الحركية التي يؤديها الرياضي متطابقة أم لا مع الأداء المثالي الجيد وفقاً للقوانين والأسس الميكانيكية. وكل جانب من جوانب الحركة المُؤَدَّاة يجب أن توضع طبقاً لقوانين والأسس المناسبة من نواحي الثبات والتوازن والحركة والقوة والشلل والقدرة والطاقة. وعندما تتم هذه العملية فأن فهم المهرة وإنجازها بشكل صحيح يكون وارداً. الطرق المساعدة في التحليل الميكانيكي الحيوي متعددة ومختلفة. ومن أهم الطرق المستخدمة في هذا المجال هو استخدام أجهزة التصوير السينمائي السريعة. ويمكن من خلال تصوير الحركة إيجاد العلاقات المتراقبة في الأداء الحركي من خلال تحليل الصور المتعددة للفيلم السينمائي. كما ويمكن ربط أجهزة التصوير السينمائي بالأجهزة التي تقيس الزوايا والقوى مثل الفلكسوميتر أو التنسبيوميتر أو الكرونس... الخ. أن أفضل استخدام للاجهزة التي تعطي تحليلًا حركيًّا دقيقاً للحركة والمستخدمة في التحليل الحركي هوجهاز الكمبيوتر السريع وجهاز الكمبيوتر البياني الجبري... الخ.

استماره التحليل التشخيصي للمهارة الحركية جدول رقم (١)

* لِسْنَةِ الْمُهَاجِرِ : مُحَمَّدٌ عَلِيٌّ

التحليل الميكانيكي للمهارات الحركية

يقصد بالتحليل هناتناول الظاهرة الحركية المراد دراستها بعد تجزئتها الى عناصرها الأولية الاساسية المؤلفة لها والتحليل قد يكون تحليلأً شرسيحاً او فسيولوجيأً او كيميائياً او نفسياً او تربوياً او ميكانيكاً.

أن تجزئنة الظاهرة الحركية قيد الدراسة ليست هدفاً في حد ذاته وإنما هي وسيلة لامكان التوصل للادراك الشمولي لظاهرة كل.

وينبغي قبل البدء في التحليل البابيوميكانيكي تحديد الهدف من التحليل والاتجاه العام والفرض الأساسي فإذا كان الواجب الرئيسي للبحث على سبيل المثال هو وصف شكل الحركة فقط وجب أن يشمل التحليل على الطرق التي تتبع امكانية تعين ومعرفة الخصائص الكينماتيكية للحركة وبعدها يبحث عن مدى الارتباط بين العلاقات والعوامل والخصائص لهذه الحركة.

والتحليل الحركي ليس له خط جامد حيث يتعلق الى حد كبير بظروف أجزاءه ومدى توفر الأجهزة والمعدات الازمة الخ. ومع ذلك فإن هناك قواعد تخطيطية لا بد وان نعتمدها لكي تكون نموذجاً تخطيطياً مثالياً للعمل التحليلي للحركة.

والتحليل الحركي يشمل التحليل الكينماتيكي للحركة أو المهارات والتحليل الكينيتيكي وستتناول في الفصول القادمة بشكل تفصيلي كلا النوعين من التحليل مع شرح مفصل للقوانين والمدلولات المتعلقة بالحركة الخطية والدائرية في التحليل الحركي.

الباب الثاني

الفصل الاول: التحليل الكينماتيكي الحيوي للحركة الخطية والزاوية

* تعين المسار الحركي

* تعين المسار الزمني

* تعين مسار السرعةاللحظية

* تعين مسار التعجيل اللحظي

* تعين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال

* تعين مسار السرعة الزاوية

* تعين مسار التعجيل الزاوي

* حساب زمن الاجسام المفتوحة

الفصل الثاني: التحليل الكينماتيكي الحيوي للحركات الخطية والزاوية

* تحديد القوى كدالة لكل من خلال مرحلة الاتصال.

* تحديد دفع القوى لكل من خلال مرحلة الاتصال.

* تحديد منحنى دفع الدوران خلال مرحلة الاتصال.

* تحديد منحنى الطاقة الدورانية كدالة لكل من خلال مرحلة الاتصال .

* تحديد منحنى طاقة الوضع للجسم كدالة لكل من خلال مرحلة الاتصال.

* تحديد منحنى طاقة الوضع للجسم كدالة لكل من خلال مرحلة الاتصال.

اولاً - ايجاد موضع مركز ثقل الجسم واجزاؤه:

ان ايجاد موضع مركز ثقل الجسم للتتعرف على التغير الحركي لجسم الانسان مكانياً وزمانياً شغلت الرغبة للكثير من المختصين في مجال البايوميكانيك. وحيث ان جسم الانسان يتكون من عظام وعضلات وغضاريف وشحوم ومواد اخرى مختلفة من ناحية وزنها وطولها اضافة لكون حركة الانسان تختلف عن حركة الاجسامصلبة لذلك بزرت الحاجة الى استخدام الطرق المتعددة لتحديد مركز ثقل الجسم بشكل موضوعي ودقيق. ولقد تطورت هذه الطرق مع تطور الزمن.

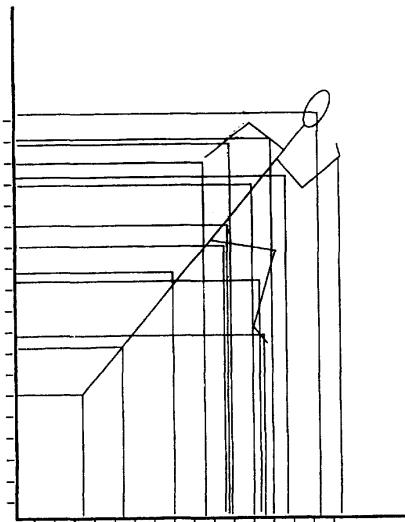
وسنحاول تغطية كافة الطرق المستخدمة في تحديد مركز ثقل الجسم في الفصل الخاص بالطرق والوسائل المستخدمة في تحديد موضع مركز ثقل الجسم في من هذا الكتاب. اما هنا فسنتناول طريقة ايجاد مركز ثقل الجسم للحركة الرياضية من خلال تصويرها السينمائي. والطريقة تقوم على تحديد مركز ثقل الجسم في الصورة الواحدة والموضوعة على ورقة بيانية(الهاشمي ١٩٨٨) كما في الشكل(٥) متبعين الخطوات التالية:

- ١ - يجب ان نعرف وزن الاعلاج.
- ٢ - نستخرج الوزن الحقيقي لكل جزء من اجزاء الجسم.
- ٣ - يتم قياس طول الجزء (المسافة بين مفصلين).
- ٤ - تحديد موضع مركز ثقل كل جزء من اجزاء الجسم.
- ٥ - ترسم الاحداثيين السيني والصادي.
- ٦ - تقسيس المسافة الافقية بين مركز ثقل كل جزء، والمحور السيني .
- ٧ - نضرب الوزن الحقيقي لكل جزء، في بعده الافقى.
- ٨ - تقسيس المسافة العمودية بين مركز ثقل كل جزء، والمحور الصادي.
- ٩ - نضرب الوزن الحقيقي لكل جزء، في بعده العمودي.
- ١٠ - تقسيم القيمة المستخرجة في الفقرة السابعة على الوزن الكلي لاستخراج محصلة وزن الاجزاء الافقية.
- ١١ - تقسيم القيمة المستخرجة في الفقرة التاسعة على الوزن الكلي لاستخراج محصلة وزن الاجزاء العمودي.

- ١٢ - نقطة تلاقي الخطين الأفقي والعمودي تمثل نقطة مركز ثقل الجسم.
- ١٣ - تشمل البيانات والقيم المستخرجة في الفقرات اعلاه وتتوتر في الجدول رقم (٢) لكل صورة من صور الفيلم السينمائي وحسب التسلسل.

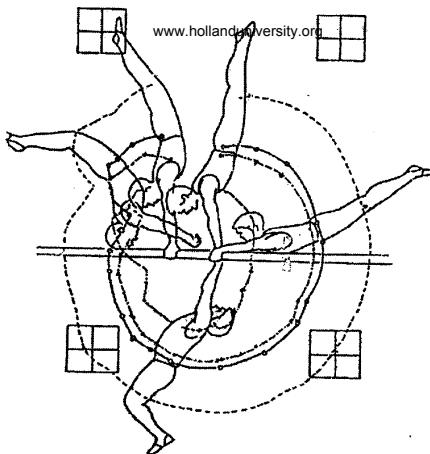
ثانياً - تحديد المسار الحركي لمركز ثقل كتلة الجسم وأجزاؤه:

بعد أن نحدد مركز ثقل الكتلة لأجزاء الجسم وللجسم ككل كل صورة من صور الفيلم السينمائي نقوم بالخطوات التالية لتحديد ورسم المسار الحركي لحركة الجسم وأجزائه. علماً أن حركة الدائرة الأمامية الكبرى على جهاز للتوازي ستكون مثالاً تطبيقياً يوضح الخطوات التي ستتبعها في أدناه:



شكل (٥)

مركز ثقل كتلة أجزاء الجسم مع أبعادها الأفقية والعمودية



شكل (٦)

المسارات الحركية لراکز ثقل كل من أجزاء الجسم والجسم خلال أداء مهارة المرجحة على جهاز التوازن

- ١ - تحديد العلامات الأرشادية على الرسم التخطيطي التمويжи المنقول من الفيلم السينمائي لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقطة للدراسة المسار الحركي.
- ٢ - تحديد مراكز ثقل كتلة الجسم وككل أجزائه على كل نموذج تخطيطي لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقطة للدراسة.
- ٣ - تحديد العلامات الأرشادية على ورقة شفافة ثم تضع الورقة الشفافة على كل نموذج تخطيطي لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقطة للدراسة والتي سبق وان حدثت في أعلى لراکز ثقل الجسم وأجزائه بحيث ينطبق العلامات الأرشادية فوق بعضها تماماً ثم تحدد على الورقة الشفافة مكان كل من مراكز ثقل الجسم وأجزائه بعلامات مميزة ومختلفة حسب اختلاف أجزاء الجسم ولتكن على سبيل المثال وكما هو مؤشر في الشكل (٦) علامة (x) لراکز ثقل كتلة الرأس والعلامة (.) لمركز ثقل كتلة الرجلين والعلامة (D) لمركز ثقل الجذع والعلامة (*) لمركز ثقل كتلة الجسم ويتحدد هذه العلامات ظهر لنا على الورقة الشفافة علامات أوضاع مراكز ثقل كل أجزاء الجسم وككلة الجسم ككل.
- ٤- توصل العلامات المتشابهة حيث ينتج لنا مسارات مراكز ثقل كتلة الجسم وكل أجزائه.

استماره تحديد نقطة مركز ثقل الجسم
جدول (٢)

الوزن	المجموع	$\frac{\text{الوزن}}{\text{المجموع}} = \text{النقطة الابعد}$	$\frac{\text{النقطة الابعد}}{\text{المجموع}} = \text{النقطة الأقرب}$
الرأس	٧	الوزن الشعري للجزء	البعد عن المفصل /
البطن	٤٣	الوزن الشعري للجزء	البعد الأفقي
الكتف	٢ × ٣		
المرفق	٢ × ٢		
الاكبر	١ × ٢		
الغذاء	٢ × ١٧		
الركبة	٥ × ٢		
القدم	٢ × ٢		
المجموع	١٠٠ كجم		

* تعين المسار الزمني للأداء الحركي للمهارة:

المهارة نظام ديناميكي معقد وممتد التركيب للأفعال الحركية والتي ترتبط مع بعضها لتحقيق هدف الواجب الحركي للأداء، والزمن يعتبر عامل مهم فيربط مختلف التراكيب الحركية المستقلة في النظام الكلي للأداء المهاري. ومن خلال الفلم السينيمائي المصور يمكن إعداد رسوم بيانية لطول أزمنة الفقرات المكونة للحركة سواء كان العرض البياني على شكل الكروتограмم الخطى أو الدائري، ويتم تحديد الطول الزمني للفترة في الكروتogramm الخطى من خلال رسم شريحة مستقيمة تناسب في طولها مع عدد صور الفلم المقابلة لهذه الفترة من الحركة مع الدراسة بشكل(٧). بينما يتم تحديد الطول الزمني للفترة في الكروتogramm الدائري بقياس طول القوس على محيط الدائرة الذي يتناسب مع عدد الصور المقابلة لهذه الفترة الزمانية من الحركة قيد الدراسة.

ويفضل استخدام الكروتogramm الدائري في عرض التقسيم الزمني للفترة في الحركة المتكررة المغلقة مثل الركض شكل(٨).

ويتطلب تقسيم الدائرة إلى أقواس ذات مسافات متساوية تتطابق في عددها مع عدد الصور الخاصة بالحركة كما يتطلب إيجاد نصف قطر الدائرة باستخدام العلاقة التالية:

$$\text{نصف قطر} = \frac{\text{طول محيط الدائرة بالستيمترات}}{\times \text{النسبة الثابتة}} \quad (\text{والنسبة الثابتة هي مقدار ثابت وتعادل } 14\text{ر}3)$$

مثال: إذا كانت الدورة المغلقة للحركة (الركض) تستغرق ١٩ صورة ينبغي أن يكون طول محيط الدائرة (١٩ سم) وبذلك يمكن إيجاد طول نصف القطر.

الحل:

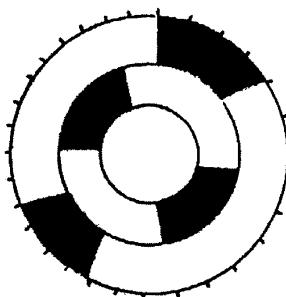
$$\text{نصف القطر} = \frac{19}{2 \times (14\text{ر}3)} = \frac{\text{محيط الدائرة}}{\times \text{النسبة الثابتة}}$$

ويمكن استخراج قيمة قطاع الدائرة بالدرجة من خلال العلاقة التالية:

$$\text{بما أن السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{360}{24} \times \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{\text{عدد الصور والكوارد للفيلم}}{\text{السرعة}}$$



شكل (7)
كونيجرام خطى لحركة فتحا على المهر



شكل (8)
كونيجرام دائري للحركة المغلقة في الجري

* تعريف مسار السرعة اللحظية لمركز ثقل الجسم وأجزائه Velocity

السرعة : هي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن. ويعبّر عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \quad \leftarrow \quad s = \frac{m}{n}$$

والسرعة كمية متوجة أي ينبغي معرفة اتجاهها إضافة لقدرها لمعرفة قيمها.

مثال : قطع جسم مسافة ٦٠ م من «أ» إلى «ب» ثم عاد من «ب» إلى «أ» في زمن مقداره ١٠ ثوانٍ.

$$\text{الحل : } s = \frac{60}{10} = 6 \text{ م/ث}$$

أنا فيما يخص سرعة الجسم المتوجة فيغير عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{السرعة المتوجة} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{صفر}}{10} = \frac{\text{صفر}}{10}$$

متوسط السرعة * جسم يتحرك بسرعة منتظمة ففي نقطة «أ» كانت سرعته ٦ م/ث وفي ببلغت السرعة ١٠ م/ث فما هو معدل سرعته.

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{السرعة الابتدائية} + \text{السرعة النهائية}}{2} = \frac{s_1 + s_2}{2} = \frac{6 + 10}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ م/ث}$$

وعلى ضوء القانون أعلاه إذا كان معدل سرعة العداء البدائيتساوي صفر فمعدل السرعة هونصف سرعته النهائية.

$$\text{أي أن } \bar{s} = \frac{\bar{s}_1 + \bar{s}_2}{2}$$

أن متوسط السرعة في السرعة الغير منتظمة يعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$$

مثال : قطع شخص المسافة من ١ إلى بوكانات ٢٠ م في ٥ ث والمسافة من ١ إلى ج ٣٠ فقطعهما في زمن ١١ ثاً أوجد معدل السرعة.

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{20 - 5}{5} = \frac{15}{5} = 3 \text{ م/ث}$$

السرعة اللحظية : في بعض الأحيان تتغير السرعة في فترة زمنية قصيرة فلتتحديد سرعة الجسم في لحظة معينة يجب معرفة مقدارها في أصغر مسافة مقطوعة أو في أصغر فتر زمنية وتشتت بالسرعة اللحظية أو الآتية.

$$\text{السرعة اللحظية} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\text{أصغر فرق في المسافة}}{\text{أصغر فرق في الزمن}}$$

ଶ୍ରୀମଦ୍ଭଗବତ

- ० - इन्होंने किसी जगह से नहीं लिया है तो क्या वह उसकी गवाही कर सकता है? || अर्थात् इसलिए जो कि उसकी गवाही करना चाहिए वह उसकी गवाही कर सकता है।

३ - इन्होंने किसी जगह से नहीं लिया है तो क्या वह उसकी गवाही कर सकता है?

५ - इन्होंने किसी जगह से नहीं लिया है तो क्या वह उसकी गवाही कर सकता है?

६ - इन्होंने किसी जगह से नहीं लिया है तो क्या वह उसकी गवाही कर सकता है?

$$\text{ફોર્મુલા} = \frac{\text{નોંધેણી પ્રક્રિયા}{\text{સ્વાતંત્ર્ય}}$$

$$\frac{Q_A - Q_1}{J_A - J_1} = \frac{1.0 - 0}{A_0 A - 0 A} = \frac{1.0}{A_0 A} = A_0^{-1}$$

$$\tilde{v}_A = \sqrt{g_A}$$

$$x_3 = x \cdot c_0 x^{-1}$$

$$|\mathcal{A}| \geq 2$$

$$q_1 = \sigma_1 q$$

(፳፻፲፭)፩፪፭፻

፳፻፲፭ (፳፻፲፭) የፌዴራል አስተዳደር ማመልከት በፌዴራል አስተዳደር ማመልከት

- ٦ - نقيس المسافة بين الوضع الأول والثاني بمسطورة المنهيات حيث نحصل على فرق الإزاحة بين الوضعين الأول والثاني وبينفس الطريقة نحصل على الإزاحة بين الوضعين الثالث والرابع وهكذا حتى آخر وضع حيث نحصل على فرق الإزاحة بين كل وضعين متتالين مع ملاحظة ضرب الإزاحة في مقاييس الرسم للحصول على الإزاحة الحقيقة على المسار.
- ٧ - نقسم فرق الإزاحة بين كل وضعين على فرق الزمن لهما وحاصل القسمة يمثل السرعة اللحظية عند الوضع التالي.
- ٨ - تجدول البيانات السابقة كما في الجدول (٢).
- ٩ - تمثل العلاقة بين السرعة اللحظية والזמן بمنحنى يمثل فيه المحور(x) الزمن والمحور(y) السرعة اللحظية كما في الشكل (٩).
- ١٠ - توضع الصور المتتابعة للمهارة فوق الشكل (٩) وفي مستوى ارمتها.

* تعين مسار التسجيل اللحظي مركز ثقل الجسم وأجزاؤه Acceleration

يعني التسجيل معدل تغير السرعة على الزمن، والتسجيل قد يكون موجب وقد يكون سالب، فعندما تتزايد السرعة يكون التسجيل موجب وعندما تتناقص يكون التسجيل سالب ويمكن أن يعبر عن التسجيل وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{التسجل} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

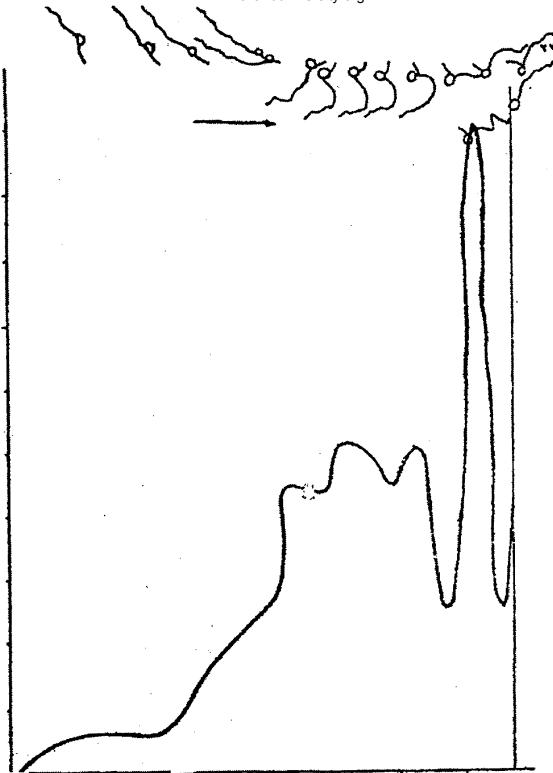
بالرموز :

$$ج = \frac{s_2 - s_1}{n}$$

କାନ୍ତି ପାଦମଣିରେ ଦେଖିଲୁ କାହାରେ କାହାରେ
କାହାରେ କାହାରେ କାହାରେ କାହାରେ କାହାରେ

L1	L2	A3 ⁺⁺	300''\	\	A3 ⁺⁺	\	•'•L3	V'1	•'V'A3
o1	L2	A3 ⁺⁺	110''\	\	3V ⁺⁺	\	•'•L3	V'1	•'V'A3
21	32	A3 ⁺⁺	Y43''\	\	A3 ⁺⁺	\	•'•L3	A'1A	•'A'LA
21	AA	A3 ⁺⁺	•'Y4''\	\	A3 ⁺⁺	\	•'•L3	A'3	•'3'A'1
21	AA	A3 ⁺⁺	33A''\	\	3V ⁺⁺	\	•'•L3	V'1A	•'•'•0
W	•'A	A3 ⁺⁺	•'LA''\	\	3V ⁺⁺	\	•'•L3	V'1A	•'•'•0A
•'1	V2	A3 ⁺⁺	LA1''\	\	3V ⁺⁺	\	•'•L3	A'3	•'A'10
•'1	L2	A3 ⁺⁺	AB''\	\	3V ⁺⁺	\	•'•L3	V'1A	•'•'•03
V	3A	A3 ⁺⁺	V'''''\	\	A3 ⁺⁺	\	•'•L3	A'3	•'•'•0
A	AA	A3 ⁺⁺	LLB''\	\	LA1''\	\	•'•L3	A'1A	•'3'A'10
L	•'A	A3 ⁺⁺	•'3V''\	\	A3 ⁺⁺	\	•'•L3	L'0	•'3'33
o	W1	A3 ⁺⁺	WbA''\	o	•'•A''\	\	•'•L3	V'1	•'A'03
3	31	A3 ⁺⁺	WYo''\	3	YLV''\	\	•'•L3	V'0	•'L'AA
A	•'1	A3 ⁺⁺	A3''\	o	•'•A''\	\	•'•L3	V'1	V'1A
A	o	A3 ⁺⁺	VA''\	o	•'•A''\	\	•'•L3	V'1	V'1A
V	•	A3 ⁺⁺	•	•	•'•A''\	\	•'•L3	V'1	V'1A

$$\text{IMP: } 3 = \frac{^{\circ}}{^{\circ} - 8} = 1 \frac{1}{2}/\text{°}$$



شكل (٩)

منحنى السرعة اللحظية لمركز ثقل الجسم خلال مرحلة الاتصال اثناء أداء مهارة المراجحة على جهاز المتوازيين

كما هو معلوم ان التعجيل في هذا المثال هو تعجيلاً موجباً وعندما تكون قيمة في السالب يكون التعجيل سالباً كما هو الحال في المثال التالي.

مثال ٢ : كانت سرعة الرياضي في النقطة (أ) 10 م/ث وفي النقطة (ب) بلغت 5 م/ث وكان الزمن المستغرق في قطع المسافة 5 ث فما هو مقدار التعجيل للرياضي.

$$\text{الحل : } \text{ع} = \frac{10 - 5}{5} = 1 \text{ م/ث}$$

وكما وضحتنا سابقاً في تناولنا للسرعة اللحظية وحددنا بأنها أقصر مسافة في أقصر زمن فإننا يمكن كذلك استخراج قيمة التعجيل اللحظي وفقاً للأسس التي بموجبها استخراج قيمة السرعة اللحظية ويمكن أن نعبر عنها من خلال المعادلة التالية عندما نريد تعين منحنى التعجيل اللحظي لراكز ثقل كل جزء من أجزاء الجسم والجسم ككل.

$$\text{التعجيل اللحظي} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

$$\frac{\text{أصغر فرق في معدل تغير السرعة}}{\text{أصغر فرق في الزمن}} =$$

ويمكن استخدام الجدول رقم (٤) والمثبتة في عموده الأخير قيمة التعجيل اللحظي في تحديده في الشكل رقم (١٠).

* تعين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال:

تعتبر زاوية الانطلاق للجسم الإنساني أو الأداة المقذوفة في الهواء من أهم التغيرات المؤثرة على منحنى الطيران والجسم أو الأداة المقذوفة في الهواء تكون خاضعة لبعض القوانين الميكانيكية تختلف عنها عندما يكون الجسم متصل مع الأرض لهذا فإن معرفة كافية تحديدها من مدلولات المسار الحركي لمركز ثقل كتلة الجسم تعد أمراً مهماً.

العوامل المؤثرة في حركة المقذوفات Projectile Motion

هناك خمسة عوامل مهمة في حركة المقذوفات والعوامل هي:

- ١ - الزمن.
- ٢ - الإزاحة أو المسافة.
- ٣ - شكل المسار الحركي.
- ٤ - زاوية القذف.
- ٥ - شكل المفصل الهندسي.

زمن الطيران

عندما يقذف الجسم للأعلى فإن سرعته تقل تدريجياً بفعل الجاذبية الأرضية التي مقدارها ثابتـاً دانـماً ويساوي 9.8م/ث^2 أو $22 \text{قدم}/2\text{ث}$ للجسم إلى أن تبلغ قيمة السرعة صفرـاً عندما يصل إلى أعلى نقطة في حركته للأعلى. وي فعل الجاذبية الأرضية يتجه الجسم من نقطة السرعة صفرـاً إلى الأسفل باتجاه الأرض وتزداد سرعته تدريجياً إلى أن تصـل إلى أقصـى سرـعة عند وصولـها الأرض. ولو حسـبـنا الزـمن المستـغرـق لـحـرـكةـ الجـسـمـ لـلـأـعـلـىـ لـوـجـدـنـاـ أـنـ هـذـاـ الزـمـنـ يـسـاوـيـ الزـمـنـ المـسـتـغـرـقـ لـحـرـكةـ الجـسـمـ لـلـأسـفـلـ أيـ أـنـ زـمـنـ الصـعـودـ =ـ زـمـنـ الـهـبـوتـ

$$\frac{\text{السرعة العمودية للأعلى}}{\text{التعجيل الأرضي}} = \frac{\text{السرعة العمودية للأسفل}}{\text{التعجيل الأرضي}} \quad \text{أو}$$

ولكن في بعض الأحيان يصعب حساب زمن الطيران في بعض الحركات الرياضية. فرامي القرص على سبيل المثال يرمي القرص من مستوى أعلى من سطح الأرض حيث يهبط القرص. ففي مثل هذه الحالة لا يمكن حساب الزمن بالطريقة السابقة بل يمكن استخدام العلاقة التالية للحصول على زمن الطيران.

$$\text{زمن الطيران} = \frac{\text{سرعة الانطلاق} + \sqrt{(\text{سرعة الانطلاق})^2 + 2 \times \text{التعجيل الأرضي} \times \text{الفرق بين مستوى الانطلاق والبياض}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

ومن المعادلة أعلاه يمكن زيادة الزمن عن طريق زيادة الارتفاع بين مستوى الانطلاق ومستوى الهبوط أو الاثنين معاً.

وعلى ذلك فإن الغطاس في الماء يواجه مشكلة زيادة زمن الطيران في الهواء ويعمل لمواجهة ذلك عن طريق زيادة سرعة الدفع الرأسية للأعلى أو زيادة الفرق بين مستوى الانطلاق ومستوى الهبوط أو الاثنين معاً.

مثال: انطلقت الكرة للأعلى بعد ضربها ووصلت إلى أقصى ارتفاع لها وكان $25\text{ م}\cdot\text{ما هو الزمن الذي استغرق لبقاء الكرة في الهواء}.$

$$\text{المسافة العمودية} = \frac{\text{التعجيل الأرضي} \times (\text{الزمن})^2}{2}$$

$$\frac{2 \times 9,8 \times 25}{2} = 250$$

$$25 = \frac{2 \times 25}{9,8}$$

المسافة الأفقية :

عند ضرب كرة القدم للأمام فإنها تأخذ مساراً أفقياً مع سطح الأرض ويكون هذا المسار باتجاه مائل ويزاوية معينة مع سطح الأرض. فالكرة عند ضربها تكتسب سرعة أفقية نطلق عليها سرعة المحصلة. وهذه السرعة المحصلة يمكن تحليلها إلى مركبتين أحدهما عمودية والآخرى أفقية وتبلغ السرعة العمودية أقصى مقدار لها عند لحظة انطلاقها وتنصاول تدريجياً حتى تصل إلى الصفر عند وصولها إلى أقصى ارتفاع. ثم تأخذ قيمتها بالتناقص التدريجي السالب حتى تتوقف عند وصولها سطح الأرض مرة أخرى. إلا أن الحركة الأفقية للجسم لا تخضع لهذا التغير. فإذا ما أهملنا مقاومة الهواء فلا يوجد أي مؤشر على معدل حركة الكرة أفقياً. ويمكن استخدام قيمة المسافة الأفقية وفقاً للمعادلة التالية:

$$\frac{(\text{سرعة الانطلاق})^2 \times \text{جا ضعف الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}} = \text{المسافة الأفقية}$$

أو

$$m = \frac{s^2 \times \text{جا الزاوية} \times 2}{g}$$

من المعادلة أعلاه يتضح أن المسافة الأفقية تتأثر بسرعة الانطلاق (سرعة المحصلة) وزاوية الانطلاق الأفقية.

مثال : قنفت كرة طبية في سرعة مقدارها $10\text{م}/\text{س}^2$ وكانت زاوية الميل للكرة مع الأرض لحظة الانطلاق تساوي 40° . احسب المسافة التي سقطت بها الكورة؟

$$m = \frac{2 \times 100 \times 6428 \times 100}{9,8} = \frac{2 \times 40 \times 2 \times 10(10)}{9,8} = 12,118 \text{ م}$$

كما وأن هناك علاقة واضحة بين زمن الطيران وسرعة ومسافة الطيران الأفقية والزاوية التي يشكل مسار المقدوف مع الخط الأفقي (الهاشمي ١٩٨٨) ويمكن صياغة العلاقة بالشكل التالي:

$$\text{الزمن} = \frac{\text{ضعف السرعة} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل}}$$

$$n = \frac{2 \times s \times \text{جا الزاوية}}{g}$$

مثال: بلغ الزمن الذي استغرقتها حركة القرص بين الانطلاق والهبوط ٢ ثا وكانت زاوية الانطلاق مع الأفقي ٤٣° احسب مقدار السرعة التي انطلق بها القرص؟

$$s = \frac{2 \times n \times \text{جا } 43^\circ}{9,8} = \frac{2 \times 14,36 \text{ م/ث}}{9,8}$$

كما ويصح أن نقول أن انساب زاوية للانطلاق في فعاليات الرمي (٤٥) لكي نحصل على أقصى مسافة أفقية في حالة تساوي كافة الظروف مع تساوي مستوى الانطلاق مع مستوى الهبوط (الطالب، ١٩٧٦ ، الشيخ، ١٩٨٢، الهاشمي ١٩٨٨). أما بالنسبة للحالات التي يكن فيها مستوى الانطلاق أعلى من مستوى الهبوط فإن المسافة الأفقية تزداد كلما زادت سرعة الانطلاق وزاد الفارق بين مستوى الانطلاق والهبوط مع الافتراض أن زاوية الانطلاق ثابتة وبالطبع أقل من (٩٠°) وذلك لأن المسافة الأفقية تساوي صفرًا إذا كانت زاوية الانطلاق تساوي (٩٠°) وستكون الحركة عمودية للأعلى أو للأسفل. ويمكن حساب المسافة الأفقية من خلال المعادلة التالية:

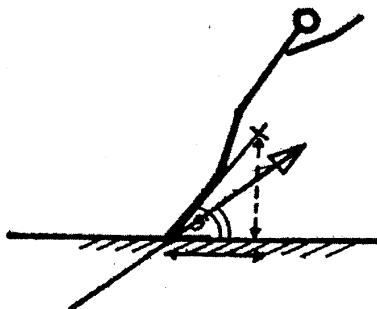
$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{سرعة الانطلاق} \times (\text{جيب الزاوية})^2}{2 \times \text{التعجيل الأرضي}} + (\text{ارتفاع الانطلاق} - \text{ارتفاع الهبوط})$$

كما لا يمكن تحديد الزاوية المثلية للانطلاق عند اختلاف مستوى الانطلاق ومستوى الهبوط كما هو الحال عند ثبات المستويين ذلك فإن الزاوية المثلية تتوقف على مقدار سرعة الانطلاق واتساع الفارق بين المستويين. وقد ثبت بأن الزاوية المثلية تتغير طبقاً للتغيير قيمة كل من هذين العاملين السرعة واختلاف المستوى ووفقاً للمبادئ التي حددها (Hay, ١٩٧٨) والشيخ (١٩٨٤) وهي كما يلي:

١ - الزاوية المثلية هي دائماً أقل من 45° .

٢ - في حالة ثبات الفارق بين مستوى الانطلاق والهبوط فإنه كلما زادت سرعة الانطلاق كلما كانت زاوية الانطلاق المثلية أقرب إلى 45° .

٣ - في حالة ثبات سرعة الانطلاق كلما زاد الفارق بين مستوى الانطلاق والهبوط كلما صفرت قيمة الزاوية المثلية للانطلاق في الحركة الرياضية نلاحظ وجود زاوية انحداراً ما يطلق عليها زاوية الانطلاق وهي الزاوية التي تحدد اتجاه السرعة كما هو الحال عند الوثب الطويل والثانية يطلق عليها زاوية ميل الجسم وهي التي تحدد وضع مركز ثقل الجسم لحظة الانطلاق كما هو مبين في الشكل (١١).



شكل (١١)

زاوية السرعة (e) وزاوية الميل (و) والخط الواصل بين مركز ثقل اللاعب. واطراف قدميه لحظة الانطلاق (c) ثم مسافة الميل لللامام وهي بعد مركز الثقل عن موقع القدمين آنفيناً (d) في حركة الوثب.

خطوات تعين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال:

يمكن ان يتم تحديد أهم الخطوات في تعين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال وخلال المسار الحركي لأداء المهارة الرياضية وكما يلي:

- ١ - نرسم مسار حركي لركل ثقل كتلة جسم اللاعب على ورقة مربعات (ورقة الخطوط البيانية) ثم نحدد المحورين (x,y) بطريقة منظومة الحساب.
- ٢ - يؤشر رقم الصورة على المسار عند لحظة كسر الاتصال ثم نحدد كل من بعديها على المحور(y) ويرمز له بالرمز (y2) وعن المحور (x) ونرمز بالرمز (x2) كما في الشكل (١٢).
- ٣ - تؤشر على المسار رقم الصورة قبل لحظة كسر الاتصال ثم نحدد كل من بعديها عن المحور(y) ونرمز له بالرمز (y1) وعن المحور (x) ونرمز بالرمز (x1).
- ٤ - وفي حساب زاوية الانطلاق نستخدم المعادلة التالية:

$$\frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} = \text{زاوية الانطلاق}$$

ففي الشكل رقم (١٢) يتضح ان الصورة (٣٩) تمثل لحظة كسر الاتصال

$$x_2 = ٥٤\text{متر}.$$

$$y_2 = ٥٣\text{متر}.$$

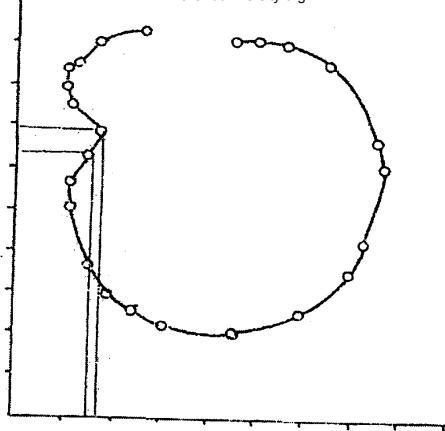
وان الصورة (٣٨) تمثل قبل لحظة كسر الاتصال

$$x_1 = ٤٢\text{متر}.$$

$$y_1 = ٦١\text{متر}.$$

$$\text{زاوية الانطلاق} = \frac{٦١ - ٥٣}{٤٢ - ٤٠} = \frac{-٢}{٢} = -١$$

اذن



شكل (١٢)

تحديد زاوية الانطلاق لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لمهارة المرجحة على جهاز المتوازيين

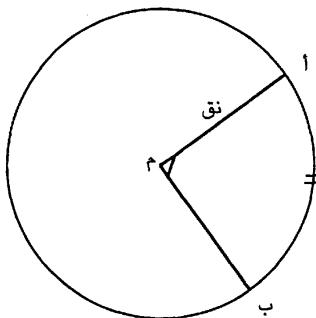
* تعين مسار السرعة الزاوية لمركز ثقل أجزاء الجسم والجسم ككل:

ان موضع السرعة كمية متوجهة تعني العلاقة بين وحدات المسافة مقسمة على وحدات الزمن خلال الحركة الانتقالية. اما في الحركة الدائرية فإن موضع السرعة الزاوية يختلف عن السرعة الخطية في المسار وال العلاقات الرياضية.

المسافة والإزاحة الزاوية:

إن المسافة الزاوية في الحركة الدائرية يمكن قياسها بالدرجات التي يقطعها الجسم في حركة حول محورها. وقد يكون المحور الداخلي ضمن نظام الجسم كما هو الحال في حركة الدبرجة الإمامية في الجنائن على البساط. وقد يكون المحور الخارجي كما في الحالة حركة الجسم الدورانية حول العقلة. فالأسف هنا يمكن حسابها من خلال الفرق بين الوضع الابتدائي والوضع النهائي فلو لاحظنا الشكل(١٢) الذي يمثل مسار حركة الرياضي حول العقلة فإذا ما

قطع الرياضي في حركته الدائرية حول العقلة دورة واحدة فإننا نستطيع أن نقول إن المسافة التي قطعها تبلغ $(\frac{1}{2}\pi r)$. أما إذا ترك كما في الشكل من النقطة (أ) إلى (ب) وكان قد قطع $(\frac{1}{4}\pi r)$ فإن هذه القيمة تعبر عن مقدار المسافة الزاوية التي قطعها اللاعب. أما قيمة الإزاحة فإنها تعادل $(r\theta)$ وذلك لأن هذه القيمة تعبر عن الفارق أو معدل الإزاحة بين وضعين للجسم في بداية ونهاية الحركة.

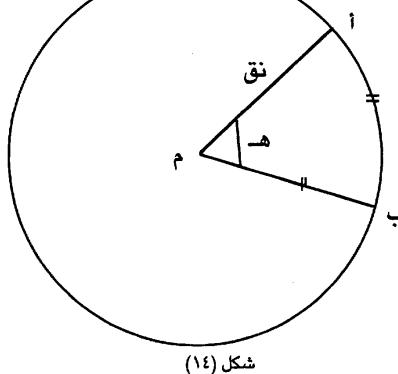


شكل (١٣)

الإزاحة مع المسافة الزاوية

ان السرعة الزاوي تعني معدل الانتقال الزاوي للجسم خلال زمن ما. ولعرف قيمة السرعة الزاوي لا بد ان نعرف الوحدات التي تقادس بمحبها.

فالجسم يقطع $(\frac{1}{2}\pi r)$ إذا ما تحرك حول العقلة دورة واحدة. أما إذا قطع الجسم خلال حركته الدائرية كما في الشكل (١٤) جزءاً من محبيط الدائرة بحيث تساوي تلك المسافة طول نصف قطر الدائرة فإن الزاوية المقابلة لذلك الجزء تعرف بزاوية نصف قطبية.



شكل (١٤)

القطاع والزاوية نصف قطرية

ويطلق على المثلث $أم ب$ بالقطاع وقد وجد ان الدورة الكاملة الواحدة تساوي (٣٦٠ درجة) قطاعاً وعلى هذا الأساس فأن القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات ويتساوي ($\frac{٥٧}{٣٦٠} = ٥٧$ درجة) ويمكن تقريره إلى (٥٧ درجة).

السرعة الزاوية والسرعة المحيطية:

ان هناك علاقة بين السرعة الزاوية والمحيطية ولهذه العلاقة أهمية كبيرة في المجال الخاص بالحركة الرياضية وتعتمد العلاقة وفقاً للقوانين التالية:

$$\text{السرعة المحيطية} = \text{السرعة الزاوية} \times \text{نصف القطر}$$

أو

$$\frac{\text{السرعة المحيطية}}{\text{السرعة الزاوية}} = \frac{1}{\text{نصف القطر}}$$

من القوانين أعلاه يمكن تفسير سرعة الكثير من الحركات الرياضية الدائرية وعلاقة ذلك بمدى بعدها من محور الدوران (نصف القطر). فالسرعة المحيطية لحركة الدوران تختلف باختلاف بعد الجسم الدائري عن محور الدوران خلال حركة الدائري. فالسرعة المحيطية لمفصل الركبة أسرع من مفصل الورك ومفصل الورك أسرع من مفصل الكتف وهكذا عند حركة الدوران حول العقلة 1978 Hay والخاجي ١٩٨٤ فالتناسب بين السرعة المحيطية ونصف القطر هو تناسب طردي. أي كلما طال نصف القطر كلما زادت السرعة المحيطية لهذا يوصى في التكتنيلك الرياضي على ضرورة أبعاد النزاع الدائرة حول محور الدوران في فعالية رمي القرص في اللحظات الأخيرة التي تسبق انتلقاء القرص من ذراع الراامي أن هذا الأبعاد يؤدي إلى زيادة في طول نصف القطر مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في السرعة المحيطية يتسببها القرص في اللحظات الأخيرة كما وان رامي القرص ذا الذراع الطويل يكون افضل من الراامي ذي الذراع القصيرة. أما السرعة الزاوية ونصف القطر فأنهما يتناسبان عكسياً أي كلما طال نصف القطر قلت السرعة الزاوية أو العكس . لهذا يوصى بالاستفادة من هذه العلاقة في التكتنيلك الرياضي على ضم الذراعين لللاعب البالىه حول صدره خلال حركته الدائرية من أجل الحصول على سرعة زاوية كبيرة. أما عندما يريد التوقف فإنه يعمل على فتح ذراعيه من أجل أيقاف سرعته الزاوية (Dyson, 1986).

السرعة الزاوية لمركز ثقل الجسم وأجزائه:

ان السرعة الزاوية كما بينا سابقاً تعنى النسبة بين الإزاحة وبين الزاوية (الانتقال الزاوي) التي يقطعها نصف القطر والزمن المقابل لهذه الإزاحة وحيث ان السرعة الزاوية هي سرعة غير منتظمة بل متغيرة خلال الفترة الزمنية التي تستغرقها ويمكن حسابها وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{معدل السرعة الزاوية} = \frac{\text{الزاوية نصف القطرية النهائية} - \text{الزاوية نصف القطرية الابتدائية}}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}}$$

وحيث ان معدل السرعة الزاوية لا يعطي صورة كاملة عن جميع السرعات خلال الفترات الزمنية المحيطة لهذا يمكن استنتاج قيمة السرعة الزاوية المحيطية وفقاً للمعادلة التالية:

$$\frac{\text{أصغر زاحة زاوية}}{\text{أصغر زمن}} = \text{السرعة الزاوية اللحظية}$$

ولتحديد السرعة الزاوية اللحظية لمركز ثقل كتلة الجسم أو أخذ أجزاءه خلال المسار الحركي عن آداء المهارة الحركية الرياضية تتنج نفس الخطوات التي أتبعت في تعين السرعة اللحظية مع الأخذ بنظر الاعتبار وضع الإزاحة الزاوية بدلاً عن الإزاحة اللحظية مع تطبيق المعادلة التالية:

$$\frac{\text{أصغر زاوية نصف قطرية}}{\text{أصغر زمن}} = \text{السرعة الزاوية اللحظية}$$

ففي مهارة المرجة على جهاز المتوازي والتي استخدمت كمثال لجميع العلاقات في المصطلحات الخاصة باليابوميكانيك يجب تحديد السرعة الزاوية لمركز ثقل كتلة الجسم وكل وكذلك الرأس والجذع والرجلين عن طريق تحديد الإزاحة الزاوية لمركز ثقل كتلة الجسم والرأس والجذع والرجلين بالمنقلة وعلى المسار الحركي. ثم نقوم بوضع البيانات كما في الجدول (٥) وبعد نستخرج مايلي:

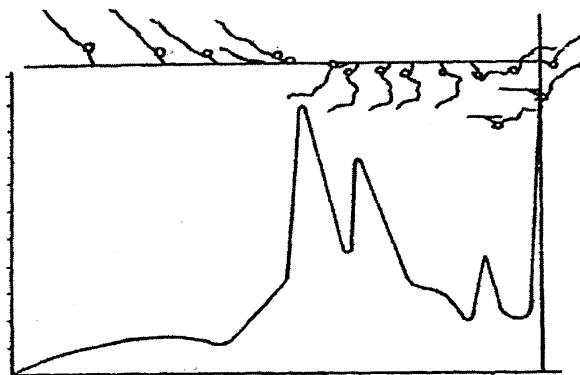
- ١ - فروق الإزاحة بين الصور التي حددت كنقط للدراسة وتحولها إلى التقدير الدائري باستخدام الجداول الرياضية أو نصريتها في المقدار ($\text{م}^2 / \text{s}$) حيث أن قيمة تعادل (٣١٤).
- ٢ - نحدد فرق الزمن ثم نطبق المعادلة التالية أدناه لحساب السرعة الزاوية اللحظية عن كل صورة من الصور المحددة للدراسة ثم تجدول البيانات كما في الجدول (٥).

$$\frac{\text{أصغر فرق في الإزاحة}}{\text{أصغر فرق في الزمن}} = \text{السرعة الزاوية اللحظية}$$

وبعد ذلك نقوم بالتعبير البياني للسرعة اللحظية لمركز ثقل الرأس كما في الشكل (١٥) وبينس الطريقة المتبعة في الجدول (٥) يمكن جدولة البيانات الخاصة بتحديد السرعة الزاوية اللحظية لمراكز ثقل كل من الجسم والجذع والذراعين والرجلين كل على حدة والتعبير عنها بيانيًا كما في الجدول (١).

* تعين مسار التوجيه الزاوي لمركز ثقل كتلة الجسم وأجزائه:

ان التوجيه الزاوي يختلف عن التوجيه اللحظي وذلك بسبب طبيعة الحركة الدورانية التي تختلف في مسارها عن الحركة اللحظية الا انه ومع هذا الاختلاف بسبب طبيعة الحركة فان التوجيه يعني ميكانيكياً في مضمونه لا يختلف في الحالتين حيث أنه يعني معدل التعبير في السرعة على وحدة الزمن. والتوجيه هنا نوعان بسبب احتواه على مركبتين هي المركبة المناسبة والمركبة العمودية.



شكل (١٥)

منحنى السرعة الزاوية اللحظية لمراكز ثقل الرأس خلال المراجحة لأسفل ولأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لهامرة المراجحة على جهاز المتوازيين. (عبد البصیر ١٩٨٤)

وبناء على هذا فإن التعجيل قد يكون خلال الحركة الدورانية تعجلاً محاسباً أو تعجلاً قطرياً (عمودياً). والتعجيل العمودي (القطري) يحدث عندما يحاول رامي المطرقة تسليط قو مقاومة القوة الحادثة بسبب الدوران للراسي والمطرقة التي يكن اتجاهها ذا بعدين خارجي (باتجاه بعيد لمحور دوران جسم الرياضي) ومماسي. ويعمل الرياضي على سحب المطرقة خلال دورانه باتجاه جسمه (محور دورانه) ويطلق على هذا النوع من التعجيل بالتعجيل العمودي. أما دوران المطرقة على مماس محيط الدائرة فيسمى بالتعجيل المماسي لاحظ الشكل (١٦). ويمكن

الازاحة الزاوية لراكز ثقل كل من					
الرجلين (بالدرجة)	الجسم (بالدرجة)	الجذع (بالدرجة)	الرأس (بالدرجة)	ترتيب الصور	٤
-	-	-	-	-	١
٦	٨	١٠	١٢	٥	٢
١١	١٧	٢١	٢٩	١٠	٣
٢٢	٣٤	٣٧,٥	٣٩	١٤	٤
٤٨	٦٨	٧٥	٨٤	١٩	٥
٧٢	٨٣	٨٧	١٠٨	٢٠	٦
٨٣	١١٤	١٢١	١٤٠	٢٢	٧
١١٧	١٢٦	١٣٤	١٥٩	٢٤	٨
١٣١	١٤٨	١٥٧	١٨٣	٢٦	٩
١٥١	١٧٠	١٧٩	١٩٨	٢٨	١٠
١٧٨	١٩٣	٢٠١	٢١٢	٣٠	١١
٢٠٠	٢٠٤	٢١١	٢٢١	٣٢	١٢
٢١٧	٢١٥	٢٢٠	٢٢٩	٣٣	١٣
٢٢٩	٢٢٧	٢٢٠	٢٣٩	٣٤	١٤
٢٤٣	٢٥١	٢٥٥	٢٤٩	٣٦	١٥
٢٦٨	٢٦٢	٢٦٨	٢٧٣	٣٧	١٦

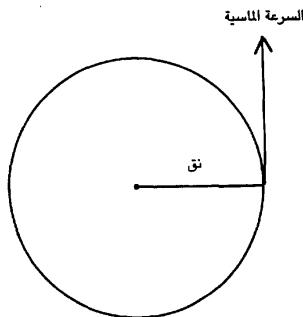
جدول (٥)

الازاحة الزاوية لراكز ثقل كل من الرأس والجذع، الجسم، والرجلين خلال المراجحة لاعلى ولأسفل حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لمهارة المراجحة على جهاز المتوازيين.

الرتبة	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان
(١ / ٥)	بالتفصيل الدائري	(بالدرجة)	(بالدرجة)	(الدرجة)	(ثانية)	(ثانية)	(ثانية)	الصادر
				www.hollanduniversity.org				
١	٠,٢٩٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	
٢	٠,٩٩٧	١٢	١٢	٠,٢١	٠,٢١	٠,٢١	٥	
٣	١,٤١٢	٠,١٧٤٤	١٧	٢٩	٠,٢١	٠,٤٢	١٠	
٤	١,٢٨٠	٠,٧٨٥١	١٠	٣٩	٠,١٦٨	٠,٥٨٨	١٤	
٥	٢,٧٤	٠,٤١٨٧	٤٥	٨٤	٠,٢١	٠,٧٩٨	١٩	
٦	٩,٩٧	٠,٥٥٨٦	٢٤	١٠٨	٠,٠٤٢	٠,٨٤	٢٠	
٧	٤,٤٣	٠,٣٣٦٦	٢٢	١٤٠	٠,١٢٦	٠,٩٦٦	٢٣	
٨	٧,٩٠	٠,٤١٨٨	١٩	١٥٩	٤,٠٤٢	١,٠٠٨	٢٤	
٩	٥,٣٤	٠,٢٦١٨	٢٤	١٨٣	٠,٠٨٤	١,٠٩٢	٢٦	
١٠	٢,١٢	٠,٢٤٤٤	١٥	١٨٨	٠,٠٨٤	١,١٧٦	٢٨	
١١	٢٩١	٠,١٥٧١	١٤	٢١٢	٠,٠٨٤	١,٣٣٠	٣٠	
١٢	١,٨٧	٠,١١٩٦	٩	٢٢١	٠,٠٨٤	١,٣٤٤	٣٢	
١٣	٢,٣٢٠	٠,١٧٥٠	٨	٢٢٩	٠,٠٤٢	١,٣٨٦	٣٣	
١٤	٢,٠٧٨	٠,١٧٥٠	١٠	٢٣٩	٠,٠٨٤	١,٤٣٨	٣٤	
١٥	٢,٠٧٨	٠,٥١٩٠	١٠	٢٤٩	٠,٠٨٤	١,٥١٢	٣٦	
١٦	٩,٩٧		٢٤	٢٧٣	٠,٤٢	١,٥٥٤	٣٧	

جدول (٦)

السرعة الزاوية لمراكز ثقل كتلة الرأس خلال المراجحة لأسفل ولأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار
الحركي لمهارة المراجحة على جهاز المتوازيين.



شكل (١٦)

التجهيل الماسى والعمودى

(الهاشمي ١٩٨٨)

أما التجهيل الماسى فيمكن حسابه من خلال العلاقة التالية:
حساب التجهيل العمودى (القطري) عن طريق المعادلة الجبرية التالية:

$$\frac{\text{التجهيل العمودي (القطري)}}{\text{نصف القطر}} = \frac{(\text{سرعه الاداء على مماس محيط الدائرة})^2}{\text{سرعه الاداء على مماس محيط الدائرة}}$$

$$\frac{\text{التجهيل الماسى}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{السرعه الزاوية النهائية} - \text{السرعه الزاوية الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

مثال ١ : كانت سرعة المطرقة اللحظية على مماس الدائرة تساوي ١٥ قدم/ثا وكان طول ذراع الراامي ٣ قدم، أوجد مقدار المركبة العمودية للمطرقة؟

$$\text{التعجيل العمودي} = \frac{٢(١٥)}{٣} - ٧٥,٠ \text{ قدم/ث}$$

مثال ٢ : كانت السرعة الزاوية لمركز ثقل كتلة الجذع لللاعب الجمباز خلال أدائه للمرحمة للأسفل على العقلة ٩٧ درجة/ثا وعند وصوله تحت العارضة بعد فترة زمنية مقدارها ٠٨٤ ر. ثا بلغت سرعته ٩١ درجة/ثا ما هو مقدار التعجيل المعاشي للرياضي؟

$$\text{التعجيل الماسي} = \frac{٢,٩١ - ٩,٩٧}{٠,٠٨٤} = ٨٤,١ \text{ درجة/ث}$$

من المعلوم ان السرعة الزاوية والتعجيل الزاوي مقادير متجهة يمكن تعين مقدارها واتجاهها من خلال استخدام نظام المحاور القطبية في التحليل الحركي، وعند المحاولة لاجتياز قيمة السرعة الزاوية اللحظية والتعجيل الزاوي المظلي يمكن استخدام المعادلين التاليتين:

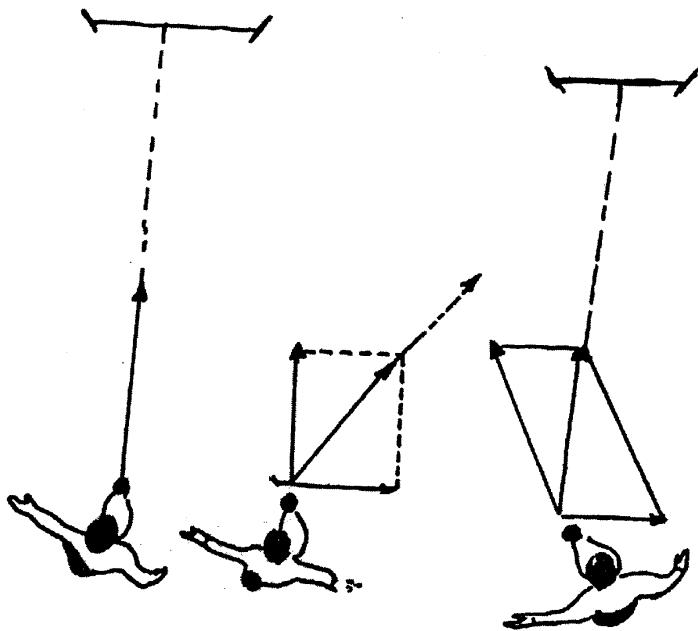
$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{اصغر ازاحة}}{\text{اصغر زمن}}$$

$$\text{السرعة الزاوية النهائية - السرعة الزاوية الابتدائية}{\text{الزمن}} = \text{السرعة الزاوية}$$

إن معرفة قيم السرعة اللحظية الزاوية والتعجيل الزاوي له أهمية كبيرة في حالات كثيرة مثل كسر الاتصال في حركات القفز أو الوثب وهذه الأهمية تتعلق بالحركات الدورانية للجسم في مرحلة الطيران كما هو الحال في حركات الغطس أو الدوران الهوائية في الجمباز.

* تعين زمن الجسم المقذوف والمسافة الأفقية خلال مرحلة الطيران :

لقد تناولنا سابقاً في متن هذا الكتاب عند دراستنا لزاوية انطلاق الاجسام لحظة كسر الاتصال في الحركات الخطية هذا الموضوع بشكل تفصيلي وسنقوم هنا بعرض موجز لكيفية حساب الزمن والمدى الأفقي لحركة المقذوفات من جسم الإنسان أو الآداة. إن انجاز الواجب الحركي للمقذوفات يختلف باختلاف المهارة العركية. في بعض المهارات العركية تستوجب زيادة الزمن الذي تستغرقه في طيرانها في الهواء كشرط أساسى في نجاحها في أداء الواجب الحركي المطلوب. أي كلما استطاع اللاعب أطالة زمن طيرانه في الهواء كلما تمكن من انجاز الواجب الحركي المطلوب خلال هذا الزمن. فلاعب الجمباستيك والخطايس يهتمان أولاً وأخيراً بالحصول على الزمن الكافي في طيرانهما في الهواء من أجل أداء أكبر قدر ممكן من الحركات الرياضية خلال كسر الاتصال. إلا أن لاعب كرة السلة هدفه الأساس ليس الزمن بل رفس أو رمي الكرة باتجاه الهدف للحصول على الهدف. أما رامي الرمح أو المطرقة وممارس الوثب العريض فأنهم جميعاً يهتمون بالمدى أو المسافة الأفقية التي يمكن الحصول عليها من خلال قذف أجسامهم زو الآداة لأبعد مسافة أفقية ممكنة. إن حساب زمن المقذوفات يعتمد بالأساس على تحليل المسار المنحني للأداة أو السرم فيما يمكن أن نطلق عليه بالمسافة الأفقية أو المدى الأفقي، وهذا المسار المنحني سببه حصول الجسم أو الآداة عدراً قوة كبيرة سبب تلك الحركة وحولت الجسم أو الآداة من حالة الثبات إلى الحركة. فالأداة أو الجسم تتمكن من الحصول على سرعة حركية عجلة في حركتها الأفقية كما في الشكل (١٧).



شكل (١٧)

المحصلة والكميات المتجهة لصورة لاعب كرة القدم (١ ص) المركبة الأفقية ،

(١ س) المركبة العمودية (١ م) المحصلة .

أن سرعة المحصلة تمثل في السهم (أ-م) والمركبة الأفقية (أ-ص) والمركبة العمودية (أ-س) إن المركبة الأفقية كما هو ملاحظ من الشكل (١٧) تؤثر في اتجاه أفقى موازى لسطح الأرض ويتأثر بها زمن الطيران والمدى. أما المركبة العمودية فيتوجب دراسة علاقتها بسرعة المحصلة عن طريق رسم مثلث القوى الذي يربط الأسهم الممثلة لسرعة المحصلة التي يمثلها الوتر والمركبة العمودية التي يمثلها الضلوع القائم والمركبة الأفقية التي يمثلها الضلوع الأفقي من المثلث ويمكن استنتاج القيم المجهولة من خلال استخدام علاقات المثلث القائم الزاوية وفقاً لنظرية فيثاغورس تستخدم التي تؤكد قوانينها أو معادلاتها وفقاً لما يلي:

$$\text{سرعه المحصلة}^2 = (\text{المركبة العمودية})^2 + (\text{المركبة الأفقية})^2$$

$$\text{جا الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

$$\text{جتا الزاوية} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

$$\text{ظا الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

كما ويمكن حساب زمن الاداء او الجسم المقدوف من خلال العلاقة التالية:

$$\text{الزمن} = \frac{\text{سرعه الانطلاق (المحصلة)} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

وإن زمن الانطلاق يعادل زمن الهبوط عندما تكون نقطة الانطلاق في نفس مستوى نقطة الهبوط ويمكن استخراج الزمن الكلي من خلال ما يلي:

$$\text{الزمن الكلي} = \text{زمن الهبوط} + \text{زمن الانطلاق} = 2 \times \text{الزمن الكلي}$$

$$\text{الزمن الكلي} = \frac{\text{سرعة الانطلاق} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}} + \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

أو

$$\text{الزمن الكلي} = \frac{2 \times \text{سرعة الانطلاق} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

أو

إلا أن مستوى الانطلاق لا يقع في نفس مستوى الهبوط في معظم الحركات الرياضية لذلك يمكن استنتاج الزمن من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الزمن} =$$

$$\frac{\text{سرعة المركبة العمودية} \times \text{جا الزاوية}}{\text{الركرة العمودية للسرعة} \times \text{جا الزاوية}^2 + 2 \times \text{التعجيل الأرضي} \times \text{المسافة العمودية بين نقطة الانطلاق والهبوط}} = \frac{\text{التعجيل الأرضي}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

اما المسافة الأفقية فيمكن حسابها من خلال العلاقة التالية:

$$\text{المسافة الأفقية} = \text{السرعة} \times \text{زمن الطيران}$$

$$\text{ولكن السرعة الأفقية} = \text{سرعة المحصلة} \times \text{جتا الزاوية}$$

$$\text{ان} \quad \text{المسافة الأفقية} = \text{سرعة المحصلة} \times \text{جتا الزاوية} \times \text{زمن الطيران}$$

الفصل الثاني

التحليل الكيناتيكي للحركة الخطية والزاوية

تحديد القوى كدالة للزمن من خلال مرحلة الاتصال

تحديد القوى للزمن من خلال مرحلة الاتصال

تحديد منحنى الدوران خلال مرحلة الاتصال

تحديد طاقة الحركة الدورانية كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال

تحديد منحنى طاقة الوضع للجسم كدالة للزمن من خلال مرحلة الاتصال.

التحليل الكيناتيكي الحيوي للمهارات الحركية

Kenatic Analysis

ان معرفة المتغيرات الكيناتيكية لاي مهارة حركية يستوجب تحليل الاداء الحركي للمهارة من اجل معرفة وتحديد المدلولات الكيناتيكية أدناه.

ولقد استخدمنا في هذا الفصل الجداول والاشكال التوضيحية المأخوذة عن عبد البصیر (١٩٨٢) كامثلة تطبيقية للتحليل الكيناتيكي.

- ١ - معرفة وتحديد القوى المؤثرة على مركز ثقل إلى كتلة الجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.
- ٢ - تحديد وتعيين دفع القوى المؤثرة على مركز ثقل الى كتلة الجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.
- ٣ - تعيين ومعرفة منحنى دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل كتلة الجسم خلال مرحلة الاتصال.
- ٤ - تحديد منحنى طاقة الحركة الزاوية للجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.
- ٥ - معرفة وتعيين طاقة الوضع للجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.

٦- معرفة وتحديد القوى المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.

القوة صفة من الصفات البدنية التي يتمتع بها الاشخاص. وقد تناول الكثير من المختصين في مختلف مجالات الرياضيات هذه الصفة بالشرح والتوضيح. فمنهم من عرفها بأنها امكانية العضلة او المجموعات العضلية في التغلب على المقاومات الخارجية (مجيد ١٩٨٩) أما الهاشمي (١٩٨٨) فيعرف القوة (بأنها الفعل الميكانيكي الذي يتغير او يحاول تغيير حالة الجسم المؤثر فيه). كما تعني القوة ذلك التأثير الذي يملكه احد الاجسام على الآخر مسبباً التغير في الحالة الحركية له ومؤدياً إلى حرکته أو وقوفه (لشلش ١٩٨٨) فالقمة بناء على ذلك هي سبب الحركة.

وقد تكون القوة ساحبة او دافعة او متوازنة، كما وتكون القوة باشكال مختلفة ومن اشكالها المختلفة هناك القوة الخارجية مثل قوة الجاذبية الأرضية وقوة الماء وقوة الاحتكاك. الخ. والقوة الداخلية كقوة العضلات والقوة هي اساس الحركة وبدون القوة لا يمكن حدوث الحركة ومن التمييز بين هذين النوعين من التأثيرات الناتجة عن القوة هناك تأثير تنتجه حركة بسبب القوة وتتأثر أخرى تنتجه عنه أي حركة، فالتأثير الحركي الناتج عن القوة يطلق عليه بالتأثير الديناميكي للقوة كما هو الحال عند رمي القرص او الثقل.. الخ. أما التأثير الآخر والذي لا يؤثر في الحالة الحركية للجسم المؤثر فيه فيمكن ان نطلق عليه بالتأثير الاستاتيكي او الثابت كما هو الحال عند الوقوف على اليدين على الارض او دفع الجدار الكونكريتي مثلاً.

مكونات القوة وقوانينها :

ان معرفة القوة بشكل دقيق يستوجب معرفة مكوناتها ومكونات القوة هي مقدارها وخط اتجاهها ونقطة تأثيرها، ويمكن معرفة مقدارها من خلال المعادلة التالية:

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل للجسم}$$

$$\text{وبيما أن التعجيل} = \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{والكتلة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

لذلك يمكن اعادة ترتيب المعادلة بالشكل التالي:

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{القوة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{التعجيل الأرضي}} \times \text{التعجيل للجسم} \quad \text{او}$$

اما اتجاه القوة فهو اتجاه خط عملها . ونقطة تأثيرها هي نقطة القوة التي تؤثر من خلالها على الجسم .

مثال : قذف رياضي ثقل وزنه (٥) نيوتن بسرعة قدرها ١٠ م/ثا خلال فترة زمنية قدرها ٢ ر . ثانية ما هو مقدار القوة التي يبذلها الرياضي في قذف الثقل؟ وما هو مقدار التوجيه؟

$$\text{الكتلة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{التوجيه الأرضي}} = \frac{٥}{٨,٩} = ٠,٥ \text{ كغم}$$

$$\text{القوة} = \frac{\text{الكتلة} \times \text{السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{١٠ \times ٠,٥}{٠,٢} = ٢٥ \text{ نيوتن}$$

$$\text{التوجيه} = \frac{١٠}{٠,٣} = ٣٥ \text{ م/ث}$$

القوة الجاذبية والطاردة «المركبة واللامركبة»

هناك نوعان من القوة ينشأن خلال حركة الدوران عند أداء فعالية رمي المطرقة . وهاتان القوتان مرتبتان مع بعضهما طبقاً لقانون نيوتن عن علاقة الارتباط بين الفعل ورد الفعل . ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح عند أداء مهارة المطرقة كما ذكرنا سابقاً . فالطاقة خلال الدوران الماسي تعمل على سحب الرياضي للخارج لذلك يعمل الرياضي على سحب المطرقة باتجاه محور دورانه . ففي الحالة الأولى يطلق على القوة الطاردة (اللامركبة) وفي الحالة الثانية تسمى بالقوة الجاذبة (المركبة) كما في الشكل (١٨) كما يمكن قياس القوة الطاردة وفقاً للعلاقة التالية :

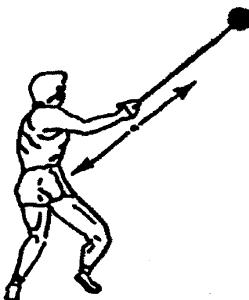
$$\text{القوة الطاردة (اللامركبة)} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^٢}{\text{نصف القطر}}$$

ان هاتين القوتين متساويتان في المقدار $F = ma$ في الاتجاه والقوة الطاردة تتأثر بعاملين مهمين هما سرعة وكثافة المطرقة. فكلما كانت حركة المطرقة سريعة كلما كانت القوة التي يولدها الرياضي كبيرة. وذلك للحافظة على توازن حركته الدورانية من تأثير القوة الطاردة كذلك نجد ان القوة التي يبذلها الرياضي للمحافظة على توازن حركته الدورانية كبيرة عندما تكون كثافة المطرقة كبيرة. وبيناء على ذلك نستطيع أن نقول أن القوة الجاذبية أو القوة الطاردة تتناسب تتناسب طردياً مع كثافة الأداء المقذوفة ومربع سرعتها. وأن القوانيين الجاذبية والطاردة تتناسب تتناسب عكسياً مع طول نصف قطر الدوران. ذلك لأن تقسيم نصف القطر يؤدي إلى زيادة في القوة الجاذبية أو الطاردة. وبيناء على ذلك فإن العداء يحاول الحد من تأثير القوة الطاردة في جسمه وخاصة عند الركض في الأقواس من خلال ميل الجذع نحو الداخل وتوسيع مدى حركة الذراع الخارجية بالنسبة لحركة الذراع الداخلية. وكلما كان منحنى القوس شديداً كلما كانت شدة الميلان أكبر. لذلك فإن معرفة درجة الميلان للرياضي عند ركضه في الأقواس ضرورية جداً لمعرفة زاوية الميل التي يجب أن يكون وضع جسم الرياضي فيها لكي يتتجنب تأثير القوة الطاردة والمعادلة الخاصة بایجاد درجة ميلان الجسم هي كالتالي:

$$\text{ظل زاوية الميلان} = \frac{\text{(السرعة)}}{\text{التعجيل الأرضي} \times \text{نصف القطر}}$$

مثال : عداء يركض بسرعة ٢٠ قدم / ثا وكان طول نصف قطر المضمار (١٠٠) قدم ما هي الزاوية التي يجب ان يميل بها الرياضي جسمه نحو الداخل ؟

$$\text{ظل زاوية الميلان} = \frac{٢(٢٠)}{١,٢٥} = \frac{٤٠}{١٠٠ \times ٣٢}$$



شكل (١٨)

القوة الجاذبية والقوة الطاردة

انن فان الزاوية التي يجب أن يميل بها جسمه نحو الداخل هي ٧ درجات وذلك لأن ظل زاوية (٧) يساري ١٢٥ درج، وعندما يكون نصف(٥٠) قدم فان الرياضي يجب ان يميل جذعه نحو الداخل بدرجة كبيرة تعادل (١٤) درجة.

طرق قياس القوة :

هناك طريقتان لقياس مقادير القوة التي تؤثر على مركز ثقل الجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال عند الحركة والطريقتان هما:

١- طريقة القياس.

٢- طريقة الحساب.

١- طريقة القياس :

ويمكن تدوين القوى كدالة للزمن في الاتجاهين الأفقي والعمودي من خلال استخدام أجهزة قياس القوى المعممة على الأسس الميكانيكية أو على أساس القياس بالاستطالة (التمدد) فإذا أخذتنا مهارة الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الأركان للارتكاز على جهاز المتوازي وارتبنا

معرفة المنحني التغيري في القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم من كل الاتجاهين العمودي والأفقي ومحصلتها كدالة للزمن خلال الموجة للأسفل والأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي للأداء تتبع الخطوات التالية (عبد البصرين، ١٩٨٤).

- ١ - يركب جهاز تدوين القوى في إحدى عارضتي المترافقين والمذكور في الفصل الثاني.
- ٢ - تتم معايرة عارضة المترافقين المركب فيها جهاز تدوين القوى.
- ٣ - يؤدي اللاعب الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على جهاز المترافق حيث تحصل على منحني المبين في الشكل (١٩).
- ٤ - باستخدام الجدول (٧) يمكن تحويل وحدة القياس إلى وحدات قياس القوة حيث تحصل على المنحني المبين بالشكل (٢٠).

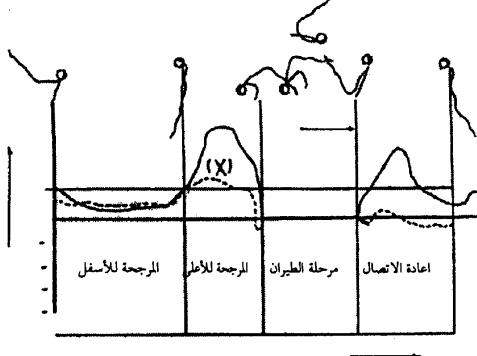
وبدلالة كل من المركبتين العمودية والأفقية يمكن حساب محصلة القوة عن طريق استخدام المعادلة التالية:

$$\text{مقدمة المحصلة} = \frac{(\text{القوة العمودية})^2 + (\text{القوة الأفقية})^2}{\sqrt{}}$$

العنوان	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان
٧.١	٧.١	٧	٧	٥.	١
٢.٠	٢.٠	١٢	١٢	٦.	٢
٥.٠	٥.٠	١٣	١٣	٦٥	٣
٢.٥	٢.٥	١٩	١٩	٨.	٤
١.٥	٢.٥	٢٥	٢٥	٩٥	٥
٢.٠	٢.٠	٣٠	٣٠	١٥	٦
٢.٠	٢.٠	٤٠	٤٠	١٢٥	٧
٢.٠	٢.٠	٥٠	٥٠	١٤٥	٨

جدول (٧)

المعامل الاستبدالي على محور الرأس والأفق



شكل (١٩)

منحنى التغير في القوى المؤثرة على CG في اتجاه كل من الركبتين الرأسية والأفقية خلال أداء الدورة الهوائية الأساسية المنحنية على جهاز المقارن كـما دونها جهاز تدوين القوى لعبد البصير.

٢ - طريقة الحساب :

تعتمد هذه الطريقة على استخراج المدلولات الكيبيتية من الفيلم السينمائي وضع الدراسة ويفقاً للخطوات التالية:

- ١ - حساب قيمة التعجيل اللحظي في كل من الوضاع الخاصة بالدراسة.
- ٢ - حساب كتلة الجسم موضع الدراسة من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الكتلة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

- ٣ - حساب قيم القوى المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم لكل وضع من الوضاع الخاصة بالدراسة في المعادلة التالية:

ثم تجدول البيانات ويعبر عنها بيانياً فلو أردنا حساب القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة جسم لاعب الحواجز على سبيل المثال خلال المسار الحركي في الارتفاع قبل الحاجز تتبع ما يلي:

- استخراج وزن اللاعب ول يكن (٧٠) كغم

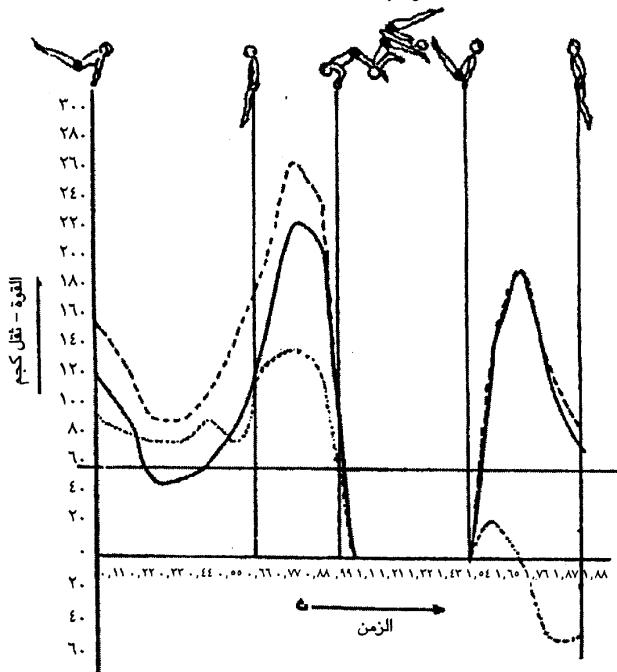
$$\text{الكتلة} = \frac{٧٠}{٩,٨١} \text{ كغم} \quad \text{إذن}$$

- حساب قيمة التuggيل اللحظي عند الصورة (٢) ول يكن (٢٥) م/ثا^٢

- حساب مقدار القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم عند الصورة (٢)

$$\text{القوة} = ٧٠ \times ٢٥ = ١٧٧ \text{ كغم}/\text{م}^٢$$

- تحسب بنفس الطريقة قيمة القوة لكل وضع من الأوضاع المحددة وتتجدول البيانات كما في الجدول (٨) ويعبر عنها بيانياً كما في الشكل (٢١).



محصلة القوى

القوة الراسية —————

القوة الأفقية

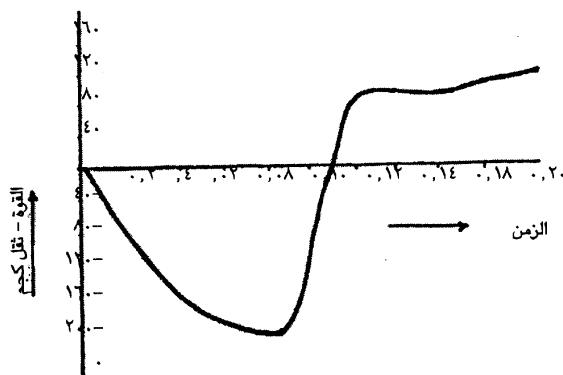
شكل (٢٠)

منحنى التغير في القوى المؤثرة على CG في اتجاه كل من المركبتين الراسية والأفقية خلال أداء الدورة الهوائية الامامية المنحني على التوازيين (العبد البصير).

العنوان	البيان	البيان	البيان	البيان	البيان
١٧٧,-	٧,١	.	.	١	١
٢٧٣,-	٧,١	٢٥,-	٠,٤	٢	٢
٨,٨	٧,١	٣,-	٠,٨	٤	٣
٨,٨	٧,١	١٢,-	٠,٢٢	٦	٤
١٢٤,٣-	٧,١	١٢,-	٠,١٦	٨	٥
	٧,١	١٧,-	٠,٢٠	١٠	٦

جدول (٨)

حساب القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم خلال المسار الحركي في الارتكاز قبل الحاجز.



شكل (٢١)

منحنى القوة المؤثرة على CG كدالة للزمن خلال المسار الحركي في الارتكاز قبل الحاجز للاعب الحواجز
(عن عبد النبي).

www.hollanduniversity.org

٢ - تحديد وتعيين دفع القوى المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال:

الدفع (Impulse) يعني تلك القوة التي تؤثر في فترة زمنية معينة الدفع = القوة × الزمن
 فإذاً جسم يكتسب عندما توجه له قوة ما خلال زمن معين فإنه يتحرك بكمية حركية (رخمه حركي) (momentum) معينة. فالجسم الذي يكتسب على سبيل المثال قوة مقدارها (١٠٠) نيوتن خلال زمن مقداره ثانية فإن الجسم سيتحرك بما يعادل (٢٠٠) نيوتن /ثا. أما عندما يكن زمن الفعل أقل من ذلك وليكن ثانية واحدة فإن كمية الحركة ستكون ١٠٠ نيوتن /ثا فالجسم يكتسب قوة ما خلال زمن معين طبقاً لقانون نيوتن الثاني (قانون التعجيل) والذي ينص على أن تعجيل الجسم يتناسب تناوباً طردياً مع القوة المؤثرة وتحدد الحركة باتجاه القوة ويمكن صياغة القانون وفقاً للعلاقات التالية:

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل}$$

$$\text{فإن} \quad \text{الدفع} = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل} \times \text{الزمن}$$

$$\text{أو} \quad \text{الدفع} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}} \times \text{الكتلة}$$

$$\text{لان} \quad \text{التعجيل} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{اذن} \quad \text{الدفع} = \text{الكتلة} (\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية})$$

$$\text{أي} \quad \text{القوة} \times \text{الزمن} = \text{الكتلة} (\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية})$$

ومن المعادلة أعلاه يتضح أن الجانب الأيمن من المعادلة (القوة × الزمن) يعني دفع أو ضغط أو كافة القوة أما الطرف الأيسر من المعادلة فإنه يعني التغيير في كمية الحركة (الرخمه الحركي). إن العلاقة بين الدفع وكمية الحركة يمكن أن تصاغ وفقاً للتالي: القوة (الزمن)

النهائي- الزمن الابتدائي) = الكتلة (السرعة النهائية-السرعة الابتدائية) وبما ان تغير مقدار القوة يحدث باستمرار وفي فترات زمنية متقاربة في الحركات الرياضية لذلك لا يمكن الحصول على التكاملات المضبوطة بطريقة الرياضيات بل يمكن ايجادها عن طريق استخدام الطرق البيانية التخطيطية (اما لاجاد منحنى دفع القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم فتأخذ الأداء الحركي لمهارة الدورة الهوائية الامامية المنحنية من الارتكاز على جهاز المتوازي ومكتاثل مأخوذ عن عبد البصیر (١٩٨٤) نتبع الخطوات التالية:

- تحسب المساحة في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية كدالة للزمن وفقاً للآتي:
 - يقسم المحور السيني الممثل للزمن الى فترات زمنية صغيرة نسبياً ومتقاربة.
 - قسم المساحة تحت المنحنى الى مساحات مناظرة لفترات الزمنية المحددة سابقاً.
 - تحسب المساحات في البند (٢) بيانياً لفترات الزمنية المحددة.
 - تحسب المساحات المختلفة تحت المنحنى المناظر للزمرة المختلفة (منتصف الفترات الزمنية) مع الاخذ في الاعتبار تراكم هذه الازمنة مع السابقة لها لتلك المساحات كما موضح في شكل (٢٢) جدول (٩).
- باستخدام الجدول (٩) يتم رسم منحنى دفع القوى المؤثرة على مركز ثقل الجسم كدالة للزمن في اتجاه كل من المركبتين الرأسية-الأفقية خلال المرجة للأسفل والاعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لأداء مهارة الدورة الهوائية-الامامية المنحنية على المتوازيين كما في الشكل (٢٢).

الوقت بالثانية	مقدار القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم	الوقت بالثانية	مقدار القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم	الوقت بالثانية	مقدار القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم
صفر	صفر	صفر	صفر	١	١
٢٠	٢٤	٣١	٥	٢	
٦٦	٧٧	٦٣	١٠	٣	
١١٨	١٩٤	٩٤	١٥	٤	

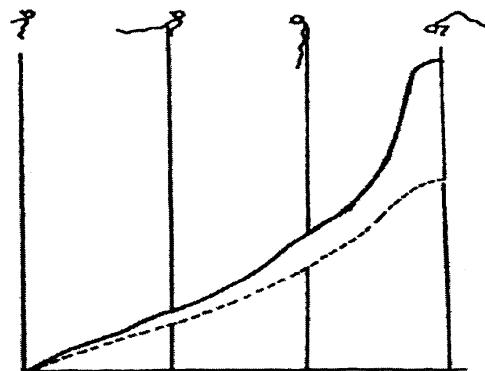
جدول (٩)

دفع القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية خلال المرجة لاسفل ول وعلى حتى لحظة كسر الاتصال في الدورة الهوائية الامامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على الاتصال في الدورة الهوائية الامامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على المتوازيين.



شكل (٢٢)

تقسيم المساحة تحت منحنى دالة القوة-الزمن في اتجاه المركبة الراسية خلال المرحلة لأسفل ولأعلى حتى لحظة
كسر الاتصال في الدورة الهوائية الأمامية المنحنية على جهاز التوازيين (عبد البصير).



شكل(٢٣)

الدفع في الاتجاه الرأسي والأفقي (عبد البصير)

الدفع كجم م/ثا ١٤٠ ١٦٠ ١٨٠ ٢٠٠

٣- تعين ومعرفة منحنى دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل كتلة الجسم خلال مرحلة الاتصال:

لقد ذكرنا بأن القانون الأساسي في الديناميك للحركة الخطية هو:

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التجهيز الخططي}$$

أما في الحركة الزاوية (الدائري) فأننا نستعيض عن القوة بعزم الدوران وعن الكتلة بعزم القصور الذاتي وعن التجهيز الخططي بالتجهيز الزاوي ويكون القانون كالتالي:

$$\text{دفع الدائري} = \text{عزم القصور الذاتي} \times \text{السرعة الزاوية}$$

وكما ذكرنا في الحركة الخطية بأن دفع القوة هو حاصل ضرب القوة \times الزمن وكذلك فإنه يساوي في الحركة الدائرية حاصل ضرب عزم القوة \times الزمن أي عزم القوة \times الزمن = عزم القصور الذاتي \times السرعة الزاوية

إن القانون أعلاه يستخدم في حالة ثبات العزم وبدون سرعة زاوية ابتدائية «و بذلك فإن الدفع الدائري يعني عزم الدوران الذي يسبب حركة الجسم حركة دائرية ذات تجهيز دائري أما في حالة تغيير العزم ووجود سرعة زاوية ابتدائية تكون المعادلة كالتالي:

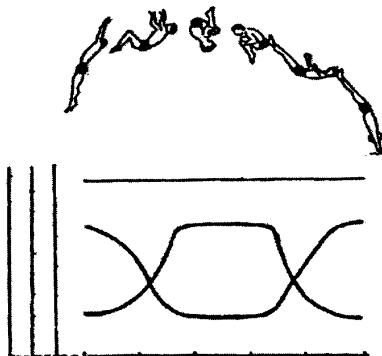
$$\text{دفع الزاوي} = \text{عزم القصور الذاتي النهائي} \times \text{السرعة الزاوية النهائية} - \text{عزم القصور الذاتي الابتدائي} \times \text{السرعة الزاوية الابتدائية}$$

أما في حالة قانون بقاء كمية الحركة فإن:

$$\text{عزم القصور الذاتي} \times \text{السرعة الزاوية} = \text{مقدار ثابت}$$

أي أن ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية يكون الحاصل مقداراً ثابتاً يعني ذلك أن أي تقليل في عزم القصور الذاتي يرافقه زيادة في السرعة الزاوية. أي أن كمية الحركة الزاوية لا تتغير عند اداء الحركة الدورانية لأي جسم ويمكن ملاحظة هذه الحقيقة عملياً في فعاليات القفز والغطس في الماء أو الجمانتاستك على سبيل المثال. فالقفاز من قفاز السباحة عند ادائه دوره هوائية خلفية ونصف الدورة فإن جسمه لحظة ترك القفاز يكون متداً وذلك لكي يحصل على كمية حركة خطية واخري دورانية. فالكمية الخطية تدفعه للأعلى في

الهواء لكي تعطيه زمناً كافياً يساعدك على اتمام مرحلة طيرانه. أما كمية الحركة الزاوية فأنها تكسبه الدوران خلال إدائه الدورة والنصف المهاوائية فالسباح بعد تركه سلم القفز يعمل على ثني مفاصل الركبة والورك لكي يكون جسمه تماماً ولكي تصبح كتلة جسمه قريبة من محور الدوران وبذلك يقل وزن القصور الذاتي لجسمه وتزداد سرعته الزاوية. أن سبب هذا التأثير على كمية الحركة الزاوية حدث بسبب الصغر في وزن القصور الذاتي الناشئ من تغيير وضع الجسم وليس بسبب القوة العضلية. إن هذا التغيير في وضع الجسم (النكور) أدى إلى قصر في نصف القطر للحركة الدورانية للجسم مما أدى إلى زيادة في الحركة الدائرية حيث أن طول نصف القطر والحركة الزاوية يتاسبان عكسياً فاللاعب في الشكل (٢٤) يعمل على تكبير جسمه نحو مركز الدوران لكي يحصل على تقليل في نصف قطر الحركة وزيادة في كمية الحركة الزاوية. أما في نهاية القفز فإنه يعمل على مد أعضاء جسمه القريبة من محور حركته لكي يزيد من نصف قطر الدوران ويزيد من وزن قصوره الذاتي الذي يؤدي إلى نقصان في سرعته الزاوية قبل دخوله في الماء.



شكل (٢٤)

العلاقة بين السرعة الزاوية وزن القصور الذاتي عند ثبات كمية الحركة الزاوية في قفز قرورة هوائية خلفية ونصف الجسم متكرر .

لقد بحث الكثير من المختصين في كيفية حساب وقياس كمية الحركة الزاوية. ولقد استخدمت طرق ووسائل تكنيكية عديدة. وسنقوم هنا بتخليص أهمها (عبد البصير ١٩٨٤) والطرق المتعددة هي:

١ - طريقة رامي 1973 : ان طريقة رامي تعتمد على أساس الربط بين منصة تسجيل القوى واستخدام الفيلم السينمائي بهدف تحديد المحننات الخاصة (عزم القوة-الזמן) وبعد ذلك التغيير في كمية الحركة الزاوية تجريبياً بواسطة الجسم. ولقد طبقت المعادلة أدناه في حساب التغيير الناتج في كمية الحركة الزاوية.

$$H = F \cdot r$$

حيث أن (F) = القوة العضلية المبذولة من قبل اللاعب والمقاومة بمنصة القوى.

(H) = التغيير في كمية الحركة الزاوية

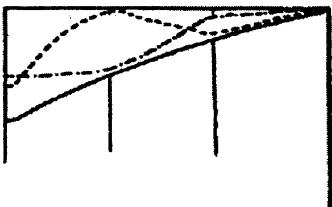
(r) = بعد مركز ثقل الجسم لتجهيزه القوة عند اتصاله بمنصة القوة لانتاج القوة.

ففي حالة تحديد التغيير في كمية الحركة الزاوية (التغيير في الدفع الدائري) المؤثرة على مركز ثقل الجسم حول المحور المار بمحضلي الكتفين في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية خلال المرجة للأسفل وللأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال أداء الدورة الهوائية الأمامية المحننة من الارتكاز للارتكاز على جهاز المتوازيين باستخدام مدلولات التصوير السينمائي وجهاز تدوين القوى تتبع الخطوات التالية:

- تصور وتدون القوى في تزامن واحد للاعب خلال المرجة للأسفل وللأعلى حتى لحظة كسر الاتصال.
- تحديد مركز الثقل لللاعب.
- تحديد وقياس نراع العزم على النموذج والقياس التخطيطي لكل من المركبتين الأفقية والعمودية لكل وضع من الأوضاع المحددة للدراسة خلال أداء المهرة.
- ضرب نراع العزم في مقياس الرسم للحصول على نراع العزم الحقيقي ويتم حساب دفع الدوران وفقاً لأحدى العلاقات التاليتين:

ପାରିଲିଙ୍ଗ (ଜନ ପ୍ରକଳ୍ପ) :

ମାତ୍ରାଶିଖିତି ଏବଂ ଇନ୍‌ଜନ୍‌ଯ ପାରିଲିଙ୍ଗ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ
ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ
ପାରିଲିଙ୍ଗ (୦୧)



ମାତ୍ରାଶିଖିତି ଏବଂ ଇନ୍‌ଜନ୍‌ଯ ପାରିଲିଙ୍ଗ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ
ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ
ପାରିଲିଙ୍ଗ (୦୧)

୩	୮	୧୧	୧୫	୧୮	୨୦	୨୨	୨୫	୨୮	୩୦
୨	୨	୧୦	୧୩	୧୫	୧୮	୨୦	୨୨	୨୫	୨୮
୧	୧	୮	୧୦	୧୨	୧୫	୧୮	୨୦	୨୨	୨୫
		(୧)	(୨)	(୩)	(୪)	(୫)	(୬)	(୭)	(୮)
		୧୦	୧୨	୧୫	୧୮	୨୦	୨୨	୨୫	୨୮
		୧୨	୧୫	୧୮	୨୦	୨୨	୨୫	୨୮	୩୦
		୧୫	୧୮	୨୦	୨୨	୨୫	୨୮	୩୦	୩୨
		୧୮	୨୦	୨୨	୨୫	୨୮	୩୦	୩୨	୪୦

ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ (୦୧) :

ମାତ୍ରାଶିଖିତି ଏବଂ ଇନ୍‌ଜନ୍‌ଯ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ
ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ ପାରିଲିଙ୍ଗ ଏବଂ

www.hollanduniversity.org

٢ - طريقة ميلر Miller 1970: لقد افترض ميلر بثبات وضع الجسم خلال النقطة التي لا تؤثر فيها القوة الخارجية على الجسم عند حساب كمية الحركة الزاوية. حيث قام بحساب عزم القصور الذاتي لكل الجسم حول المحور الأفقي له من مدلولات التصوير السينمائي باستخدام طريقة التجربة ونظرية المحاور المتوازية مع تطبيق المعادلة أدناه:

$$\text{الحركة الزاوية} = \text{عزم القصور الذاتي للجسم} \times \text{السرعة الزاوية للجسم}$$

في حالة تحديد كمية بعث الدوران المؤثرة على مركز نقل الجسم في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية خلال الموجة للأسفل والأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لأداء مهارة الدورة الهوائية الأمامية المنحنية على جهاز المتوازي تتبع الخطوات التالية:

١- الحساب النظري لعزم القصور الذاتي لكتلة الجسم:

لقد تم حساب تحديد عزم القصور الذاتي لكتلة أجزاء الجسم للكائن الحي من قبل الكثير من المهتمين خلال السنوات الماضية. وسنحاول هنا اعتماد البيانات المثبتة في الجدول (١١) عن عبد البصیر (١٩٨٤) والمأخوذة عن (Whitesttt) في إيجاد قيمة عزم القصور الذاتي للجسم كله بطريقة استخدام نظرية المحاور المتوازية والتي يمكن من خلالها تحديد عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور المار بمركز ثقله والموازي لمحور الدوران ويمكن التعبير عن ذلك وفقاً للعلاقة الجبرية التالية:

$$JA = \sum ICGi + mide (i^2)$$

حيث (JA) = عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور الأفقي المار بالنقطة (A)
 $(ICGi)$ = عزم القصور الذاتي للعضو خلال المحور الموازي لمحور الدوران والمار بمركز كتلته.
 (m_i) = كتلة العضو

$$(di^2) = \text{مربع البعد بين المحاور المتوازية.}$$

نسبة المقصورة الذاتي لكل جسم من الجسم	نسبة المقصورة الذاتي (ستة أجزاء)	نسبة المقصورة الذاتي
٠,٠٢٤١	٠,٠١٨٣	الرأس
١,٢٥٥٣	٠,٩٣٠	الجذع
٠,٠٢١٢	٠,١٥٧	الخد
٠,٠٠٧٦	٠,٠٠٥٦	الساعد
٠,٠٠٥٥	٠,٠٠٤	اليد
٠,١٤٨	٠,٠٧٧٦	الفخذ
٠,٠٥٠٢	٠,٠٣٧٢	الساق
٠,٠٣٨	٠,٠٢٨	القدم

(١١) جدول

عزم القصور الذاتي لاعضاء الجسم المختلفة كل على حدة حول المحور العرضي المار بمركز ثقل كل منها.

من أجل توضيح الطريقة لحساب عزم القصور الذاتي للاعب حول محور دورانه نفترض
انتا تريد حساب عزم القصور الذاتي لكثلة اللاعب حول عارضتي التوازي خلال مرحلة
الاتصال اثناء المسار الحركي لذاء مهارة الدورة الهوائية الامامية المنحنيه على التوازي كما
في شكل (٢٦) فابننا نتبع الخطوات التالية:

١ - ايجاد قيمة كثلة اللاعب من خلال :

$$\frac{\text{الوزن}}{\text{التعجيل الأرضي}} = \text{الكتلة}$$

وبما أن وزن اللاعب = ٦٥ كغم

$$\text{الكتلة} = \frac{٦٥}{٩,٨} = ٦,٦٣ \text{ كغم}$$

إذن

ويستخدم نسب الاوزان بالنسبة لوزن الجسم كله والموضحة في الجدول (٢) والمؤخنة عن (كلاوسير) تتمكن من الحصول على كتل أجزاء الجسم كل على حده كما في الجدول (١٢) العمود الرابع.

٢ - نحدد المسافة بين المحور المار بمركز ثقل العضو والموازي لمحور الدوران (عارضه التوازيي) بعد ضريها في مقاييس الرسم وتجدول كما موضح في الجدول (١٢) العمود الخامس.

٣ - تربع المسافة (d) في العمود الخامس من نفس الجدول وتوضع في العمود السادس.

٤ - نضرب كتلة العضو في مربع المسافة (d) الخاصة به وتوضع النتيجة في العمود السابع.

٥ - نطبق المعادلة أدناه:

$$JA = ICG + md^2$$

نحصل على عزم القصور الذاتي لكل عضو حول عارضة التوازيي ونسجل النتيجة في العمود الثامن من نفس الجدول.

٦ - تجمع عزوم القصور الذاتي لاعضاء جسم الرياضي حيث يمثل حاصل الجمع عزم القصور الذاتي للجسم كله حول عارضة التوازيي كما هو في الجدول الثامن من نفس الجدول.

٢ - حساب السرعة الزاوية :

تستخدم المعادلة أدناه والتي يتم استخدامها سابقاً في تعين قيمة مسار السرعة الزاوية لمركز ثقل كتلة اللاعب عند كل وضع من الأوضاع قيد الدراسة خلال مرحلة الاتصال حتى لحظة كسر الاتصال.

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{الزاوية نصف القطرية (كسر الاتصال)} - \text{الزاوية نصف القطرية (مرحلة الاتصال)}}{\text{الزمن (كسر الاتصال)} - \text{الزمن (مرحلة الاتصال)}}$$

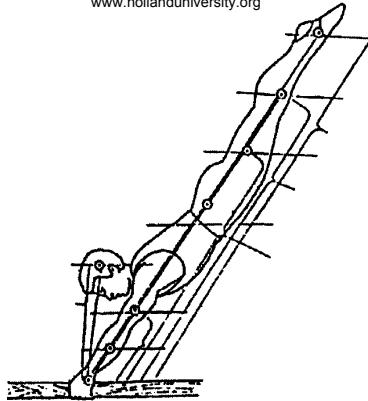
الاتصال:

يحسب دفع الدوران المؤثر على مركز نقل كتلة الجسم في اتجاه المركبتين العمودية والأفقية ومحصلتها كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال بتابع الخطوات التالية:

J_A (Kg.m²)	$d.m$ (Kg.m²)	d^2 (m²)	d (m)	m (Kg)	ICG (Kg.m²)	الجزء	
٠,١٤٤٧	٠,١٢٠٠	٠,٢٥	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٠٢٤١	الرأس	١
١,٦٨٣٠	٠,٤٢٧٦	٠,٧٢٢٥	٠,٨٥	٣,٣٦	١,٢٥٥٣	الجذع	٢
٠,٥٧٤٨٠	٠,٥٢٢٤٠	٠,١٥٢١	٠,٣٩	٠,٣٥	٠,٠٤٢٤	العضدين	٣
٠,٠١٨٧٥	٠,٠٣٦٠	٠,٠١٦٩	٠,١٣	٠,٢١	٠,١٥٢	الساعدين	٤
٠,٠٠١٦٠	٠,٠٠٦٠	٠,٠٠٦٤	٠,٠٨	٠,٩٣	٠,٠١٠	البدين	٥
٢,١١٧١٠	١,٩٠٧٦٠	١,٣٩٢٤	١,١٨	١,٣٧	٠,٢٠٩٦	الفخذين	٦
١,٦٥٢٢٠	١,٥٥٦٨	٢,٧٧٢٥	١,٦٥	٠,٥٧	٠,١٠٠٤	الساقين	٧
٠,٦٩٢١٠	٠,٦٨٤٥٠	٣,٤٢٢٥	١,٨٥	٠,٢٠	٠,٠٠٧٦	القدمين	٨
٦,٨٨٤٢٥				٦,٣٣		المجموع	

جدول (١٢)

حساب عزم القصور الذاتي للجسم حول عارضتي المتوازيتين في الصورة (٥)



شكل (٢٦)

استخدام نظرية المحاور المتوازية في تحديد عزم القصور الذاتي لجسم اللاعب عارضتي المتوازيين عن بعد البصرين.

- ١ - نستخدم المعادلة أدناه للحصول على محصلة دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في كل وضع من الأوضاع قيد الدراسة.

$$\text{كتبة الحركة الزاوية} = \text{عزم القصور الذاتي للجسم كله} \times \text{السرعة الزاوية للجسم كله}.$$

إذا افترضنا على سبيل المثال أن السرعة الزاوية لللاعب الجماستك عند ادائه مهارة الدورة الهوائية الأمامية على جهاز متوازي عند الصورة (٥) يعادل (١٣٩٦٠ ر.م/ثا) وعزم القصور الذاتي للجسم عند نفس الصورة يساوي (٦٨٨ كغم٢) فلن دفع الدوران الكلي يكون:

$$\begin{aligned} \text{دفع الدوران الكلي} &= 13960 \times 688 \\ &= 9610. \text{ كجم/ثا} \end{aligned}$$

وينفس الطريقة يمكن حساب $\frac{\text{دفع الدوران}}{\text{الدوران}} = \frac{\text{كتلة}}{\text{كتلة كثافة}} \times \text{كتلة كثافة}$ وضع من الأوضاع المحددة كنقط
للدراسة وتجدول البيانات في الجدول (١٣).

٢ - تستخدم المعادلة أدناه لحساب زاوية ميل محصلة دفع الدوران لكل وضع من الأوضاع
المحددة للدراسة باستخدام المسار الحركي لمراكز ثقل كتلة الجسم أو أعضائه.

$$\text{زاوية الميل} = \frac{\text{بعد الصورة عند لحظة كسر الاتصال عن المحور (y)}}{\text{بعد الصورة عند لحظة كسر الاتصال عن المحور (x)}} - \frac{\text{بعدما قبل كسر الاتصال عن المحور (y)}}{\text{بعدما قبل كسر الاتصال عن المحور (x)}}$$

٣ - تستخدم أحدي المعادلتين أدناه لفرض حساب قيمة دفع الدوران المؤثرة على مركز ثقل
الجسم للأعاب في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية خلال مرحلة الاتصال عند كل
وضع من الأوضاع قيد الدراسة.

$$\text{وضع الدوران العمودي} = \text{دفع الدوران} \times \text{جيب الزاوية}.$$

$$\text{دفع الدوران الأفقي} = \text{دفع الدوران} \times \text{جيب تمام الزاوية}$$

٤ - نقوم بجدولة نتائج البيانات في الجدول (١٣).

٥ - نقوم برسم منحنى للقيم المتعددة لدفع الدوران المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم في
اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية ومحصلتها كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال
حتى لحظة كسر الاتصال ومن ذلك يتم حساب المساحة تحت المنحنى التكاملية لمعدل دفع
الدوران المؤثر على مركز ثقل جسم اللاعب في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية
وكذلك محصلتها كدالة النسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال كما في الشكل (٢٧) وبالتالي
نقوم بتحديد مقاييس الرسم الخاص لكل من المحورين العمودي (y) والذي يمثل دفع الدوران
والمحور الأفقي (x) والذي يمثل الزمن حيث كان بالنسبة للزمن كل (١٠٠ مل) يمثل (١٠ رثا).
ومن ذلك يمكن استنتاج أن كل (١٠٠ مل) يمثل (١٠ رثا) ويرمز له بالرمز (kt) وبمعلومية (kt)
يمكن حساب الزمن المستغرق خلال الدفع (t) وفقاً للمعادلة التالية :

$$t = (kt \cdot x) \dots (\text{sec.})$$

حيث (x) هنا تمثل المسافة المماثلة للزمن على المحور الأفقي بالليمتر خلال دفع الدوران وينفس الطريقة نحدد مقياس الرسم للمحور العمودي حيث ان كل (1ملم) يمثل (٥ . كجم٢/ثا) ويرمز له بالرمز (KF). وعندما تكون قيمة (Kf) معلومة فإنه يمكن حساب دفع الدوران (Kf) المثل للمسافة (Ix) على المحور العمودي وفقاً للعلاقة التالية:

$$kf = kf \cdot x \dots (\text{kgm}^2/\text{sec.})$$

ويمعلومية (kf)kt يمكن حساب العامل الاستبدالي (KA) وهو يمثل مقدار الدفع المطابق لمساحة واحد مل مربع (A). وذلك طبقاً للعلاقة التالية:

$$KA=Kf.Kt$$

ويمعلومية العامل الاستبدالي (KA) والمساحة الواقعية تحت منحنى دفع الدوران- الزمن (S) يمكن حساب دفع الدوران العمود (Hy) ودفع الدوران الأفقي (Hx) وفقاً للمعادلات التالية:

حيث ان

$$Hy = KA \cdot Sy (x) dt$$

$$Hy = KA \cdot Sy (x) dt$$

$$S = Sy (x) dt$$

$$S=Sy(x) dt$$

وبعد ذلك نقوم بجدولة البيانات التي استنجدت وتوضع في الجدول (١٣)

١٠٠	٠,٩٨٩.	٠,١٤٧.	٠,٢١	٥	٢
٢٠٠	٢,٩٦٩.	www.hollandUniversity.org	٠,٤٢	١٠	٣
٣٠٠	٦,١٠٠.	٢,٣٢٤.	٠,٥٨٨	١٤	٤
٤٠٠	١٠,٢٧٧.	١٠,٩٩٢.	٠,٧٩٨	١٩	٥
٥٠٠	٣,٧٢٦.	١٨,٦٣١. -	٠,٨٤٠	٢٠	٦
٦٤٠	١٠,٩٥٧.	٢٢,١٨٦.	٠,٩٦٦	٢٣	٧
٣٩٠	١١,٧٤٧.	٣٧,١٨٠.	١,٠٠٨	٢٤	٨
٤٨٠	٤٩,٦١٥.	٤٧,١٠٥.	١,٠٩٢	٢٦	٩
٦٢٠	٥٣,٥٥٢.	٣١,٣٤٣.	١,١٧٦	٢٨	١٠
٧٥٠	٧٤,٦٧٧.	٩,٩٥٤. -	١,٢٦٠	٢٠	١١
٨٢٠	٦٤,٩٩٤.	٤٩,٩٩٨. -	١,٣٤٤	٢٢	١٢
٩٥٠	٨٤,٩٦٧.	٤٢,٤٩٣. -	١,٣٨٦	٢٣	١٣
١٠٢٠	٣٧,٨٨٠.	٩٤,٧٦٠. -	١,٤٧٨	٢٤	١٤
٢٠٠	٣٦,١٤٥.	١١٤,٤٢٧. -	١,٥١٢	٣٦	١٥
٤٠٠	٨,٧٨٨.	١٤٨,٧٤٢. -	١,٥٥٤	٣٧	١٦

(١٣) جدول

دفع الدوران المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم اتجاه كل من المركتين الأساسية والأفقية ومحصلتهما كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لمهارة المرجحة على المتوازيين.



شكل (٢٧)

دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في اتجاه كل من المركبتين الراسية والأفقية ومحصلتها كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال أثناء أداء مهارة كيموتسو على جهاز المتوازيين (عن عبد البصیر).

٣ - طريقة (هاي - ويلسون) ١٩٧٦

ان الطريقة تقوم على أساس اسلوب التجربة عن طريق استخدام التصوير السينمائي لغرض تحديد القيمة القياسية للتغير في كمية الحركة الزاوية بين رقق الفيلم المتتابعة مع استخدام المعادلة التالية :

$$H_T = \sum (I_{Ti} W_i + m_i r_i^2 W)$$

حيث I_{Ti} = عزم القصور الذاتي للعضو حول المحور الأفقي المار بمركز ثقله والموازي لمحور الدوران

W = السرعة الزاوية للعضو حول المحور الأفقي المار بمركز ثقله .

m_i = كتلة العضو

r_i = المسافة بين مركز ثقل العضو ومركز ثقل الجسم كله .

W = السرعة الزاوية لمركز العضو حول مركز ثقل الجسم كله .

ان(هاي -ووليسون) قاما بإجراء تجربة في حساب كمية الحركة الزاوية لجسم الانسان. وقد استخدما الطرق الثلاثة لغرض مقارنة النتائج التي يمكن الحصول عليها في كل طريقة وأكدت النتائج المستندة من التجربة بعدم وجود فروقات معنوية من ناحية القياسات بين الطرق الثلاثة أعلاه. كما وان التجربة أكدت على أن النتائج التي تم الحصول عليها وفقاً للقياسات في الطرق الثلاثة ليست دقيقة بدرجة عالية إلا أنه من الممكن استخدام اي طريقة من الطرق أعلاه في حساب كمية الحركة الزاوية. وقد أكدا على سهولة طريقة(ميلا).

٤ - تعين منحنى الطاقة الحركية الزاوية للجسم خلال مرحلة الاتصال أثناء أداء الماهارة الحركية:

أن مفهوم الطاقة الحركية بشكل عام يعني حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته والطاقة الحركية التي يمتلكها جسم ما أثناء حركته الخطية تختلف عندما تكون حركته دائرية (زاوية) فالراکض على سبيل المثال حركته خطية وأن سرعة كل جزء من أجزاء جسمه يتحرك بسرعة أجزاء الجسم الأخرى. وإذا رمنا لكل جزء برقم ماقبلي الطاقة الحركية لكل جزء تحمل رقمًا ما وهي: الطاقة (١)، والطاقة (٢) والطاقة (٣). وهكذا. وحيث ان الطاقة الحركية للجسم ككل تعادل مجموع الطاقة الحركية لأجزاءه. لذلك يمكن الحصول على الطاقة الحركية الكلية وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{الطاقة الحركية الكلية} = \text{الطاقة الحركية (الأولى)} + \text{الطاقة الحركية (الثانية)} + \text{الطاقة الحركية (الثالثة)}$$

وللاحظنا الطاقة الحركية في الحركات الدائرية نجد أنها تختلف في سرعتها فيما بينها وذلك لاختلاف بعد كل منها عن محور الدوران. لهذا نجد على سبيل المثال عندما يقيم اللاعب بالدوران حول محور ما فإن سرعة أجزاؤه تختلف عن بعضها. حيث ان سرعة دوران مفصل الكتف اسرع من مفصل الرفق وذلك بسبب طول نصف القطر للحركة الدائرية للجسم. وان الطاقة الحركية الدورانية يمكن الحصول عليها وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{الطاقة الحركية الدورانية} = \frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^2 \times (\text{السرعة الزاوية})^2$$

اذن يمكن إعادة صياغة المعادلة على الشكل التالي:

$$\text{الطاقة الحركية الدورانية} = \frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{السرعة الزاوية})^2$$

بناء على ذلك فان الحصول على الطاقة الحركية الدورانية للجسم كل تstoجب الحصول على القيمة الكلية لكل عزم القصور الذاتي الخاص بجسيمات الكتلة. وعندما نريد حساب الطاقة الحركية الدورانية يستلزم معرفة قيم عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية اولاً ثم تتبع الخطوات التالية بعد ذلك:

- نستخدم المعادلة أدناه لاستنتاج قيمة عزم القصور الذاتي لمركز كتلة جسم اللاعب حول محور الدوران عند كل وضع من الأوضاع المحددة كنقط للدراسة وبالطريقة السابق شرحها في تحديد عزم القصور الذاتي:

$$JA = \sum ICG_1 + midi^2$$

- نستخدم المعادلة أدناه في حساب قيمة السرعة الزاوية لمركز ثقل كتلة جسم اللاعب بنفس الطريقة التي سبق شرحها في تحديد السرعة الزاوية عند كل وضع من الأوضاع المحددة كنقط للدراسة:

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{أصغر فرق إزاحة}}{\text{أصغر فرق زمن}}$$

- تطبق المعادلة أدناه للحصول على مقاييس الطاقة الحركية الدورانية لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقط للدراسة عندما تكون قيم عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية معلومة.

$$\text{الطاقة الحركية الدورانية} = \frac{1}{2} \times \text{عزم القصور الذاتي} \times (\text{السرعة الزاوية})^2$$

ثم نقوم بوضع البيانات في جداول.

٤- حساب منحنى الطاقة الوضع (الكاميرا) للجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال:

طاقة الوضع او الطاقة الكامنة هي شكل من اشكال الطاقة الميكانيكية. وهي تلك الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته في وضع معين اثناء الثبات ففي الحالة التي يحاول فيها لاعب لكرة الطائرة بكبس الكرة فأنه يتحرك حركة عمودية للأعلى بطاقة حركية إلا أنه سرعته تبدأ بالتناقص التدريجي حيث تقل طاقته الحركية تدريجياً وتصل إلى درجة الصفر في أعلى نقطة يصلها جسمه وبعدها تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة مخزونة في الجسم في تلك النقطة لكي يستخدمها في حركته للأسفل. والطاقة الكامنة (الوضع) يمكن الحصول على قيمتها من خلال العلاقة التالية:

$$\text{الطاقة الكامنة (الوضع)} = \text{وزن الجسم} \times \text{ارتفاع عن سطح الأرض}$$

والطاقة كما هو معلوم ميكانيكياً (لا تفنى ولا تخلق من العدم) إلا أنها يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر. وهذا ما يحدث بالنسبة للطاقة الحركية حيث تتحول إلى طاقة تخزنها الجسم عندما يصل إلى أعلى نقطة يطلق عليها بالطاقة الكامنة ثم تتحول بعد ذلك وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{الطاقة الحركية} + \text{الطاقة الكامنة} + \text{الطاقة الحرارية} = \text{مقدار ثابت.}$$

والطاقة الحرارية هنا هي تلك الطاقة التي تحدث نتيجة للاحتكاك بين قبضتي اللاعب وبمار العقلة. ولقد أمكن الاستفادة من هذا المبدأ الميكانيكي في مجال الاستخدام التطبيقي للأجهزة الرياضية المصنعة التي تستخدم كأدوات مساعدة في القفز. ومنها على سبيل المثال تصنيع العمود الزجاجي بدلاً من العمود المعدني لاستخدامه في فعالية القفز بالزانة حيث استطاع هذا العمود أن ينتقل بالرقم العالمي في القفز بالزانة إلى ارتفاع ومستوى عالٍ جداً بالقياس للأرقام المسجلة باستخدام العمود المعدني.

إن اتباع الخطوات التالية ضروري في التحليل الحركي لحساب الطاقة الكامنة (الوضع) للرياضي خلال أدائه للمهارة الحركية المراد تحليلها تحليلاً كيئاتيكياً.

- ١ - يوزن الرياضي عن طريق الميزان الطيني (ويسمى بالوزن المائي) لاقریب وحدة وزن.
- ٢ - نستخدم طريقة التصوير السينمائي لغرض تحديد ارتفاع مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في كل وضع من الأوضاع المحددة كنقطاط للدراسة.
- ٣ - نطبق المعادلة التالية عندما يكون وزن الجسم وارتفاعه مركز ثقله على الأرض معلومين ثم نسجل النتائج وتوضع في جداول لكل وضع من الأوضاع المحددة للدراسة ثم يعبر عنها بيانياً.

الباب الثالث

التحليل الحركي لفعاليات العاب الساحة والميدان

الفصل الأول: التحليل الحركي لفعاليات التالية:

- * المشي (Walking)
- * الركض بتنوعه «جري» (Running)
- * الركض حواجز (Hard Ling) *

الفصل الثاني: التحليل الحركي لفعاليات الرمي Throwing

- * قذف الثقل Shut Put
- * رمي القرصس Discus
- * رمي الرمح Jave Lin

الفصل الثالث: التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب Jumping

- * الوثب العالي High Jump
- * الوثب الطويل العريض Long Jump
- * القفز بالزانة Pole Vaulting

التحليل الحركي لفعاليات العاب الساحة والميدان

أن التحليل الحركي لفعاليات الساحة والميدان سيتناول تغطية فعاليات الركض والرمي والقفز والوثب بالتحليل العلمي الموضوعي من وجهة نظر القوانين والمتغيرات والعلاقات الميكانيكية والفيزيائية لتلك الظواهر الحركية. وهذه الفعاليات في الساحة والميدان قد قسمت ضمن ثلاثة فصول. وبحتى الفصل الأول منها على المشي والركض بتنوعه مع ركض الحواجز.

أما الفصل الثاني فإنه يحتوى على فعاليات الرمي كالثقل والقرص والرمي والفرم والفصل الثالث والأخير سيشمل على التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب العالى والطويل والقفز بالزانة. ومن أجل الحصول على فكرة عامة عن التحليل الحركي للألعاب في الساحة والميدان فإن المؤلفان أرتأيا أعطاء عرض شامل عن القوانين الثلاثة للعلم نيوتن وعلاقتها التطبيقية في العاب الساحة والميدان أولًا وقبل تناول التحليل الحركي لفعاليات لغرض الحصول على خلفية موضوعية عن تلك القوانين والاستفادة منها في التحليل الحركي.

التطبيقات العلمية لقوانين نيوتن في فعاليات الساحة والميدان

هناك قوانين ثلاثة اكتشفت من قبل العالم نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧م) واعتبرت قوانين نيوتن أساساً لعلم الميكانيك حيث تناولت تلك القوانين القوى المسببة لحركة الأجسام على الطبيعة. ومن خلال عرضنا للقوانين هنا نتناول تطبيقاتها وتاثيرها وتفسيرها في فعاليات والألعاب الساحة والميدان قبل تناولنا للتحليل الحركي الميكانيكي لفعاليات الرياضيات والقوانين هي كالتالي:

القانون الأول «القصور الذاتي»

* (كل جسم يظل على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوى خارجية تغير من حالته).

- كلما زادت كتلة الجسم كلما كان قصوره الذاتي أكبر بمعنى أن مقاومته لتغير حالته أكبر.
- تناسب القصور الذاتي مع كتلة الجسم.
- القصور الذاتي أحياناً عميق وأحياناً مفيد.

* (معدل التغير في كمية الحركة تتناسب طردياً مع القوى المنتجة لهذا التغير ويكون في اتجاه عمل القوة).

أن كمية الحركة هي عبارة عن ناتج حاصل ضرب الكثافة × التعجيل
معدل التغير في السرعة يتناسب عكسياً مع كثافة الجسم.

القانون الثالث «الفعل ورد الفعل»

* (لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه).

هذا القانون يطبق على جميع حركات الجسم وله أهمية في الانشطة الرياضية لأنه لو استغل كما يجب فسوف يكون هناك اقتصاد للجهد والطاقة وبالتالي نحصل على نتائج أفضل.
ومما سبق من قوانين نجد أن عامل القوة عامل من العوامل المهمة الهامة في العمل الرياضي وتعرف القوة استناداً على قوانين نيوتن إلى ما يلي:

- المؤثر الذي يغير أو يعمل على تغيير حالة الأجسام من سكون أو حركة في خط مستقيم.
- فالقوة يمكن أن تحدث الحركة أو توقفها أو تمنعها. كما يمكن أن تزيد من سرعة الجسم أو تقلل منها- كما يمكن أن تغير اتجاه الحركة أو توازن بعضها البعض فيبقى الجسم في حالة السكون.

- فتأثير القوة يتحدد على أساس مقدارها واتجاه عملها ونقطة تأثيرها. وتوصف القوة بصورة دقيقة فيجب أن نأخذ في الاعتبار هذه العناصر الثلاثة. فالتأثير في أي منها يسبب تغيراً في طبيعة الحركة.

القوى الداخلية والقوى الخارجية:

تقسم القوى في البيوميكانيك إلى نوعين:

- ١ - القوى الداخلية.
- ٢ - القوى الخارجية.

العضلات - المفاصل - العظام

ويعتقد البعض أن القوة هي فقط الانقباض العضلي ولكنها تتوقف على الترابط بين القوة الانقباضية المحدثة للحركة والترابط بينها - المقدرة على التوافق بين العضلات الفعالة مع العضلات المقابلة-النواحي الميكانيكية المرتبطة بالرławf (العظام).

٢ - قوى خارجية :

ويقصد بها القوى الآتية من خارج الجسم وتؤثر عليه وأهم هذه القوى:

الجانبية الأرضية - مقاومة الوسط(الماء- الهواء) - قوى الاحتكاك.

الجانبية الأرضية :

تؤثر الجانبية الأرضية على كل شيء وبالتالي الجسم الإنساني وبالتالي فهي تؤخذ في الاعتبار عند تحديد حركاته وأوضاعه. وتكون قوى الجانبية في اتجاه رأسى إلى أسفل صوب مركز الكرة الأرضية لذا يجب أن نهتم بتحديد تأثير الجانبية على الجسم أو الأداة أو أحد أجزاء الجسم. وبالتالي فأن هناك واجب ملقي على عاتق عضلاتنا (قوى الداخلية) هو الحصول على قوام منتصب ضد عجلة الجانبية التي تحاول جذبنا نحو الأرض.

- مقاومة الوسط(الهواء - الماء) ما يختص به في مسابقات الميدان والمضمار هو الهواء يكون عميق أو مساعدة تبعاً لأتجاه الريح بالنسبة للحركة مثل الرمي بانواعه-العدو- الإرسال في الكرة الطائرة.

- الاحتكاك ينتج من اتصال الجسم بالسطح الآخر فكلما كان السطح الذي تؤدي عليه الحركة أملساً كلما قلل الاحتكاك.

- زيادة الاحتكاك مهم ومطلوب في بعض أنواع الرياضة في العدو عامه ولذلك يجري استخدام حذاء العدو ذي المسامير- أو وضع الزانة في الملعب المخصص لها.

- يختلف الاحتكاك تبعاً لنوع التربية.

- تحتاج بعض الفعاليات إلى تقليل حركة الاحتكاك مثل فعاليات الركض والرمي والوثب.

- ١ - الرابط بين حركات الانتقال والدوران.
- ٢ - استمرار الحركة.
- ٣ - تأثير كمية الحركة.
- ٤ - انتقال كمية الحركة.

١ - الرابط بين حركات الانتقال والدوران:

يتميز الأداء الناجح في الغالب بالربط الفعال بين الحركات الانتقالية والحركات الدائرية.

مثال (ا) : يتوقف نجاح رمي القرص على أداء عدة حركات يقوم اللاعب فيها بتحريك جسمه كله في خط من الخلف إلى الأمام داخل الدائرة وذلك للتلغلب على القصور الذاتي للقرص في هذه الحركة - مع دوران الجسم كله مع الزيادة المستمرة في سرعته عند تقدمه للأمام - وبعد نهاية الحركة الدورانية يقوم بقذف القرص عن طريق دوران الجزء العلوي من الجسم والحركة الدائرية لذراع الرمي - وإذا أديت هذه الحركات في توقيت وتابع سليم في الاتجاه المطلوب فإن هذا يؤدي إلى زيادة السرعة النهاية للقرص لحظة الانطلاق (التخلص) وهذا يعمل على تحقيق هدف الحركة.

مثال(ب) : يستخدم لاعب الوثب الحركة الانتقالية في الاقتراب . كما يستخدم الحركة الدائرية لأجزاء الجسم أثناء الارتفاع ومدى الترابط بين الاقتراب والارتفاع يعمل على تحقيق هدف الحركة - على أن الكمية النسبية لكل نوع من الحركات يعتمد على الهدف الأساسي من الوثب (أفقي أو رأسي) .

٢ - استمرار الحركة:

عند أداء الأنشطة المكونة من حركتين متتاليتين أو أكثر في اتجاه واحد يجب لا يكون هناك توقف ما بين هذه الحركات - وإذا حدث توقف بعد أداء الحركة الأولى فسوف يؤدي ذلك إلى فقد قيمة أداء الحركة الأولى التي نقدمها للحركة الثانية . كما أن القوى المؤثرة على الجسم تتحرك في الاتجاه المطلوب سوف تكون ذات تأثير كبير في تزايد سرعة الجسم وتقليله على المقاومات.

مثال : دافع الجلة الذي يتزدّد في حركاته داخل الدائرة - أو اثناء الدفع النهائي سوف يفقد قيمة الحركة أو فائدة القسم التحضيري لها ويطبق هذا المبدأ على السباحة والجري وانشطة الوثب والرمي.

٣ - تأثير الحركة :

إذا كان هناك جسمان يسيران بنفس السرعة فالجسم الاثقل تكون كمية حركته أكبر (كمية الحركة = الكتلة \times التعبيل) وكلما زادت كمية الحركة زادت القوة اللازمة لتغيير اتجاه هذا الجسم او سرعته.

مثال : عندما يتحرك لاعب الوثب العالي بكمية حركة كبيرة فإنه سوف يحتاج لقوة كبيرة لتبدل أو تغيير كمية الحركة وما سبق نجد أن الجسم الاثقل كتلة تأثيره أقل لتغيير كمية حركته.

مثال : يتطلب تغيير الاتجاه أن تكون القوة المضادة التي تتغلب على كمية حركة الجسم تزداد على قدرة زيادة كمية الحركة فلاعب كرة القدم أو كررة السلة الذي يريد أن يغير اتجاه حركته بسرعة سوف يجد صعوبة كبيرة في ذلك وتزداد هذه الصعوبة بقدر زيادة كمية حركته.

٤ - انتقال كمية الحركة :

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

- وأطراف الجسم الطويلة الثقيلة ذات السرعة الكبيرة تؤدي إلى زيادة كمية الحركة التي تقدمها للجسم كله وهذا المبدأ يطبق في جميع مراحل الوثب.

- في مسابقات المضمار(العدو - الجري - الحاجز) تقدم حركة الزراعين في البدء كمية حركة للجسم كله.

ثانياً : المبادئ المتعلقة بقانون التسريع:

تدل المسافة التي يقطعها الجسم في أي مرحلة زمنية على سرعته وعادة ما يعبر عن السرعة بأنها معدل سرعة الحركة وليس حساب سرعة كل جزء من المسافة الكلية. وبالرغم من ذلك يجب أن نعلم سرعة الجسم كلما تكون ثابتة - كما ان الزيادة في معدل السرعة يعرف بالتسريع التناقصي وربما تكون العجلة متقطنة أو متغيرة - ولكن ثلما تكون العجلة ثابتة أيضاً.

ففي المسابقات التي تتطلب القوة الانهيارية والتي تكون فيها السرعة في قمتها مثل قذف القرص أو دفع العجلة أو رمي الرمح يمكن العامل المؤثر في المسافة التي يقطعها هو سرعة وزاوية انطلاقه. (وكذلك أي جسم في الهواء). فإذا بلغت السرعة قمتها في توقيت صحيح تكون التسريع التزايدية الناتجة من القوة العضلية في اتجاه القمة ويعرف ذلك بالوقت الصحيح لتطبيق القوة - غالباً ما يكون ذلك الفرق بين الأداء المهاري والأداء الغير مهاري.

ومن المعروف ان القوة الكبيرة ضرورية لاتخاذ السرعة النهائية في الأجسام الثقيلة بشكل اكبر من الأجسام الخفيفة.

وعلى ذلك فزيادة وزن الجسم للاعب الوثب العالي والوثب الطويل تقلل من سرعته النهائية وبالتالي من ارتفاعه اثناء الوثب.

ويجب مراعاة الأسس التالية:

١ - تزايد السرعة يتتناسب مع القوة.

٢ - أقصى تسريع وكفاءة الحركة.

٣ - تأثير مساحة الجسم على سرعة الدوران (الزاوي).

٤ - المحافظة على كمية الحركة في حركات المرحمة.

٥ - الحركات التي تؤدي دون استناد.

٦ - حركات الدوران.

١ - تزايد السرعة يتناسب مع القوة:

يتناوب تزايد السرعة مع القوة المحدث له - هذا إذا كانت الكتلة ثابتة على ذلك إذا تصاعدت القوة زاد معدل تزايد السرعة بمقدار النصف.

مثال : من المعکن للعداء ان يزيد من سرعته وذلك بزيادة القوة المؤثرة للخلف والأسفل ضد السطح الذي يجري عليه - كما أنه اذا تمكّن من تقليل كتلته (او وزنه) مع ثبات القوة عندئذ يمكن زيادة السرعة ايسأ.

مثال : الارتفاع في الرثب العالى والطويل يمكن زيادة القوة عن طريق تقوية العضلات للرجلين وبالتالي زيادة الارتفاع .

٢ - أقصى تعجيل وكفاءة للحركة:

لبلوغ أقصى تعجيل ينبغي أن تزور كل القوى المستطاعة بتناوب أو تسلسل في الزمن المتوقع مباشرة في نفس خط الحركة - كما يجب أن تقل الحركات الزائدة الى حدتها الأدنى.

مثال : عند ملاحظة رأس العداء أو لاعب الحواجز من الجانب يجد أن القوى المبذولة في الاتجاه المطلوب للأمام لا تؤدي إلى ارتفاع الرأس الذي ينبع من جراء القوى العمودية الناتجة من الاتجاه الخاطئ للقوى المبذولة.

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

إذا أحدهما قوة ثابتة دوران الجسم - فطول قطر الجسم يقلل من سرعة الدوران - بينما تقصير قطر الجسم يؤدي إلى زيادة سرعة الدوران وينتجت هذه الحقيقة من أن المقاومة ضد الدوران أقل في تأثيرها عندما يكون قطر الدوران أقصر.

مثال : في القرص عند الحركة في الدوران أي عند الارتكاز على اليسرى والدوران بالرجل اليمنى يجب أن تكون الركبة مثنية وليس مفردة حتى يتم تقصير قطر الجسم عند الدوران وتقليل المقاومة مثل الرقص في أنه عندما يزيد من سرعة دوران يضم ذراعيه بجانب جسمه - كما أنه عندما يقلل من سرعة دورانه يفرد ذراعيه جانبًا.

٤ - المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجة:

مثال : القرص بعد الارجحة واثناء الدوران.

٥- الحركات التي تؤدي دون الاستناد (في الهواء):

يمكن للإنسان أداء الحركات المختلفة وهو غير مرتكز أو مستند - فقد يدور الجسم حول مركز ثقله ولكن هذه الحركات في امكانية السيطرة على الدوران والاتزان . وفي احياناً أخرى قد تكون لها أهمية خاصة في الاعداد لعملية الهبوط . كما ان حركة أي جزء من أجزاء الجسم حول محور معين تؤدي الى حدوث حركة في عكس الاتجاه من بعض أجزاء الجسم .

مثال : في الوثب العالي باستخدام الطريقة المرجية . يحدد ترتيب وتتالي الحركات فوق العارضة نجاح الوثبة - كمان ارتفاع مركز الثقل والناتج من الدفع يعتبر من الاشياء الاساسية للمرور فوق العارضة . ولكن المشكلة ترتبط بحركة الرجل المتأخرة إلا أن حركات الرأس والجذع والكتفين والذراع الحرة بعد المروق تساعده على رفع الرجل المتأخرة .

الأسس المتعلقة بالقانون الثالث لنيوتن:

١ - اختلاف السطح وكمية القوة المضادة.

٢ - اتجاهقوى المضادة (رد الفعل).

٣ - القوى المضادة في حركات الضرب.

٤ - القوى المضادة المخزنة لفترة ما.

٥ - الاتصال بالسطح عند تطبيق قوة ضد اجسام خارجية.

وتعتمد الأسس السابقة على بذل قوة عضلية ضد سطح او حسم وفيما يلي بعض الامثلة التي توضح كل أساس من الأسس السابقة:

١ - اختلاف السطح وكمية القوة المضادة:

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

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

٢ - اتجاه القوى المضادة (رد الفعل):

ان اتجاه القرى المضادة يكون في عكس اتجاه القوى المبذولة مباشرة وتكون هذه القوى اكبر تأثيراً عندما تكون عمودية على السطح وذلك لصغر مرکبة الاحتكاك.

مثال : للحصول على اكبر ارتفاع في الوبي العمودي يجب تحقيق القرى عمودياً لأسفل ويعتبر آخر للحصول على افضل نتيجة في الوبي يجب ان تطبق القوة فوق نقطة الارقاء مباشرة.

٣ - الاتصال بالسطح عند تطبيق قوى ضد أجسام خارجية:

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

الفصل الأول

التحليل الحركي لفعاليات المشي والركض

المشي.

الركض(جري).

ركض ١١٠ م حواجز.

الفصل الأول

التحليل الحركي لفعاليات المشي

Walking

الحركات المشمولة في المشي تبدو بسيطة نسبياً للمشاهد إلا أن التحليل البيوميكانيكي يظهر تلك الحركات بشكل أكثر تعقيداً، أن تداخل العمل العضلي وتزامن أو توقيت حركات المفاصل توضح العمل الجماعي لجميع حركات الجسم ويمكن ان نلاحظ أن قطعة الماكينة المتوازنة والمصممة بواسطة مهندسين ماهرين جداً لا يمكن ان تتفوق على حركات الماكينة الإنسانية من ناحية الجودة والتفاصيل وكذلك الانسيوية للجهد الوظيفي. وقد أكدت جميع البحوث والدراسات على العملية المعقّدة المسيبة لحركة المشي.

والمشي يعتبر فعلاً انعكاسياً لا إرادياً أي أن الفعل يحدث دون الحاجة إلى السيطرة الشعورية والادراكية للدماغ. وعلى العكس من ذلك فإن التفكير او الشعور اذا ما ركز على اي قسم من أقسام حركة المشي من قبل الفرد فإن ذلك سيعوق الابقاء الطبيعي والتناسق الابيقاعي الحركي والافعال الانعكاسية لا تسيطر حركات الاطراف السفلى بل تتدنى الى الاطراف العليا والجذع وذلك لمقاومة قوة الجذب الارضي وهذا الامتداد يخدم في اعطاء الثبات للجسم في قسم الاستئناد لحركة المشي.

والثبات يزود الفعل الحركي المؤثر في انتاج الحركات الضرورية. وفي المشي كما في كافة حركات الجسم فإن الانسيوية والتناسق تتطلب افعلاً انعكاسياً عالية الوظيفة والعمل ومرنة طبيعية للمفاصل وثباتاً مثالياً للجسم في كل قسم من أقسام او ارتکاز التقلل للفعل الحركي.

الاعتبارات الميكانيكية في المشي:

المشي ينجز بواسطة التبادل للأطراف السفلى وهو شكل من أشكال الحركة الانتقالية الخطية للجسم ككل والتي تنتج بواسطة الحركة الزاوية لبعض اجزاءه وهو كذلك شكل من أشكال الحركة البيندولية الفترية التي تبدأ بواسطة الأطراف السفلى من النقطة صفر ثم تأخذ شكل قوس ثم تنتهي الحركة بالنقطة صفر في نهاية خطوة القدم.



(٢٨)

حركات الجسم خلال خطوة المشي

وفي المشي كل طرف من الاطراف السفلية يتكون من قسمين القسم الأول ويطلق عليه قسم الاعادة أو المرجحة والقسم الثاني ويطلق عليه قسم الاستناد. وقسم الاستناد يقسم إلى قسمين يطلق عليهما بالقسم المقيد وقسم الدفع ويبعداً القسم المقيد من لحظة لمس القدم للأرض حتى تكون فيها القدم اليمنى في تطابق مع نهاية قسم الدفع للقدم اليسرى. وهذه الحالة يبني من خلالها قسم قصير في الاستناد المزدوج للقدمين عندما يكون كلاً القدمين على الأرض، وهذا ما يميز المشي عن الركض فلو لاحظنا عمل المشي شكل (٢٨) نجد ان الفروقات واضحة بين عمل المشي وعمل الركض وهي كالتالي:

- ١ - عدم كسر الاتصال بين القدمين والارض خلال فترة الاستناد المزدوج.
- ٢ - قسم الاستناد للقدم المتحرك يكون أطول من قسم الاعادة او المرجحة.
- ٣ - الجسم يصل إلى أقصى ارتفاع له عندما يمر فوق قسم الاستناد كما في نفس الشكل في الصورة C,D ويصل إلى الأدنى عندما تبتعد القدمان كما في الصورة (e,f) شكل (٢٨) في قسم المرجحة للمشي على الاطراف السفلية بشكل يكاد يشبه الحركة العاكسة لعقارب الساعة.

الجانبية الأرضية والزنخ يعتبران من المصادر الرئيسية للحركة لقسم المرجحة، أما المصادر الرئيسية للحركة لقسم الاستناد فأنها في النصف الأول من هذا القسم وهي الزنخ الناتج عن حركة الجزء الأمامي بسبب القوة الدافعة للساقي الأخرى وفي النصف الثاني هي الشد العضلي الناتج عن عمل المجاميع العضلية المساعدة لقسم الاستناد.

المشي يشتمل على موازنة القوى العاملة بالحركة وسنحاول هنا عرض الأكثر وضوحاً منها وهي:

١ - القصور الذاتي للجسم الثابت يتغلب عليه بواسطة المركبات الأفقية للقوة وما دامت الحركة الفترية تتميز بالتبادل في الزيادة والتقصان للسرعة فالقصور الذاتي يجب التغلب عليه في كل خطوة، وعند حركة مركز الثقل للأمام فإنه يمر لحظات خلف الحافة الأمامية لقاعدة ارتكاز الجسم وي فقد الجسم نتيجة لذلك وقتياً توازنه كنتيجة لذلك، وعند هذه اللحظة فإن السحب للأسفل بواسطة الجانبية الأرضية يواجه الفقدان الكامل للتوازن الكلي لكي يستبعد التوازن والثبات خلال الحركة وتدريجياً يعاد التوازن بعد أن تلامس القدم الأرض عند ذلك يعني قاعدة ارتكاز جديدة، وببدأ قسم الاستناد بالظهور.

٢ - عندما تبدأ الحركة الأمامية بالانتقال إلى الجذع بواسطة الدفع الخلفي للساقي والقدم فإن تلك الحركة تميل في الاستمرار مالاً تقييد بقوى أخرى تحدد من حركة الجذع الأمامية وعندما يمر مركز ثقل الجسم خلف قاعدة الارتكاز يصبح ضروري أن يقييد العمل للجذع حتى يمكن بناء قاعدة ارتكاز جديدة وهنا عندما يوضع القدم في مقدمة الجسم في نهاية قسم الرجحة أو الاعادة فإن القسم المقيد يبدأ بالظهور من جديد ثانية وخلال فترة وجود القدم في مقدمة مركز الثقل هناك مركبات أمامية للقوة فهي تدفع بشكل متسارع في القيمة ومعاكسة في الاتجاه ضد القدم يأتي من الأرض ليقييد حركة الجذع والساقي في آن واحد.

٣ - وخلال نفس القسم للخطوة وكما هو وارد في الفقرة الثانية أعلاه فالجذع يعمل بواسطة السحب السفلي للجانبية الأرضية والرخم وقوة السحب الأمامية تعادل بواسطة المركبات الشاقولية لقوة القدم الساذنة، وخلال قسم الاستناد المزدوج كل ساق تبذل وتعطى بعض القوى الشاقولية، وإذا ما زادت القوى الرئيسية عن الحاجة لموازنة قوى الجانبية الأرضية ينتج عن ذلك مبالغة كبيرة في رفع الجسم مسبباً خطورة تتميز بالارتفاع الغير الطبيعي.

٤ - حركة الجذع الأمامية تواجه مقاومة الهواء التي تميل إلى دفع الجسم للخلف وبواسطة ميلان الجسم للأمام فإن سحب الجانبية الأرضية يغدو في موازنة قوى مقاومة الهواء

فعدنما يكون اتجاه المشي ضد رفع قوة فإنه من الضروري جداً ميلان الجسم كثيراً للأمام للحافظة على توازن الجسم وما لم يحصل التوازن عند مقاومة الهواء بواسطة قوة الجذب الأرضي فيجب موازنتها بواسطة قوة الشد العضلي للمجاميع العضلية للبطن أو الرقبة أو الجذع.

٥ - الدرجة التي تضغط بها القدم لأعطاء حركة للجسم في قسم الدفع وتمده في قسم التقيد تناسب طردياً مع الضغط المعاكس لسطح الاستئناد. ضغط القدم على السطوح الثلوجية القوية والترهلقة يستوجب ضغطاً كبيراً للمحافظة على انجاز تقدم تدريجي للأمام. أما في حالة السطوح الثلوجية الهشة أو الرملية فإن المطلوب هو اعطاء ضغط قليل للتغلب على الضغط المضاد وموازنته لضمان حالة توازن كاملة للجسم. وهذا يؤكّد على مسألة بناء التوازن الصحيح بين ضغط القدم والضغط المعاكس لسطح الاستئناد للحصول على خطوة صحيحة في المشي.

٦ - مثل الضغط المضاد فإن الاحتراك عامل ضروري في الاستخدام المؤثر للقوى المطلوبة في المشي ويسبّب قوة الدفع للساقي في بداية ونهاية قسم الاستئناد بالاحتراك بين القدم والارض ضروري لكي تنتقل قوة الضغط المضاد للأرض نحو الجسم. وللمشي الاقتصادي السليم يكون الاحتراك مناسب وكافياً لموازنة المركبات الأفقية للقوى، أما إذا لم يكن كافياً فالدفع للقدم ينتج انزلاق القدم نفسها وكما كانت المركبات الأفقية للحركة كبيرة كما هو الحال عند المشي بخطوة كبيرة والاحتراك كبير كلما أمكن الحصول على حركة مشي انتقالية صحيحة.

الأسس الميكانيكية المستخدمة في المشي:

١ - الجسم عند التوقف يبقى ثابتاً مالم تؤثر عليه قوة ما تسبّب حركته ومدام المشي ينبع عن الحركة البنوية للأطراف السفلية فالحisor الذاتي للجسم يجب أن يتغلب عليه في كل خطوة من خطوات المشي.

٢ - الجسم عند الحركة يستمر في الحركة ما لم تؤثر عليه قوى أخرى وما دامت الحركة تنتقل للجذع بواسطة الدفع الخلفي للساقي فالجذع يملي الميل في الاستمرار بالحركة للأمام

حتى عندما يكون وراء قاعدة الارتكاز كل فعل معوق قصير للطرف الأمامي يعمل كمقييد للزخم أو كمية حركة الجذع.

٣ - محصلة القوى تتكون من مركبتين احدهما عمودية والثانية افقية، المركب العمودي في المشي يخدم في التغلب على القوة السفلية الجانبية الأرضية أما المركب الأفقي يخدم:

أ - في القسم المقيد يوقف الحركة الأمامية.

ب - في قسم الدفع يتعين الحركة الأمامية.

المركب الأفقي للقوى في قسم الدفع يجب ان تتفق على القوى الموجودة في القسم المقيد اذا كانت النتيجة النهائية المشي الامامي المقدم.

٤ - الحركة الانتقالية للعجلة تتجزء بواسطة التناوب او التبادل المتكرر لحركتين دائرية. العجلة تدور اولاً حول نهاية واحدة ثم على النهاية الأخرى في المشي الاطراف السفلية تتبادل بين الدوران حول نقطة اتصال القدم بالارض والثانية على مفصل الورك.

٥ - السرعة للخطوات تتناسب طردياً مع كمية رفع القوى واتجاه استخدامها، والقوة تجهز من خلال المجاميع العضلية المادة في مفاصل القدم والركبة والورك. اما الاتجاه للقوى فهو المحدد في ميلان الاطراف السفلية عندما تجهز او تزود القوة.

٦ - المشي يوصف كونه الفقدان والاعادة المتناوبة للتوازن ولكي يكن هذا كذلك فلا بد وان تبني قاعدة ارتكاز جديدة لكل خطوة من خطوات المشي.

٧ - اقتصادية المشي تتعلق بتوقيتها مع الاعتماد على طول الاطراف والحركة الاكثر اقتصادية للمشي هي تلك التي توقف بحيث تسمح للحركة البندولية للاطراف السفلية.

٨ - وكلما يظهر دفع الجسم بواسطة الدفع المائل للقدم ضد سطح الاستناد فالفعالية للمشي تعتمد على الضغط المعاكس والاحتكاك الذي يعطى بواسطة السطح كرد فعل لذلك.

٩ - ثبات الجسم يتتناسب طردياً مع حجم قاعدة الارتكاز في المشي تعتبر المسافة الجانبية بين الاقدام عاملًا مهمًا في المحافظة على التوازن.

يمكن ان نعتبر الركض عملية بسيطة وصعبة في نفس الوقت كونها بسيطة وذلك لكونه مهارة طبيعية وكوته صعباً وذلك بسبب تعقيداته الميكانيكية حيث لا يمكن ان نجد عدائين اثنين يركضان بنفس الطريقة حيث ان الافراد يختلفون في البناء التشريحي وبناء اجسامهم وقوتهم وسرعتهم وقاماتهم.

حركات الركض تأتي نتيجة لمجموعة من القوى الاولى يطلق عليها بالقوى الداخلية وهي تنتج عن قوة العضلات والثانية يطلق عليها بالقوى الخارجية ومن امثلتها قوة الجاذبية الارضية قوة الريح وقوة الاحتكاك... الخ والركض الجيد يتطلب الفعل المتناسق لجميع الجسم.

ان الميكانيكية الخاصة بالركض تتشابه في بعض خواصها مع الميكانيكية الخاصة بالمشي الا انها (اي الركض) يمكن اسرع في خواصه اضافة لذلك فهناك اختلافات مهمة كما اشرنا سابقاً في موضوع تحليل فعالية المشي، والاختلافات هي:

١ - هناك فترة طيران وقتيه للجسم في الهواء عند الركض.

٢ - فقدان ملامسة القدمين للأرض عند الركض ووجودها عند المشي.

والركض له شكل اساسي واحد فهو عبارة عن حلقات متصلة بين لحظة ارتكاز يكون فيها اللاعب مرتكزاً على أحد القدمين على الأرض - وهي اللحظة ذات الفعالية الأساسية في بذلك القوة والحصول على السرعة المطلوبة لقطع المسافة واللحظة الأخرى هي الطيران التي يكون فيها اللاعب واقعاً تحت تأثير مقاومة الهواء الذي قد يكون مع اتجاه الجري فيؤثر في دفعه اما ما يؤثر في زيادة طول الخطوة او ضد اتجاه الجري فيكون معوقاً له ويؤثر في طول الخطوة الامر الذي يتطلب مزيداً من قوة الدفع بالقدم او قد يكون متعادلاً ويرتبط ذلك بالفعل ورد الفعل.

- افقياً مع احتكاك القدم بالارض ومقاومة الهواء .

- عمودياً مع تأثير وزن الجسم والجاذبية الأرضية .

والجري هو عبارة عن قطع مسافات محددة بواسطة وحدات حركية متشابهة هي الخطوات التي ينتقل فيها الجسم من موضع إلى آخر في تتبع انسابي ويكون من :

١ - لحظة ارتكاز.

ويقاس طول الخطوة بالمسافة بين موضع أحد القدمين على الأرض (نقطة الارتكاز) إلى موضع القدم الأخرى على الأرض (نقطة الارتكاز الثاني) وتشتمل هذه المسافة الكلية على جزئين هما:

- ١ - المسافة التي يقطعها مركز ثقل الجسم أثناء لحظة الارتكاز الأمامي والخلفي.
 - ٢ - المسافة التي يقطعها مركز ثقل الجسم أثناء لحظة الطيران التي تبدأ من ترك القدم الأرض إلى وضع القدم التالية على الأرض ويلاحظ أن مسار مركز ثقل الجسم في لحظة الارتكاز يأخذ شكل قوس إلى أسفل ومساره في الطيران يأخذ شكل قوس إلى أعلى وبذلك تكون الخطوة عبارة عن (ارتكاز أمامي + ارتكاز خلفي + طيران).
- ويمكن ان تقاس الخطوة من الرسم العمودي لمركز ثقل الجسم على نقطة الارتكاز الى الوضع العتاد له على القدم الأخرى كالتالي:

(ارتكاز خلفي + مرحلة طيران + ارتكاز أمامي).

خواص لحظة الطيران:

ليست هناك فعالية حركية في لحظة الطيران حيث يكون الجسم معلقاً في الهواء وواقع تحت تأثير مقاومة الهواء والحركة التي تحدث خلالها عبارة عن:

- ١ - ثني الركبة الخلفية وهي عبارة عن الانقباض العضلي الكبير للعضلات الخلفية للرجل والساقي وبذلك كان مقدارها متناسبًا مع مقدار قوة الدفع اي بازياد الثني خلفاً مع زيادة السرعة في الجري.
- ٢ - هبوط الرجل الأمامية قليلاً للتمهيد لوضعها على الأرض وهي ناتجة من ارتخاء العضلات التي قامت برفع ركبة الرجل الحرة باعتبار التتابع الطبيعي لعمل العضلات بين الانقباض والارتفاع لأحداث الحركة. أما حركة التراعنين في هذه اللحظة فهو تابع لما حدث في الرجلين وهو بالدرجة الأولى الارتفاع الذي يعقب الانقباض الكبير الذي حدث أثناء لحظة الارتكاز.

ويمكن تقسيم جري المسافة إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي:

١ - مرحلة البداية : والتي يتدرج فيها اللاعب في سرعة الوصول إلى السرعة المقدرة لقطع المسافة.

٢ - مرحلة جري المسافة : وتحتختلف طريقة جري هذه المرحلة باختلاف طول مسافة الجري.

٣ - مرحلة النهاية: ولا بد ان يكون لها تقيير خاص سواء بالنسبة للمسافات القصيرة أو المتوسطة او الطويلة ولها ايضاً التزاماتها الخاصة.

ويعتمد الجري على الوحدة الحركية التي يتكون فيها (وهي الخطوة) وبذلك يتناوب التحليل الكينيماطيكي الذي يهتم بالسرعة عاملان اساسيان بنيت عليهما سرعة الجري الحقيقة وهم:

١ - طول الخطوة التي يتكون في مجموعها طول المسافة الكلية للسباق.

٢ - سرعة تردد الخطوة والتي يمكن استخراج زمن قطع المسافة الكلية بقسمة سرعة التردد في الثانية على عدد الخطوات.

ويمكن ان يستفيد من هذه المعلومة كل من المدرب واللاعب في وضع متطلبات جري المسافة وتقدير مدى احتياج اللاعب إلى طول الخطوة على ضوء سرعة ترددتها. فقد تكون خطوات اللاعب طويلة وسرعة ترددتها بطيئة فتكون الحاجة إلى زيادة سرعة التردد أو العكس في ذلك قد يكون سرعة التردد عالية والخطوات قصيرة فتكون الحاجة إلى زيادة طول الخطوات وهنا يجب تقدير هذه العلاقة بدقة ومن الخطأ أن يكون طول الخطوة على حساب سرعة ترددتها على حساب طولها بل يجب الحصول على الطول والسرعة المناسبة معاً. وحساسية هذه المشكلة تكون بصورة دقيقة في جري المسافات القصيرة وخاصة لـ(١٠٠) متراً والتي يمكن فيها ايضاً علاقة قوتي الدفع والاعاقة (في لحظة الارتكان) لازرتباط طول الخطوة بالارتكاز وارتباط القوة بالجهد المبذول والتي يمكن اعتباره المدخل الحقيقي للزمن الذي يمكن لللاعب ان يقطع به المسافة وهنا تظهر أهمية مناقشة طول الخطوة وسرعة ترددتها في ظل اصطلاحين هما:

١ - جمل سرعة تردد الخطوات والتي تعنى احتفاظاً لللاعب بسرعة تردد خطواته على مدى مسافة مقطوعة.

٢ - الجمل للاحتفاظ بمقدار قوة الدفع في لحظة الارتكاز في خطواته مع سرعة ترددتها وهي التي يرجع اليها طول الخطوات والتي يعني من ورائها مقدار الجهد المبذول في كل خطوة

وبالتالي في مجموع الخطوات ومن أجل تنظيم عملية التحليل الحركي لفعالية الركض نجد انه من المناسب تقسيم حركة الركض على اساس مشاركة الاعضاء وحسب اهميتها في عمل الرجلين لكل قسم من اقسام الفعالية.

عمل الرجلين :

سرعة الركض هو الناتج لطول وتكرار الخطوة وتغيير النسبة بين التكرار وطول الخطوة طبقاً للاختلاف بين رياضي واخر طبقاً لاختلافات في اقسام السباق وهذا العاملان هما عاملان متداخلان دالياً ونوعية الركض الجيد تظهر عندما يكون العاملان في تناسب صحيح وهذا يعتمد بشكل مباشر واساسي على الوزن والبناء والقوه والمروره والتتساقع عند العداء.

هوفمان "Hoffman 1965" أثبت من خلال التجربة التي أخذ بمحاجتها (٥٦) بطلًا أولبياً في سباق (١٠٠ م) ووجد أن معدل طول الخطوة يعادل (١٤) مرة من طول الرياضي أو (١١) مرة من طول ساقه الرياضي وعلى العموم وجد ان تكرار الخطوة يقلل مع الزيادة في الطول للعداء وطول ساقه وفي تجربة اخرى أجراها هوفمان على مجموعة من البطلات من العادات يبلغ عددهن (٢٢) مرة من طولهن الكلي و(٢١) مرة من طول الرجل وعند مقارنة هذه النتائج مع نتائج مجموعة من العدائين الذكور بنفس المستوى والارتفاع لطول الرجل وطول الخطوة وجد ان تردد خطوات الاناث كانت أقل وبشكل واضح وملموس.

ان سرعة الركض تتحدد من خلال قطع المسافة في اقل وقت محتمل والسرعة تتاثر كما ذكرنا في مقدمة هذا الفصل بعاملين اثنين هما:

١ - طول الخطوة .

٢ - تردد الخطوة .

فالعداء الذي طول خطوته ٦ قدم على سبيل المثال وقطع ثلاثة خطوات في الثانية تكون سرعته كالتالي:

$$\text{السرعة} = \text{طول الخطوة} \times \text{تردد الخطوة}$$

$$= 6\text{قدم} \times 3\text{لكل ثانية}$$

$$= 18\text{قدم/ثانية}$$

اما اذا اراد الرياضي نفسه في مثالنا اعلاه ان يزيد من تكرار خطواته في الثانية ويحاول المحافظة على نفس خطواته فالسرعة الجديدة تكون:

طول الخطوة \times تكرار الخطوة

$$\text{السرعة القديمة} = 6 \text{ قدم} \times 18 \text{ خطوة/ثانية} = 108 \text{ قدم/ثانية}$$

$$\text{السرعة الجديدة} = 6 \text{ قدم} \times 24 \text{ خطوة/ثانية} = 144 \text{ قدم/ثانية}$$

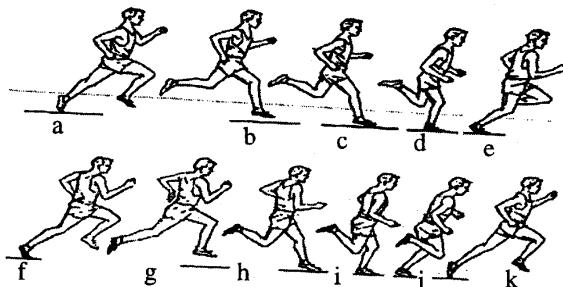
اما اذا ما اراد زيادة تكرار الخطوة مع نقصان في خطواته الى (٥٤) قدم فالسرعة الجديدة تكون كما يلي:

طول الخطوة \times تكرار الخطوة

$$\text{السرعة القديمة} = 6 \text{ قدم} \times 8 = 48 \text{ قدم/ثانية}$$

$$\text{السرعة الجديدة} = 6 \text{ قدم} \times 18 = 108 \text{ قدم/ثانية}$$

من الارقام اعلاه يمكن ان نلاحظ ان الزيادة في أحد العاملين برفاقه نقصان في العامل الآخر يتبع تطوراً في السرعة للعداء اذا ما كان النقصان أقل من المقارن في الزيادة اي على العداء زيادة سرعته عن طريق زيادة في احدهما مع نقصان في العامل الثاني شريطة ان يكن النقصان ليس كبيراً جداً كما في مثالنا ادناه:



(٢٩)

تحليل خطوة الراكض

طول الخطوة	طول التكرار
السرعة القديمة=١٨ قدم/ثا	٣ لكل ثانية
السرعة الجديدة=٢٠ قدم /ثا	٤ لكل ثانية

عمل الرجلين في قسم الاعادة او المرجحة Recovery

في لحظة ترك اصابع القدم للأرض فالقدم الذي هو في حالة الثبات المؤقت يحتاج تعجيلأً يعادل سرعة الجسم لمرتين عند اثناء الساق على الورك في مفصل الركبة والكاحل كما في الشكل (٢٩-٢٠) وهذه هي نتيجة لأسباب منها:

- ١ - كعمل ميكانيكي انعكاسي يمنع من الانبساط الكبير.
- ٢ - الحركة الامامية للفخذ.
- ٣ - انتقال الزخم الدائري الى الساق الامامية.

في مثل هذه الحالة فإن كلتا الساقين تسحب أقرب إلى محور الورك مسبباً انخفاضاً في عزم التصور الذاتي وزيادة في السرعة الزاوية أن عمل سحب كلتا الساقين لللامام ولللام الأعلى كذلك يتباين بسبب التناقض التدريجي لكلا الساقين. ان تناقض حركة الساقين متوافقة بشكل كبير والانتفاء للساق العائنة (المرجحة) كبيراً أيضاً والرفس الخلفي لها عالي جداً ينكسر جزئياً بعد ملامسة القدم الامامية للأرض (شكل ٢٩-٤) مرحلة الفوز تبدأ بحركة امامية عالية ولها أهمية عظيمة في قيادة ودفع الرياضي. ان تعجيل حركة الفخذ يزيد من القوة التي تعطيها الأرض والتي تقلل من السرعة التي يتحرك بها مركز الثقل على قدم الارتكان.

في حدود المرجحة لللامام (شكل ٢٩-f) حركة الفخذ تتعاكس في عملها والساق تمتد من مفصل الركبة، والقدم يتسارع بتعجيل لللامام أو لا ثم للخلف ثانيةً كما في (الشكل ٢٩-g-h).

حركة الفخذ انتقال للزخم الدائري لقدم القدم.

ان من المهم جداً ملاحظة ان القدم المتحركة في الركض الفعال لا تتمدد الى خطوة كبيرة بل ان طول الخطوة هو متوج للحركة الامامية لكافة الجسم ولضمان الحركة الامامية الفعالة فان كعب القدم يجب ان يضرب في نقطة عمودية تحت الكتفين. وفي قسم المرجحة (الاعادة) ونتيجة للسيطرة العضلية اكثر في العمل البيندولي فأن الساقين تأخذ فترة أطول في طيرانها من القسم

الآخر) قسم الدفع) وفي نفس الوقت لكل خطوة زعيم كلا الساقين في الهواء تعاد الساقين للأرض بتزامن وهذا العمل هو عكس العمل مع حالة المشي والتي نوهنا عنها سابقاً في هذا الفصل.

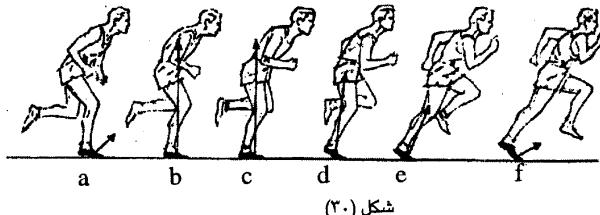
قسم الدفع (Driving)

عندما تلامس القدم الأرض فان الفعل يكون كالتالي:

- ١ - اولاً في الحالة الإمامية واصابع القدم مؤثرة للأمام وبعد ذلك تأخذ جميع وزن الجسم على نقطة تختلف باختلاف سرعة الركض فعندما لا يكون الركض سريعاً جداً يكون في مقدمة القدم وعندما يكون الركض بطيئاً تكون على سطح القدم جميعها.
 - ٢ - مع امتداد الساق في مفصل الركبة تعطي قوة تصاصم (شكل d,C-٢٩).
 - ٣ - محاور الركبة بالكامل الإمامية تكون متوازية.
 - ٤ - كلاسيكيًا فان السرعة الخلفية التي تتناسب مع مركز ثقل الرياضي تكون متساوية مع سرعته الإمامية على الأرض.
 - ٥ - في مقدمة مركز ثقل المسافة تقل مع الزيادة في السرعة عندما توضع احد القدمين مباشرة في مقدمة الاخر فان التوازن الجانبي يضعف ويختلط.
- بالنسبة لعداني الأرض القصيرة والذي هدفه الحصول على السرعة العالمية وليس الاقتصاد في الجهد فانهم يحصلون على فائدة من الدفع الذي يحصل عليه من مقدمة القدم بسبب الحركة الخلفية المتناسبة مع الأرض عندما القدم تلامس الأرض فوق ذلك فان عداء المسافات القصيرة يحتاج إلى «خطوة في الثانية ان هذا يتطلب التركيز على وضع الساق الإمامية بسرعة تحت الجسم بعد القدم الدافعة ان السحب الجيد يستوجب ملامسة القدم للارض في مقدمة موضع ثقل الركبة وعندما يمر الجسم فوق الساق العائنة يجب ثني الركبة لمنع مركز الثقل من الارتفاع للأعلى في كل خطوة.

والقوة المتولدة من المجاميع الفعلية في الفخذ لاستئصال عملية المد في مفصل الورك يجب زيادتها للتغلب على العمل الوجب الذي سببه اثناء الركبة الذي يقرب المنشأ والمدعم للأوتار العضلية الموجودة خلف الركبة وقوة الانقباض الزائدة والكبيرة عامل مهم من اصابة العضلات

الرياضيين وبشكل واضح فإن العمل (السحب والدفع) فالراكض السريعة سبب مباشر في اصابات وتمزق الاقناع العضلية خلف الركبة وحولها. إن الحركةخلف المخذ توقف تدريجياً بينما الانتشار يزداد في الركبة والكاحل ثم يسقط الكعب للأمام الأرض بسهولة. هذا يعطي القدم الوقت الكبير لكي يجهز القوى ضد الأرض ويمدد العضلات الثانية للساقي والجسم القليل الوزن لذلك يقلل من عزم القصور الذاتي على القدم السائدة مما يسهل ويسرع من حركتها فوق الارتكاز وبعد ذلك كما في الشكل (٣٠) ان تعجيل الساق السائدة يؤثر على العداء حيث تزداد سرعته تدريجياً كلما تحرك نحو الأمام والساقي تتمكن من توجيه قوته الدافعة باتجاه الجسم وأضافة لذلك فالقوى الامامية التي يحتاج قليلاً منها الرياضي لكي يحافظ على سرعته ثابتة تصل الى اقصاها وبعد ذلك يتناقض تدريجياً قبل كسر الاتصال مع الأرض شكل (٣٠).



(٣٠) شكل

أوضاع القدم السائدة خلال مرحلة الدفع

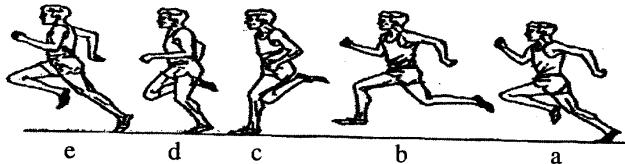
في الركض الجيد المركب العمودي لهذه القوى يجب ان يفوق المركب الافقى وذلك لاسباب التالية:

- ١ - وزن الرياضي يجب ان يتوقف بقوى متساوية باتجاه الاعلى قبل ان يبدأ بانحرافه من الأرض.
- ٢ - طول خطوطه تعتمد على كسر الاتصال مع الأرض لفترة زمنية كافية.
- ٣ - هيمنة وسيطرة الدفع الافقى يحدد بخط للعمل ويكون بعيداً عن مركز الثقل لكي يتحقق دوران غير مرغوب به مؤثراً على تلك النقطة.

كل الانيساطات للمجاميع العضلية تنتهي عندما تكون القدم خلف الجسم (شكل ٣٠) مؤشرة مرة ثانية للأعلى - الخارجة مع كسر الاتصال للعداء مع الحافة الامامية الداخلية.

بسبب الاتصال العضلي بين الحوض وأعلى الجذع فإن معظم ردود الفعل في الركض تتعصب وتعادل بواسطة الجزء الأعلى للجسم والتي يمكن أن تلاحظ من خلال الاتوء التوقيتي المتعاكسة لها مع حركة الرجلين. إن موضع رد فعل الجسم يمكن أن يسيطر عليه إلى حد ما وفي إشكال مختلفة للركض، فإن رد الفعل لدفع الساق الامركي يمتص بواسطة:

- ١ - فعل الذراع المباشر كما في الشكل (٣١).
- ٢ - حركة الذراعين والكتفين المتعاكسة بدون ارتكاز الذراعين حول الكتفين وهذا الفعل يمكن أن يلاحظ في أسلوب الركض للعداء، (أميل زاتوبيك).
- ٣ - مركب من الفقرتين السابقتين والذي هو شائع الاستخدام والمأثور للجميع ما عدا سباقات المسافات القصيرة.



شكل (٣١)

حركات الذراعين خلال مرحلة الطيران

ويالنسبة لدفع الساق القوي يمكن محتملًا فقط عندما نحافظ على الكتفين ثابتة حول المحور الطولي للجذع وذلك بسبب القصور الذاتي الكبير للجذع فإنه لا يستطيع أن يقوم بعملية الاتوء المتعاكسة بشكل سريع وكافي وفي الركض السريع الجيد فإن رد الفعل للمركب الافقى لدفع الساق يمتص بواسطة الذراعين والكتفين ببيان ثابتان ولأجل رفع الزخم الدائري فالذراعين يجب أن يعملا بقوة كافية.

قوه الفعل تؤثر بالتعجيل الدائري وانصاف القطر بينما مداها حول الكتف تقاس من خلال حاصل قسمة المسافة على الزمن لقوه المستخدمة. عمل كلا الحركتين الامامية والخلفية للذراعين

يشكلان حركة عقرب الساعة او الحركة المعاكسة لعقارب الساعة عند التوازن الجسم فيها يعملان بتجانس مع بعضهما وليس في تعاكس وخلال المرحلة الامامية كما في الشكل (e,d,C21).

ان حركة النزاع الامامية تبني رد فعل خلفي على نفس الكتف وتعمل على امتصاص حركة الميل المعاكسة الامامية ، اما حركة النزاع الخلفية فأنها تميل الى دفع نفس الكتف للذراع الى الامام . تأثير النزاع في البداية يقى بواسطة الامتداد الطبيعي على مفصل المرفق والذي يتطابق مع الراقبة او العتلة الطويلة للساقي القائدة على الجنب المعاكس، الا انه في نهاية الحركة الخلفية فان الذراعان يتباينان مع حركة سريعة لها ثانية وذلك لمجارة ومماطلة الدور الاخير والسرعى لحركة الساق القائدة كما في الشكل (e-C21).

ان مدى حركة النزاع في الركض السريع كما هو ممثل في مسار مركز الثقل لها للأمام يقدرها خلف محور الكتف وتخالف الأفراد من ناحية سmek وطول النزاع الا انها بشكل عام فان الكف اعتياديًّا لا تتمرجح على من مستوي الكتف في الامام ولا أكثر من قدم واحد خلف خط الورك الى المؤخرة (شكل ٣١) . ما دام كلا الذراعين يتشارعان للأعلى وللأسفل فان الاعاقة اللاحقة للأسفل والحركة العليا تضاف الى المركب العمودي لقوى الدفع والتوجيه للأسفل يتطابق مع اعادة الاتصال مسبباً تقليل التصادم بين الارض والقدم الامامية وتكون اكثر تأثيراً لكل حالة عندما تحمل الذراعين قريباً من الجذع وبواسطة فقدان السرعة يسبب الاحتكاك قبل اكمال دفع الساق فان الذراعين تسهل وتنقل من الضغط للساقي الدافعة وهذا يسمح بالاستخدام الحر والقوي للقدم والكاحل وبهذا وكما يقول (دايسون) عن هوبير (Hopper-1964) الذراعان يمكن من تعجيлемا للأعلى أو للأسفل في توقيتات مناسبة لزيادة القوة بين الساق السائنة والارض والقليل منها».

ميكانيكية الركض (الجري) للمسافات الطويلة:

راكضي المسافات الطويلة يجب ان يحافظوا على الطاقة بواسطة تخفيض الجهد المبذول والتكرار للخطوات ويجب ان تكون تكرارات الخطوات حوالي ثلاثة خطوات لكل ثانية الساق الدافعة والساقي المرحة في قسم الاعادة تطور زخماً دائرياً من الالتواء المعاكس اقل في ركض المسافات القصيرة بالمقارنة مع المسافات الطويلة مسبباً تقليل تكرارات الخطوات مانحاً الجذع الوقت الكافي لزيادة رد الفعل لهذا الرقم الدائري بدون الرجوع لحركة النزاع القوية.

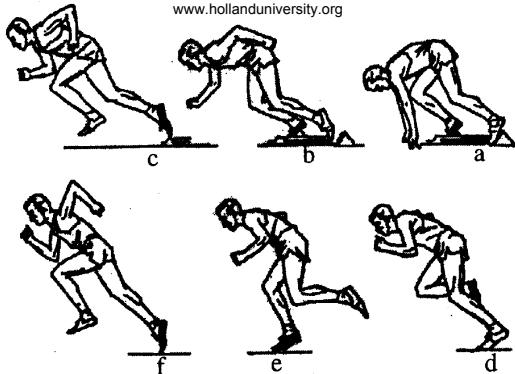
أوضاع الرأس والجذع:

حركة الركض يمكن أن نعطي فعالية قصوى عندما يتواءن العداء، توازنًا صحيحاً وهذا يعتمد أساساً على الزاوية الصحيحة للجذع. أدناه العوامل ذات العلاقة والتاثير وهي:

١ - القوة للسوق الدافعة» الحركة «ومركباتها العمودية والأفقية من أجل تحقيق الركض المتوازن فأن عنزم المركبات العمودية والأفقية للسوق الدافعة يجب أن تكون مركبة على مركز ثقل العداء وعلى سرعة منتظمة وثابتة والقامة منتصبة وعندما نلاحظ العداء الجيد عند أدائه عملية الركض من الجانب فأن هناك صورة مظللة ليلان الجذع للأمام عندما تتمد ساقه الدافعة كاملاً كما في الشكل (٢٢) في التعجيل فإن مشكلة التوازن تكون أكثر تعقيداً بسبب الاختلاف في المركب الأفقي للسوق الدافعة في التعجيل الموجب على سبيل المثال فالركض السريع بالنسبة للرياضي يكون أكثر صعوبة بالنسبة له لاعطاء قوة كبيرة ضد الأرض التي تبدو كما لو تكون متراجعة في السرعة. وهو غير قادر على تحريك قدميه بسرعة كافية. بالنسبة للمركب العمودي للسوق الدافعة يجب أن نحافظ على كسر اتصال الرياضي بالأرض في جميع الاردات ولوقت كاف لكي تصل الساقين إلى وضع الخطوة التالية وكلما كان الوقت الذي تستقره عملية اتصال الرجلين بالأرض قصيراً كلما كانت قيم المركبات العمودية عالية.

ولوازنة التسارعات (التعجيل) المختلفة للرياضي عليه تحقيق تبادل مركبات القوى للذراعان بواسطة ضبط وضع مركز الثقل مع قدميه الساندة وهذه العملية التوازنية ينجذب بواسطة تغيير زاوية الجذع كما في الشكل (٢٢).

في قسم التعجيل الموجب العظيم الذي يتبع من المركب الأفقي للقوة كما هو الحال عند الخطوة الأولى بعد ترك مكعب البداية كما في الشكل (B+C٢٢) العداء يحتاج إلى ميلان أمامي واضح وبعد ذلك يتبع من الحصول على وضع أكثر اتصالاً لجسمه عن طريق خفض القوى المبذولة لكي يتتجنب حالة السقوط الأمامية المحتملة كما في الشكل (١-٣٢) وهنا تظهر المركبات العمودية للسوق الدافعة التي تتناسب مع وزن الجسم على كل خطوة والتي تعمل على رفع مركز ثقل الجسم للعداء تدريجياً باتجاه وضع الركض الطبيعي.



شكل (٣٢)

حركات الرأس والجذع والذراعين في الركض أو عند الانطلاق

اما التعجيل السالب المتوازن كما هو الحال عندما يعمل العداء على ايقاف سرعته بعد خط النهاية فانه يعمل على ميلان جسمه للخلف والميلان المبالغ به يقلل من طول الخطوة ويوضع ضغطاً غير مرغوب به على عضلات الجذع ومن المناسب أن تذكر هنا ان خط الدفع من رد الفعل للارض على كل خطوة يمر دائماً خلال مركز ثقل العداء وان هذه العملية تضمن الموازنة عند الركض وتعتبر شيئاً عملياً وضرورياً للياريضي. عند

لامسة القدم للمضمار أولاً فأن المركبات العمودية والأفقية لرد الفعل تعمل في موضع امام مركز الثقل عاملة على دورانه للخلف شكل (2-٣٢) وبعد ذلك عندما المركب العمودي الكبير يعمل خلف مركز الثقل فالميلان للجذع يكون دائرياً للأمام (شكل D,C-٣٢) ومن اجل ان يكون الدوران للخلف ثانية قبل كسر الاتصال للقدم فأن الرياضي يجب عليه تقليل المركب العمودي بشكل كبير كما في الشكل (٤٢) في ذلك يبدو ان التوازن في الركض يعتمد على طريقتين الأولى رفع وزنادة الزخم الدائري والثانية على ضبط وضع مركز ثقل الجسم إلى القوة وإلى اتجاه رد فعل الأرض. انتصاب الورك هو مفتاح انتصاب الجسم وذلك لكونه:

٢ - يؤثر على حركات الساقين وعلى استقامة القدمين.

اما بالنسبة لقوة ومقاومة الهراء، وكيفية التعامل معها فأن مناقشتها ضرورية جداً بالنسبة للمتخصصين في المجال الرياضي فعندما تكون الريح قوية واتية من الأمام فعل الرياضي الحفاظ على توازنه عن طريق تحريك ونقل مركز ثقله بعيداً للأمام وذلك لمواجهة الميلان الدوران الخلفي فالرياضي يقوم بميل جسمه للأمام باتجاه الريح القادمة نحوه، أما في حالة كون الريح قائمة من الخلف الرياضي فعليه رفع الجذع عالياً.

اما بالنسبة لوضع الرأس خلال الركض فإنه يعتبر ضرورياً جداً. حيث أن وزن الرأس يعادل ١٤/١ من كتلة الجسم بالنسبة للبالغين ولحركات الرأس لها تأثير كبير على أعضاء الجسم الأخرى والرأس يمثل العضو القيادي الأول في حركة الجسم وله دور كبير في عملية توازن حركات الجسم. وكتابون عام فأنه من الأفضل لتوافر العداء ان يحافظ على الرأس في توازن طبقي مع الكتفين ومع اتجاه العينين وفوق ذلك فأن قتل الرأس ضروري بالنسبة للمسافات الطويلة والمتوسطة. ان تأثير وضع الرأس الغير صحيح يمكن ملاحظته في نهاية السباق وعندما يتبع الرياضي يعمل على دفع الرأس للخلف مسبباً استقامة الجذع وتقصير الخطوة.

الركض في الأقواس:

تظهر طريقة الركض حول القوس في السباقات التي تزيد مسافتها عن (١٠٠) م حيث تقل سرعة المسابق نتيجة للجهود المبذولة لمقاومة القوة الطاردة المركزية ويمكن قياس ذلك بالمعادلة الآتية:

$$\frac{\text{القوة المقربة للمركز}}{\text{نصف قطر المحنبي}} = \frac{\text{وزن الجسم} \times \text{المسافة في المحنبي}}{٧٠ \text{ كجم} \times ١٠٠ \text{ م}}$$

$$= \frac{٢٠٠ \text{ كم}}{٣٥} =$$

فكلما زادت سرعة اللاعب في الجري [على المدى](#) كلما زادت القوة الطاردة المركزية عليه وكلما زاد ميل الجسم أثناء الجري وكلما قلت سرعة اللاعب بما إذا جرى في خط مستقيم بمقدار ٢١٥ من الثانية.

مثال : اذا كان رقم اللاعب في سباق (١٠٠م) يساوي (١١) ثانية فأن رقمه في (١٠٠م) الأولى من سباق (٢٠٠م) حول المنحنى = ١٥ أو ١١.٢ ثانية كما تختلف في وضع مكعبات البداية داخل حركة المسابق بما هو متبع في سباق (١٠٠م) و (١١٠م) حواجز-إذ تتوضع على الجانب الأيمن من المجال حتى يتمكن المسابق في العدو وفي خط مستقيم خاصة في الخطوات الأولى حتى يستطيع الجري بجانب خط المجال الذي على يساره.

والسباقات التي تبدأ في المنحنى هي (٢٠٠م)-(٤٠٠م)-(٤٠٠م) حواجز ويستخدم فيها المكعبات . ولكن هناك سباقات أخرى تبدأ من وضع البدء العالي في منحنى أيضاً وهي (٦٠م)-(٥٥م)-(٣٠م).

انهاء السباق:

تنحصر متطلبات هذه المرحلة الأخيرة من أي سباق من سباقات الجري في الحفاظ على السرعة القصوى حتى خط النهاية وذلك في سباقات المسافات القصيرة بصفة خاصة - أما في سباقات المسافات المتوسطة والطويلة فنفهمها زيادة السرعة إلى الحد الأقصى خلال المسافات الأخيرة من السباق وهي تختلف من لاعب لأخر ومن سباق إلى آخر.

سرعة العدو لمسافات قصيرة:

يمكن مناقشة سرعة العدو من خلال عاملين مما القدرة على التسارع (قدرة الفرد على تعجيل جسمه في أقل زمن ممكن) وأقصى سرعة . ويعتبر العامل الأول ذو أهمية كبيرة في السرعة للعدو لمسافة (٢٠) ياردة ويلعب ذلك دوراً هاماً في العاب الميدان والمضمار والسباقات القصيرة . أما بالنسبة للمسافات التي تزيد على (٢٠) ياردة يكن العامل الثاني (أقصى سرعة جري) هو الأهم . وهذا العاملان ليسا مرتبين ببعضهما لدرجة كبيرة ولهذا قد نجد فرداً بطيناً في البداية ولكن سرعته القصوى كبيرة- أو نجد فرد ذو بداية سريعة ولكن

سرعته القصوى صفيرة - (لاعب كرعة عالية على التسارع ولكن ذوي مستوى منخفض في سباق (٢٠) ياردة عدو والعكس صحيح).

وهنالك مفاهيم أخرى للسرعة وهي:

- ١ - السرعة الابتدائية.
- ٢ - السرعة المتوسطة.
- ٣ - السرعة النهاية.

السرعة الابتدائية:

وهي السرعة عند بداية الفترة الزمنية (احتساب الزمن) وإذا بدء الجسم من السكون تكون صفر.

السرعة المتوسطة:

وهي السرعة التي لو تحرك بها الجسم حركات منتظمة فترة من الزمن لقطع نفس المسافة في نفس الزمن.

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة الكلية المقطوعة}}{\text{الزمن}} \quad \text{هي هامة جداً للعدائين}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الأولى} + \text{المسافة الثانية}}{\text{الزمن الأول} + \text{الزمن الثاني}}$$

السرعة النهاية:

وهي السرعة في نهاية الفترة الزمنية.

وتعتبر السرعة المتوسطة ذات قيمة وأهمية للعدو والجري أما السرعة النهاية فتعتبر ذات أهمية للوثب والرمي.

أن سرعة الجري تعتبر مسابقة في حد ذاتها - كما أن السرعة مهمة جداً في الرياضات المختلفة فالسرعة تعتبر من العوامل التي تدخل في جميع مسابقات الميدان والمضمار تقريباً وهي التي تميز لاعب عن آخر في هذه الألعاب.

تحدد السرعة في الجري بطول الخطوة وتردداتها Length of Stride & Frequency ولزيادة السرعة بدلاً من زيادة أحد العاملين:

- ١ - طول الخطوة وتعتمد على طول الرجل وقدرتها.
- ٢ - سرعة الرجل (التردد) وهي تعتمد على سرعة الانقباض العضلي والتوافق العصبي فالعلو أساساً أداء قدرة تعتمد على مقدرة الفرد على دفع جسمه بقوة وسرعة.

العوامل التي تؤثر في السرعة:

- | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|-----------|-------------|------------------|------------|------------------------|--------------------------------|
| ٥ - السن والجنس | ٦ - الحرارة. | ٧ - النمط | ٨ - المرونة | ١ - طول العضلة . | ٢ - القوة. | ٣ - قانون مربع السرعة. | ٤ - العلاقة بين القوة والسرعة. |
|-----------------|--------------|-----------|-------------|------------------|------------|------------------------|--------------------------------|

تعريف (السرعة) : معدل التغيير في المسافة بالنسبة للزمن.

تعريف (السرعة المتجهة) : معدل تغيير الازاحة بالنسبة للزمن.

السرعة (Speed) والسرعة المتجهة (Velocity) مصطلحات شائعة الاستخدام في وصف حركة الجسم ومع ذلك هناك فرق كبير بينهما فالسرعة تووضح مقدار المسافة التي قطعها الجسم في فترة زمنية محددة - أي مقدار السرعة فقط. أما السرعة المتجهة تتضمن الازاحة التي قطعها الجسم في فترة زمنية محددة.

$$\text{السرعة} = \text{كمية قياسية}$$

$$\text{السرعة المتجهة} = \text{كمية متتجهة}$$

في سباقات المسافات القصيرة التساعيات (التعجيل) لحركة الساق تتطلب خطوات ايقاعية سريعة تبلغ من (٥٤-٥٥) خطوات في الثانية والتي تعتبر تكرارات لمستويات عالية الانجاز في البطولات الرياضية.

العضلات العاملة في الركض:

ان عضلات الاطراف السفلية الرئيسية التي تعمل في الركض لدفع الجسم إلى الأمام هي عضلات مد الورك والتي أهمها الابيوية الكبرى وذات الراسين الفخنية والنصف غشائية. وعضلات مد الركبة التي تشمل المستقيمة الفخذية والمتسعة الوحشية والمتسعة الوسطى والمتسعة الآتية وعضلات مد رسم القدم التي تشمل الترامية والنطلية والقصبية الخلفية والشظوية الطويلة والشظوية القصيرة والاخحصية واللابضة وقابضة الأصابع الطويلة وقابضة الأبهام الطويلة وقابضة الأبهام القصيرة وقابضة الصغير القصيرة.

ان عضلات المد في مفاصل الورك والركبة ورسم القدم هي المسؤولة عن حركات الثني التي تحدث في هذه المفاصل وحركات المد التي تعقبها ايضاً: ففي حركات الثني تتقاض عضلات المد انقباضاً لا مرکزاً للسيطرة على فعل الجاذبية الأرضية وفي حركات المد تتقاض هذه المجموعات العضلية (أي عضلات المد نفسها) انقباضاً مرکزاً مما يؤدي الى دفع الجسم إلى الأمام وعلى الأعلى قليلاً.

ان انقباض عضلات المد يجب ان يكون انقباضاً سريعاً وان يكون مؤقتاً مع حركة مرکزاً ثقل الجسم عبر قاعدة الارتكاز بعد ملامسة القدم للأرض بوقت قصير، يعقب ذلك انقباض عضلات ثني الأصابع والتي تعتبر ضعيفة مقارنة بعضلات الساق الأخرى ولكنها تضيف الى سرعة حركة الجسم بشكل يجعلها تستحق الاهتمام عند اعطاء التمارين الرياضية في الركض القصير او المتوسط او الطويل.

ان انقباض عضلات ثني الأصابع يجب ان يأتي في اللحظة الأخيرة من ملامسة القدم للأرض كي يستفيد الراكض من هذا الانقباض في تعجيل حركة مرکزاً ثقل الجسم وأن انقباض عضلات ثني الأصابع هذا انقباضاً مرکزاً يسبقه انقباض نفس العضلات انقباضاً لا مرکزاً وبنفس الطريقة التي حدث فيها الانقباض المركزي والانقباض اللامركزي لعضلات مد مفاصل الورك والركبة ورسم القدم.

في الركض القصير تكون عضلات ثني ومد مفصل الكتف مهمة وهذه العضلات تشمل الدالية الامامية والصدرية الكبرى وذات الرأسين العضدية والغرايبة (عضلات الثانى) والغريبة الظهرية والمستديرة الكبرى والدالية الخلفية وذات الثلاثة رفوىں العضدية (عضلات المد) .

أما بالنسبة لعضلات الجذع (العمود الفقري) فأن أهميتها تأتى بسبب قيامها بثبيت الحوض لأعطاء الساقين قاعدة صلبة يعمل من خلالها الساقان وإلا فإن كثيراً من قوة الساقين ستتسرب لولا ثبيت الحوض . ولهذا فإن عضلات ثني العمود الفقري والتي تشمل المستقيمة البطنية والمنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية (عضلات البطن) وعضلات المد التي تشمل مجموعة العضلات قاطبة للعمود الفقري سوف تتخلص أثناء الركض السريع وان انقباض العضلات البطنية الشديد أثناء الركض السريع هو أحد اسباب صعوبة التنفس الحر أثناء الركض فبالرغم من أن عضلات ثني ومد العمود الفقري هي ليست من العضلات المحركة الرئيسية في الركض لكن تقصصها وقوتها تؤدي إلى تحسن ملحوظ في سرعة الركض مما يستوجب الاهتمام بها أثناء اعطاء أي برنامج تدريبي في الركض السريع .

أن ميكانيكية الركض سوف تتأثر بطبع العضلات فالراکض الذي يركض على أخمص القدمين مثلاً سوف يعرض جزءاً أكبر من قدمه للأرض بعد التعب، وهذا يعزى بالطبع إلى تعب عضلات مد رسخ القدم وبصورة خاصة التوامية والتعليق . وكذلك الراکض الذي يتصرف بطول الخطوة سوف تقصير خطواته من جراء التعب، والراکض الذي يتصرف بارتفاع الركبة عالياً أثناء الركض سيكون ارتفاع ركبته أقل أثناء التعب .

أن كل هذه الصفات هي صفات اقتصادية بالنسبة للطاقة المبذولة ولهذا ترى أنها صفات يتصرف بها راكض المسافات الطويلة إذا قارننا براكض المسافات القصيرة . كما ذكرنا فإنه يمكن زيادة سرعة الراکض أما عن طريق زيادة الخطوة الواحدة مع المحافظة على زمن الخطوة أو زيادة عدد الخطوات في وقت محدد او بعبارة أخرى زيادة سرعة الخطوة الواحدة أو كلامها . إن طول الخطوة يعتمد بشكل رئيسي على طول الساقين وعلى قوة دفع الساقين أما سرعة الخطوة فتعتمد على سرعة انقباض العضلات وعلى التوافق العصبي بأي مهارة في الركض .

الأسس والقوانين الميكانيكية المستخدمة في الركض

أدنى أهم الأسس والقوانين التي تعطي التفسيرات العلمية لفعالية الركض وهي كالتالي:

- ١ - طبقاً للقانون الأول من قوانين الحرارة المئوية فإن الجسم الثابت يبقى كذلك على ثباته وفي الركض فإن مشكلة التغلب على القصور الذاتي للجسم تقل كلما زاد معدل سرعته فالقصور الذاتي يكون كبيراً جداً في لحظة النهوض ويختفي بعد انقطاع وتوقف التuggيل لهذا فإن ضرورة استخدام مكعبات البداية تساعد العداء على بذل أقصى قوة أفقية في الانطلاق والنهوض من تلك المكعبات وذلك لأنها:
- المكعبات تواجه بسطوحها أسفل القدم مما يسمح للقدم بالدفع الأفقي.
 - تسمح بوضع الساقين بشكل أفقى.
 - تسمح للعداء باستخدام اقتصرى حد ممكн فى مفاصل الحوض والركبة والكاحل فى كلا القدمين.

- ٢ - وطبقاً للقانون الاول لنيوتون فإن الجسم المتحرك يبقى على حاله في الحركة ما لم يؤثر عليه بقوة تغير من حالته الحركية او اتجاهه ومن اجل الحفاظ على الجسم وعلى الركض بسرعة . في خط مستقيم وفي اقواس مضامير الركض على العداء بذل قوة اضافية لذلك او عن طريق ميلان الجسم الداخل لمعادلة قوة الدفع الالامركزية (الطاردة) لضمان الحفاظ على التوازن والركض الطبيعي السريع في مثل هذه الحالات.
- ٣ - طبقاً للقانون الثاني عند قوانين الحرارة لنيوتون فإن التعجيل يتتناسب طردياً مع القوة المسببة له وبالشغل الكبير لساق الدفع يرفع من مستوى تعجيل العداء.
- ٤ - طبقاً للقانون الثالث والخاص بالفعل ورد الفعل فإن لكل فعل رد فعل يساويه في القيمة ويعاكسه في الاتجاه.

- ٥ - ما دامت العتلة الطويلة تطير سرعته أكثر في النهاية من العتلة القصيرة فطول الساق خلال قسم الدفع للركض يجب أن يكون أطول ما يمكن عندما تأخذ السرعة بنظر الاعتبار وهذه تتجز عن طريق التمدد الكبير لفصيل الركبة في نهاية قسم الدفع.
- ٦ - كلما كانت المركبات العمودية للقوة قليلة كلما كانت المركبات الأفقية أو الدافعة كبيرة وهذا يحصل في الركض الصحيح حيث أن الحركات العمودية لمركز ثقل العداء يجب تقليلها إلى الحد الأدنى كمان المركبات العمودية للقوة من الأفضل أن تكون من الكافية

حيث تواجه او تعادل سحب جانبية الأرض للأسفل دون ان تكون للدرجة التي ينتج فيها الارتداد الغير مرغوب للجسم.

- ٧- الاكثر تاماً للمركب الفي للقرة باتجاه الخلف باتجاه الخلف يكون اكثر مساهمة من الحركة الانامية للجسم الحركات الجانبية للذراعين والساقين والجذع تقلل من الدفع الانامي ومن اجل ضمان الحركة الانامية للجذع يجب عمل ما يلي:
- ١- الركبتان يجب رفعهما مباشرة للأعلى وللأمام.
 - ب- مرجعة الذراع يفضل ان توازن بالضبط مع حركة النقل او الالتواء للحوض على ان لا تسبب حركة جانبية مضافة.

٨- الركض الجيد يتطلب التخلص من كل القرى الغير ضرورية عن طريق ثني الساق من مفصل الركبة وحمل الكعب للأعلى وتحت الورك في قسم المرجحة مسبباً المرجحة السريعة والاقتصادية للساق.

التحليل الحركي لفعالية ركض ١١٠ م حواجز:

لتتجنب القفز الذي يقاطع الركض اثناء ركضة المانع فأن المتسابقين الجيدين في مثل هذه الفعالية يقفزون المانع بواسطة استخدام الركض في خدمة القفز للساقي الانامية وبالداخل مع حركة الساق الخلفية المرجحة جانبياً وعند العبور من المانع الواطئة الارتفاع كما هو الحال في سباق (٤٠٠م) موانع النساء لا يؤكد على الحركة الا انه في الجانب الآخر كما هو الحال في سباق (١١٠م) موانع للرجال حيث ان المانع مرتفع ويبلغ ثلاثة اقدام وستة انجات او (٣٦٧م) وحتى بالنسبة للمتسابقين في الوثب الطويل وذوي الرجل الطويلين يجب عليه ان يبالغ في اداء حركة القفز على المانع خلال الركض السريع كما في الشكل (٢٢). ان قافزي المانع من ذوي الخبرة يركضون فوق المانع عن طريق عمل المجالات بالقدمين بين المانع وفي عملية رفع مركز ثقل الجسم اكثر قليلاً مما هو عليه الحال في خطوات الركض عند مقارنة الزمن المستغرق في الطيران والقفز فوق المانع العشرة فقط لتسابقي (١١٠م) موانع الابطال فأنهم لا يحتاجون الى اكثر من (٢) ثانية اي بمعدل (٢٠.) ثانية لكل مانع. ومع ذلك فأن هناك استثناءات لابطال قلائل يتمكنون من انجاز اقل من هذا الزمن ومع ذلك فأننا يمكن ان نقول ان خطوة وعبور المانع ما هي الا خطوة من خطوات الركض الا انها مبالغ فيها بعض الشيء.

ان تحليل هذه المهارة تتطلب تقسيمها إلى أجزاء فرعية وهذه الأجزاء هي:

- ١ - بداية الركض والخطوة قبل الحاجز.
- ٢ - العبور والهبوط بعد المانع.
- ٣ - الوضع بعد المانع.

١ - بداية الركض والخطوة قبل الحاجز:

الركض بين الحاجز يشبه العدو السريع العادي ونظرًا لأن الهدف في المسابقة هو قطع المسافة في أقل زمن ممكن فلا بد أن يكون العدو في الاقتراب بأسرع ما يمكن.

أما الخطوة قبل الحاجز فأنها تؤخذ بمجرد هبوط قدم الارتفاع في نهاية آخر خطوة قبل الحاجز فأن القدم الآخر (الحرة) تتحرك لأعلى مع ثبيتها من الركبة وذلك للقليل من عزم قصورها الذاتي. وتستمر مرحلة الرجل الحرة عند وصولها إلى حدود حركتها للأمام أولاً على أن تنتقل طاقتها الحركية إلى بقية الجسم وذلك طبقاً لمبدأ انتقال كمية الحركة والطاقة الحركية المنقولة من الرجل تساوي:

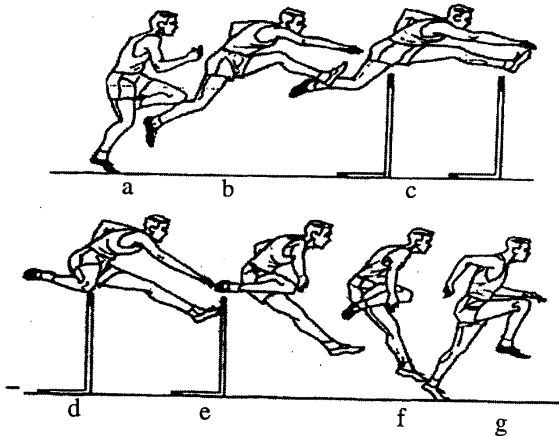
$$T = \frac{1}{2} IW^2$$

حيث T = الطاقة الناتجة من عزم الرجل المؤرجحة.

ومن القانون يتضح لنا ان هذه الطاقة تناسب مع مربع السرعة الزاوية W^2 طردياً وبذلك فأنه كلما زادت السرعة الزاوية كلما زادت الطاقة المنقولة إلى باقي الجسم ويكل هذا القلق انتباخ العضلات الماءة لمفصل الركبة التي في النهاية تجعل الرجل الحرة في وضع افقي تقريباً. وهذا الفعل من الرجل الحرة يعمل على نقل مركز الثقل للأمام ولأعلى ولكن كرد فعل لحركة الرجل الحرة فأن الجذع يميل للأمام ولأسفل ويتم ذلك في نفس الوقت الذي تتمرجح فيه الرجل الحرة لأعلى وبالتالي فأن رد فعل الجذع يساعد عملية نقل مركز الثقل والدوران للخلف الناجحين من حركة الرجل الحرة وبذلك يحافظ الجسم على اتزانه في المستوى الجانبي في الوقت الذي تقترب فيه الرجل الحرة والجذع من بعضهما البعض مع تقدم رجل الارتكاز أولاً

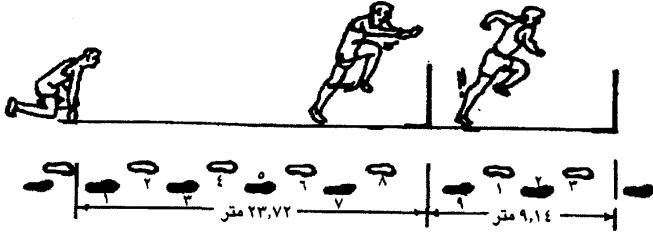
لأستناد الجسم ثم دفعه للأمام والأعلى في اتجاه الحجز. وفي الخطوة الأخيرة وقبل اجتياز المانع الأول فأن جسم المتسابق يكون عمودياً أو قريباً للعمودي مع السرعة والتدريج في رفع مركز ثقل الجسم والذي يكون أسرع مما يؤخذ عندأخذ الخطوات في الركضات السريعة.

أن طول اللاعب وطول ساقيه وعدد الخطوات التي يقطعها من مكب خط البداية حتى المانع الأول هي عوامل تحدد وتؤثر على الوضع الصحيح للعداء عند مكب خط البداية. والعداء الجيد يختلف عن العداء المبتدئ من ناحية امتلاكه للعامل اعلاه. والعوامل التي تميز العداء الجيد هي طول الجسم والساقيين معأخذ (٧) خطوات في نقطية المسافة المحسورة بين مكب البداية والمانع الأول مع وضع قدم الارتفاع في مكب البداية والعكس يحدث بالنسبة للعداء الأقل جودة حيث يقطع المسافة بـ(٨) خطوات شكل (٣٤) وتكون قدم ارتفاعه خلفاً في مكب خط البداية (حسين والطالب، ١٩٧٩).



شكل (٣٤)

مرحلة الطيران بين كسر الاتصال مع الأرض وإعادتها



(٣٤)

عدد الخطوات بين البداية والمانع الأول

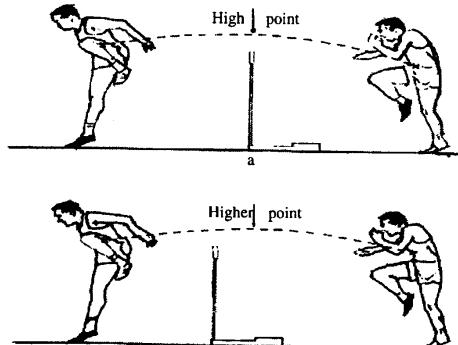
البداية الصحيحة تكون عندما يوضع الحوض بشكل أفقى وزاوية الظهر والرجلين تكون أكبر مما هي عليه في البداية القصيرة لركض (١٠٠م) . أما سرعة الانطلاق بعد اطلاق البداية فأنها بطيئة نوعاً ما والخطوات تكون أكبر وزاوية ميلان الجذع تكون مفتوحة أكثر في الخطوة الأولى. أن اللاعب يميل إلى زيادة الاتساع في خطواته عن طريق ملامسة القدم للارض بالحافة الخارجية لقمة القدم، كما ويعمل المتسابق على تقصير الخطوة ما قبل الاخيرة للمانع كي يسمح لمركز ثقله بالانتقال والارتكاز على القدم الامامية لفرض الاستعداد لميل الجسم لكي يضمن الاستقامة في حركة الجسم والتي تكون على شكل قوس مفتوج.

أن العداء في سباق المانع يعمل على رفع مركز ثقل جسمه قبل وصوله للمانع ويأرتفع أعلى قليلاً من المانع وهذا يسبب زيادة في المسافة بين نقطة النهوض والمانع وتكون هذه الزيادة على حساب المسافة بين مستوى المانع ونقطة الهبوط كما في الشكل (٣٥) . ومن أجل ضمان العبر الصحيح للمانع فإن العداء يعمل على النهوض من نقطة بعيدة من المانع كي يضمن الحفاظ على سرعته أولأ ثم السيطرة على رفع الساق القائنة التي ترفع بدورها مركز ثقل الجسم إلى نقطة أعلى من المانع. أن الهجوم السريع لاجتياز المانع ترتبط أذن بكافية مسافة النهوض مع الابتعاد عن المبالغة في لرفع العالي لمركز ثقل الجسم فوق المانع مما يعمل على ضمان

الاجتياز الصحيح للمانع. لهذا [هذا](http://www.hollanduniversity.org) [الخطىء](#) والجسم الطويل أفضل من العداء إذا الساقين والجسم القصير وذلك لأن الطول عامل مهم في ضمان عدم اضطراره في الطيران فوق المانع بالنسبة للعداء الطويل. إن المسافات والتناسب بين النهوض والهبوط تعتمد على :

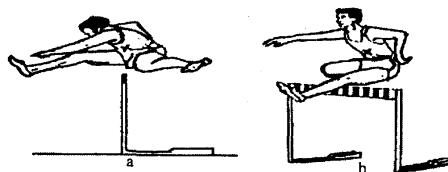
- ١ - الاقتصادي في وضع العين: ميلان الجذع الواضح مع التوقيت الصحيح للحركة المزدوجة للذراعين والرجلين تجهز نموذجياً اقتصادياً صحيحاً في الاداء الحركي للفعالية كما في شكل (٢-٣٦) ففي هذا الشكل يمكن ان نلاحظ ان مركز ثقل الجسم قريب الى الحافة العليا للمانع لغرض العودة السريعة نحو الارض وعلى العكس من ذلك فأن النموذج الضعيف والموجود في الشكل (٢-٣٦b) يعبر مضيعة للوقت في الهواء.
- ٢ - علاقه ارتفاع الرياضي بارتفاع المانع: بالمقارنة مع العدائين طوال القامة فأن مركز ثقل الجسم للعدائين قصار القامة يتمترس بشكل عمودي عال ولهذا فإنه يأخذ وقتاً كبيراً في الارتفاع والسقوط بالمقارنة مع العداء طول القامة.
- ٣ - سرعة الاقتراب : ان سرعة الاقتراب الكبيرة مع اطالة مسافة النهوض تسمح بالدفع الامامي الافقى والبعد القصير السريع. وان العداء الذي يعطي سرعة كبيرة فوق المانع القليلة الأولى فأن هذا سيعطيه مجالاً اكبر في زيادة مسافة النهوض مع تقصير مسافة الهبوط.
- ٤ - عمل الساق القائنة: كلما كانت السرعة في رفع الساق القائنة كبيرة كلما تمكّن الرياضي من الاقتراب من المانع وعبره يكن سريعاً والعداء يستخدم ساقه القائنة بشكل عال وسرعى. ان الثني على الركبة والكاحل يقلل عنم القصور الذاتي حول مفصل الركبة مما يسمح بالسرعة الزاوية العالية وهذه الحركة العالية والكبيرة تنقل السرعة الى مركز ثقل العداء كما في الشكل (٣٧) ان العمل العالى والسرعى للساق القائنة والميلان الامامي للجذع والدفع القوي لساق النهوض هي عوامل مهمة في اعطاء السرعة لحركة مركز ثقل الجسم للأمام.
- ٥ - اكمال نقطة النهوض : العداء يمكن ان يعبر بكفاءة وسهولة فقط عندما تتساوى نقطة النهوض وتطابق مع سرعة الاقتراب مما ينتج عنه ارتفاع وانخفاض لمركز الثقل بالخطوة الكبيرة جداً . وعندما تكون نقطة النهوض قريب جداً للمانع وهذا شائع عند المبتدئين فأن المتسابق يعمل على القفز العالى لتجنب الاصطدام بالمانع كما في الشكل (٢-٣٧).

وعندما يكون بعيداً جداً من المانع فعليه ان يقفز عالياً لتجنب السقوط على المانع. شكل (b-٣٧) وفي كلا الحالتين فإنه سيُفقد وقتاً كبيراً. وان معظم الخبراء يعتقدون ان الخطوة القصيرة قبل النهوض تسمح بالدفع الامامي والميلان للجذع يسببه دوران الجذع الامامي المرغوب فيه قبل ترك الارض. هذه الخطوة هي اخر خطوة هي اخر خطوة قبل اجتياز المانع وعلى العداء ان يركز على الاهتمام بعمل الساق القائمة التي يجب رفعها بشكل سريع مع انتشارها من مفصل الركبة من اجل التغلب على عزم القصور الذاتي الناتج عن موجة الساق الحرة للخلف وكذلك تسهيل عملية دوران الساق حول محاذير مفاصل الساق.



شكل (٣٥)

الارتفاع العالي لركن ثقل الجسم:



شكل (٣٦)

(b) ارتفاع غير اقتصادي (a) ارتفاع اقتصادي

ان الركبة للساقد القائدة يجب مرجهحتها اماماً للأعلى الى الحدود التي يؤثر فيها عزم الدوران لهذه الساق على سرعة نقل مسافة التغطية من خلال نقل القوة التدريجي خلال مفاصل الرجلين ثم يبدأ العداء مباشرة بعد ثني مفصل الركبة للساقد القائدة للحصول على استقامة من نوع ما في حركتها الامامية الدافعة وهذا يسبب الانتقال.

- ووضع مركز ثقل جسم العداء يكون إلى الأمام وللأعلى مع ميل ودوران قليل للجسم.
نحو الخلف. لو فرضنا أن العداء يقطع (١١٠م) في السباق بزمن (٤٢ث) ثـ فإن معدل سرعته يكون كالتالي:

$$\frac{\text{المسافة}}{\text{المعدل السريع}} = \frac{\text{الزمن}}{\text{السرعة}}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{١١٠}{٤٢\text{ث}} = ١٧\text{م/ث}$$

وقد تكون قمة السرعة في السباق لبعض المواقع التي يتجاوزها بما يعادل (٩٠م/ثـ) وإذا ما أردنا حساب المسافة العمودية أو الزمن المستغرق في رفع مركز ثقله لمسافات محددة من نقطة النهوض إلى أعلى نقطة يصلها فعلي هذا الأساس يمكن من ذلك من خلال العلاقة الجبرية التالية:

$$\text{المسافة العمودية} = \text{التعجيل الأرضي} \times (\text{الزمن})^2$$

وإذا ما أخذنا المثال أعلاه لـ "Dyson, 1986" وحسبنا قمة السرعة التي اعتبرناها (٨٠.٩م/ثـ) فإنه يستطيع زيادة الارتفاع للأعلى مع الزيادة في قطع المسافة وفقاً للتالي:

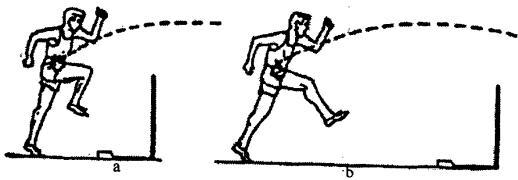
سرعه (٨٠.٩م/ثـ) يرتفع (٥ سم) يعطي (١م)

يرتفع (٧.٦ سم) يعطي (٢٢ سم)

يرتفع (١٠ سم) يعطي (٤٠ سم)

يرتفع (١٥ سم) يعطي (٧٤ سم)

يرتفع (٢٠ سم) يعطي (٩٨ سم)



شكل (٣٧)

العداء في (b) بعيد عن الحاجز وفي (a) قريباً

أما الذراعان في هذا الوضع فأن أحدهما تتد اماماً مع القدم القائمة، أي ان الذراع المعاكسة للقدم القائمة تكون ممدودة للأمام. أما الذراع الاولي فان امتدادها يمكن للخلف مع حركة اثناء بسيطة في مفصل المرفق وذلك للحفاظ على توازن الجسم خلال الحركة وهذه الحركة التبادلية للذراعين هي نفس حركة الذراعين في الركض العادي.

٢ - العبور والهبوط بعد المانع:

بحجرد ان يترك اللاعب الارض فانه يقع تحت تأثير قوتين هما قوة الجاذبية ومقاومة الهواء . وبالنسبة لقوة الجاذبية فانها تؤثر على السرعة الرأسية فقط وتقلل من قيمتها حتى تصل الى الصفر عند أعلى ارتفاع لمركز الثقل. ان زمن المروق والسرعة الرأسية يتناسبان طردياً مع الارتفاع. أي انه كلما زادت السرعة الرأسية زاد زمن المروق وبالتالي زاد ارتفاع مركز الثقل. ولكن الارتفاع المبالغ فيه يمكن غير مطلوب في هذه الحركة التي يجب ان تكون قريبة جداً من خطوة العدو العادي. وبالتالي فعلى اللاعب ان يضبط مرحلة سرعته الرأسية بحيث تكفي فقط لرفع مركز الثقل للارتفاع المطلوب فقط دون زيادة لأن يؤدي ايضاً الى زيادة الزمن وهذا غير مرغوب فيه . وكذلك يجب الا يكون الارتفاع أقل من اللازم حتى لا يصطدم اللاعب بالحاجز ويمكن التحكم في المركبة الرأسية عن طريق التحكم في زاوية الارتفاع فالمركبة الرأسية تتتناسب طردياً مع جيب زاوية الانطلاق ، اما بالنسبة لمقاومة الهواء فانها تؤثر على السرعة الانفجية فقط ولكن هذا التأثير يكون صغيراً نظراً لأن قيمة مقاومة الهواء تكون صغيرة جداً وفي اثناء الجزء الاول من مرحلة المروق تستمر الرجل الحرة والجذع في التحرك

في اتجاه بعضهما البعض وهذا يؤدي الى تقريب مركز الثقل للداخل بالنسبة للأجزاء السفلية للجسم ويلاحظ ان هذه الحركة تكون مصحوبة بحركة للامام وللأسفل من الذراع الحرة. وفي اللحظة التي تعبير فيها ركبة الرجل الحراة الحاجز فأن الجذع والرجل الحرة يتحركان بصورة عكسية حيث تتحرك الرجل للأسفل وكرد فعل لذلك (طبقاً لقانون نيوتن الثالث) يتحرك الجذع الاعلى (في الاتجاه العكسي) اوثناء المروق تسحب رجل الارتفاع مع رفعها للخارج بحيث تعبير الحاجز والفخذ مواز للارض تقريباً. وهذا يساعد على عبور الحاجز مع عدم البالغة في رفع مركز الثقل ونتيجة لحركة رجل الارتفاع يتولد في الطرف العلوي رد فعل في اتجاه عكسي لاتجاه حركة الرجل الحرة ولكن يتم التغلب على ذلك بحركة الذراع الحرة. خلال طيران المتسابق فوق المانع فإن هناك قوتان تؤثران على تحليقه هما قوة مقاومة الهواء وقوة الجذب الأرضي. ان هاتين القوتين تؤثران على تحديد اتجاه حركة العداء وتوجهها نحو الاسفل بأسرع ما يمكن لها فain السرعة العمودية تمثل الركب الاباجبي المعاكس لهاتين القوتين الا ان هذه الحركة العمودية يجب ان لا تكون كبيرة بحيث تؤدي الى زيادة زمن طيران الرياضي فوق المانع. اذا حدث هذا فإنه يؤدي الى رفع مركز ثقل العداء للاعلى كما ذكرنا سابقاً في حين اكمنا بأن الاقتصادية في الاداء تستوجب رفع مركز ثقل الجسم الى الحدود التي تسمح للجسم بالدور فوق المانع بشكل سريع ودون الارتطام به مع الحفاظ على توانى حركة الجسم خلال الركض عند عملية إعادة الاتصال بعد الهبوط من المانع . ان الجذع والساق الحرة يستمران بالاقتراب من بعضهما خلال الجزء الاول من مرحلة الطيران وهذا يتبع عنه انخفاض في مستوى مركز ثقل الجسم الى اوطأ نقطة للجسم كما وان حركة الذراعين المعاكسة تعتبر عاملأً مهمأً في انخفاض مركز ثقل الجسم حيث تكون حركة الذراع الامامية متوجهة اماماً للأسفل والرأس يتحرك بموازاة مجال الركض (٢-٣٦) ان حركات الجذع والساق الحرة تعاملان بشكل معاكس بعد عبور ركبة الساق القائمة للمانع حيث ان الساق الحرة تعمل باتجاه الاسفل والى الخلف حيث يسبب هذا رد فعل للجذع باتجاه الخلف وللأسفل لكي تبدأ عملية اتصال القدم للارض.

٣-الوضع بعد المانع:

وبالنسبة للهبوط فهناك عدة ملاحظات تتلخص في :

١ - يهبط اللاعب وجسمه قريباً من وضع الوقوف العادي وذلك حتى يقع مركز الثقل تقريباً على قدم الهبيط. وذلك لأنّه لو كانت القدم الأمامية أمام خط مركز الثقل فإن ذلك سيعرقل الحركات للأمام (شكل (٢٨)).

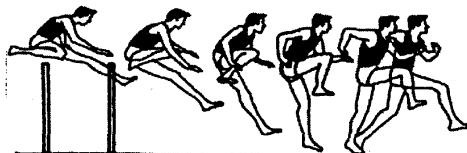
٢ - يجب أن تتحرك الرجل الحرة وتندفع الأرض للخلف بمجرد ملامستها للأرض وينفس سرعة حركة الجسم للأمام لأخذ الخلطة التالية للتغلب على ميل الجسم للدوران للخلف الناتج من حركة الرجل الحرة.

٣ - التغلب على حركة رد الفعل: إن حركة الرجلين في عدو الحواجز تحدث رد فعل في جسم العداء علماً بأنه لا يحدث رد فعل في العدو العادي. لذلك يجب على العداء أن يحاول التخلص من رد الفعل بحيث تكون حركة العدو في الحواجز أقرب ما تكون في العدو العادي فعند الارتفاع لخطي الحاجز يحدث رد فعل مشترك بين ارضا المضمار وجذع العداء ويمكن للجسم وحده التخلص من رد الفعل بأن تتحرك الرجل المتقدمة بزاوية للأسفل وتليها الرجل الأخرى على النحو التالي:

- في الوضع الانقي يميل العدو بالجذع للأمام وتتحرك الذراعان بالعرض بعيداً عن الجسم وبذلك تناح الفرصة لجسم العداء للتخلص من رد فعل الارتفاع دون بذل مجهد عنيف.

- في الوضع الامامي تخفض الذراع المدورة العكسية وتترفع الذراع الأخرى وهذه الحركات من الذراعن تساعده على التخلص من حدة رد الفعل الناتج من حركة الرجلين على الجذع.

- في الوضع المائل يفرد الجذع لأعلى من جذع العدو، وتكون حركة الرجلين عكسية لرد الفعل الواقع على الجذع وذلك يساعد على التوافق والسرعة عند الهبيط.



شكل (٢٨)

الهبيط بعد المانع

تبدا الساق الحرة في الهبوط للأسفل باتجاه الأرض بعد عبور الحوض من فوق المانع ويبدأ الجذع بأخذ وضعه الطبيعي تدريجياً والجذع في هذا الوضع يمكن مائلاً بشكل أكثر من ميلانه عند الركض الطبيعي ويستمر الجذع هكذا حتى يعاد اتصال القدم الحرة بالارض وبعد ذلك يتوجه الجسم بشكل اكثر من ميلانه عند الركض الطبيعي ويستمر الجذع هكذا حتى يعاد اتصال القدم الحرة بالارض.

وبعد ذلك يتوجه الجسم بشكل قوي نحو الامام لغرض اخذ الخطوة بعد المانع، ان هذا الدفع نحو الامام ناتج عن العمل الامامي العالى لساق التقاطة اما الجسم فلأن رد فعله لعمل الساق الحرة بعد ارتطامها بالارض يكون باتجاه الخلف، وان لم يكن الدفع لساق التقاطة قوياً فقد يسبب قصراً في طول الخطوة الاولى بعد المانع مسبباً صعوبة كبيرة في اكمال الخطوات الثلاثة بشكل سريع ومتزن بين المانع. ان الخطوات الثلاثة بعد الهبوط من المانع تكون أطوالها كما يلي:

الأولى - أقصر الخطوات الثلاثة.

الثانية - اطول.

الثالثة - متوسطة بين الأولى والثانية.

يقول جيمس هاي (Hay, 1978) ان طول الخطوات بعد المانع ثلاثة كالتالي

خطوة النزول من فوق المانع الى الارض ٤ قدم و ٦ انج

خطوة الاولى ٥ قدم و اربع

خطوة الثانية ٦ قدم و ٩ انج

خطوة الثالثة ٦ قدم و ٣ انج

خطوة النهوض من الارض الى المانع الثاني ٧ قدم

العضلات العاملة في ركض ١١٠ موانع

الحركة نحو الماء:

في حركة الراكض نحو الماء يحدث ثني في مفصل ورك الرجل القائدة وتشمل العضلات المحركة هنا كلاً من المقربة الطويلة والمقربة القصيرة والرقيقة والمستقيمة الفخذية والعانية والقصبة والخياطية والحرقافية ومن المحتمل ان يكون عمل العضلات الخياطية والرقيقة جزئياً في حركة ثني الورك لأن نفس العضلات تشتريكان في حركة ثني الركبة في الوقت الذي تتدبر الركبة مع ثني الورك في ركض الماء بالإضافة إلى العضلات المحركة هناك عضلات مثبتة وهذه العضلات تشمل المستقيمة البطنية والمنحرفة والخارجية والمنحرفة الداخلية التي تعمل على تثبيت منطقة الحوض كي تكون الساقين من إنجاز الحركة بالشكل المطلوب اما العضلات التي يجب ان ترتخي أثناء هذه الحركة فهي العضلات الالوية الكبيرة وذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية.

اما في مفصل الركبة للرجل القائدة فتحدث حركة ثني سلبية في المرحلة الاولى من جراء ثني مفصل الورك ثم تعقبها حركة مد ايجابية. وتكون العضلات المحركة هنا من كل من العضلات المستقيمة الفخذية والمتبعة الوحشية والمتسعة الوسطي والمتسعة الانسية. والعضلات المثبتة في هذه الحالة تتكون من عضلات ثني الورك التي ذكرناها سابقاً حيث انها تقوم بثني مفصل الورك وينفس الوقت تثبت عظم الفخذ بشكل يساعد على مد الركبة. اما العضلات المساعدة فتشمل ذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية واللابضية والاخэмصية والتوازمية . وفي الجذع يحدث ثني أمامي وتؤدي إلى جهة الرجل القائدة وفي هذه الحالة تشمل العضلات المحركة كلاً من المستقيمة البطنية والمنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية والقطنية . ان هذه العضلات تعمل على شكل ازداج وعندما يتقلص الزوج يحدث الثني . وحتى يحدث التدوير المناسب الى جهة الرجل القائدة نجد ان أحدي الجهتين من الزوج تقلص بقوة اكبر من الجهة الأخرى . بالإضافة الى ذلك قد تعمل في حركة التدوير هذه عضلات التدوير في العمود الفقري اما العضلات المثبتة في حركة ثني الجذع فتكون عادة من عضلات الورك والرجل ولكن في حركة ركض الماء نجد ان ثني الورك ومد الركبة يحدثان في نفس الوقت الذي يحدث فيه ثني الجذع . ولهذا فإن وزن الرجل والجذع المسحورين باتجاه بعضهما يزيد الحركة

بالثبات اللازم والعضلات المضادة تشمل كلاً من العجزية الشوكية والنصف شوكية والعضلات الخلفية الصغيرة للعمود الفقري . في حركة الثني في مفصل الكتف التي تحدث في الذراع المعاكسة للرجل القائدة وتشمل العضلات المحركة كلاً من الدالية الأمامية والغرافية والجزء العلوي من المصدرية الكبرى والراس الطويل من العضلة ذات الرأسين العضدية. أما العضلات الثابتة في هذه الحركة فهي العضلات التي تثبت لوح الكتف والتي تشمل رافعة اللوح والجزئين الأول والثانى من العضلة الرابعة المنحرفة والعضلة المستنة اما العضلات المضادة فتشمل كلاً من المربعة المنحرفة والعضلة المستنة اما العضلات المضادة فتشمل كلاً من الدالية الخلفية والعرضية الظهرية وتحت الشوكية المستدية الصغرى والمستدية الكبرى والراس الطويل من ذات الثلاثة رؤوس العضدية.

في الذراع المعاكسة للرجل القائدة ايضاً يحدث مد في مفصل المرفق والعضلات لمحركة مد المرفق تشمل كلاً من المرفقية وذات الثلاثة رؤوس العضلية وبواسطة الرسخ الزندية وبواسطة الاصابع المشتركة. وعندما يمتد المرفق يميل المفصل إلى المد العادة. أما في حركات ركض المانع، فإن حركة مد المرفق تقترب بحركة ثني الكتف ولهذا فإن حركة الثني في مفصل الكتف تقوم مقام التثبيت لمفصل المرفق اثناء المد. وفي رسم القدم تحدث حركة المد. حيث ان القيم تكون ثابتة على الارض ويقع فوقها ثقل الجسم بحيث ان انقباض عضلات مد الرسخ تحقق حركة واحدة فقط وهي المد، أي الحركة المطلوبة اما العضلات المضادة والتي يجب ارتخاؤها في هذه الحركة فتشمل بواسطة الاصابع الطويلة وبواسطة الاهام الطويلة والقصبية الأمامية والشظوية الثالثة.

في اصابع وابهام قدم الرجل الناهضة تحدث حركة الثني والتي تكون العضلات المحركة فيها كلاً من قابضة الاصابع القصبية وقابضة الاصابع الطويلة وقابضة الاهام الطويلة ومقربة الانهام المنحرفة وقابضة الاهام القصبية وبين المشطيات الاخصحية والمدورية (الخراطية) والمربعة الاخصحية. ولا توجد ضرورة لتناقض عضلات مثبتة في هذه الحركة اما العضلات المضادة فتشمل بواسطة الاصابع القصبية وبواسطة الاصابع والاهام الطويلة.

اجتياز المانع:

عند اجتياز المانع تحدث حركة الأبعاد في مفاصل وركب الرجل الخلفية والتي تقوم بها كل من العضلات الأليوية الوسطى والأليوية الصغرى والمزدوجة (Gamelli) والشادة الداخلية

والشادة الخارجية وكثيرية الشكل والخياطية والشادة لغمد الفخذ والعضلة الفخذية الرياعية الرؤوس عندما يحدث الابعاد في مفصل الورك لأحدى الرجلين تميل عظام الحوض باتجاه عضلات الابعاد ومع هذه الحركة وثبتت الحوض تنتقبض العضلات المنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية والمربيعة القطنية التي تقع بنفس جهة الرجل المبعدة. ان انتقباض هذه العضلات الاخيرية يؤدي بدوره إلى ميلان الجزء العلوي من الجذع وهذا بدوره يتطلب انتقباض عدة عضلات في الجهة المعاكسة لمنع الميلان. أما العضلات المضادة لحركة الابعاد في الورك فتشكل كلاً من القرية الطويلة والمقرية القصيرة والمقرية الكبيرة الالبيوية الكبرى. وتحدث مع حركة الابعاد للرجل الخلفية حركة الثني الأفقي وفي هذه الحركة تكون العضلات المحركة والمثبتة والمضادة نفس العضلات التي ذكرناها في حركة الثني في مفصل ورك الرجل القائد سابقاً.

وفي مفصل ركبة الرجل الخلفية تحدث حركة الثني والتي تتكون العضلات المحركة فيها من كل من ذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية والمثبتة والاخخصية والتوازية وعندما يحدث الثني في مفصل الركبة فإنه يحدث عادة المد في مفصل الورك بسبب انتقباض العضلات ذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية. أما في وضعية راكض الموضع هذه فيثبت الفخذ (عظم الفخذ) ضد المد بفعل عضلات ثني الورك التي تطرقتا اليها في مجال سابق والتي تعمل على ثني الورك في نفس الوقت الذي تحدث به حركة المد في الركبة. إن العضلات المضادة والمرتبطة اثناء حركة مد الركبة تشمل كلاً من المتسعة الوحشية والمتسعة الوسطي والمتسعة الاسمية وتعتبر العضلة المستقيمة الفخذية من العضلات المضادة أيضاً ولكنها لا ترتخي في هذه الحالة لأنها تكون فعالة في حركة الثني الأفقي لمفصل الورك.

الهبوط من على المانع:

عند الهبوط تحدث حركة مد في مفصل ورك الرجل القائد ويشارك في هذه الحركة كل من العضلات الالبيوية الكبرى وذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية وبالنظر لكون عضلات مد الورك هذه تتصل بتركيب ثابت نسبياً (عظام الحوض) فلا توجد حاجة كبيرة لانتقباض عضلات مثبتة ولكن بالرغم من ذلك تنتقبض كل من العضلات المنحرفة الداخلية والمنحرفة الخارجية والمربيعة القطنية. أما العضلات المضادة لحركة مد الورك فتشمل المقرية القصيرة والمستقيمة الفخذية والعلنية والقطنية والحرقافية والخياطية والرقية.

ويحدث مد في الجذع اثناء الهبوط من على المانع وتكون العضلات المحركة في هذه الحالة هي كل من المربعة القطنية والعجزية الشوكية والعضلات الخلفية العميقه للعمود الفقري. وعندما يمتد الجذع يجب ان تثبت منطقة الحوض والرجلين لتكون قاعدة صلبة يتحرك عليها الجذع .

وفي هذه الحالة يحدث مد الرجل القائنة ومد الجذع في نفس الوقت والجزءان المتحركان يعادلا (يشتبه)بعضها . وفي الحقيقة يحدث مد الجذع كرسيلة لتهيئة قاعدة ثابتة متعددة عليها الرجل بقوه كبيرة.اما العضلات المضادة لحركة مد الجذع فتمثل كلها من العضليتين المستقيمه البطنية والقطنية وعادة تذكرو العضليتان المنحرفة الخارجيه والمنحرفة الداخلية كعضليتين مضادتين لحركة مد الجذع. أما في هذه الحالة فأن هاتين العضليتين لا ترتخيان كعضليتين مضادتين بل تكونا متقلصستان لثبتت منطقه الحوض . وفي مفصل الكتف للذراع القائنة تحدث حركة المد اثناء الهبوط، والعضلات المحركة هنا تشمل كلأ من الدالية الخلفية والظهرية العريضة وتحت الشوكه والمستديرة الكبرى والمستديرة الصغرى. ولثبتت عظم اللوح تقبض كل من العضلة العينية الشكل والجذندين الثالث والرابع من العضلة المربيعة المنحرفة اما العضلات المضادة لحركة المد في مفصل الكتف فتشمل الغربية والدالية الامامية والمصدرية الكبرى والرأس الطويل من العضلة ذات الرأسين العضدية.

كما هو معروف بأن البداية الجيدة من مسند البدالية والركض الجيد ثم الوصول لعبور المانع الاول لها أهمية كبيرة في ركض المانع لذلك فأن كثيراً من المتسابقين يستعملون نفس مسائد البداية لركض ١٠٠ م. وأداء البداية بصورة مرتبخية سيؤدي الى العبور الصعب للمانع الاول. او قد يؤدي الى مس خط البداية ومن ثم يؤدي الى الوضع الخاطئ للجسم اثناء مرحلة التحضر وتحدد الحركة البطيئة بعد البداية.

الأسس الميكانيكية لفعالية ركض ١١٠ م موانع

أن الأسس الميكانيكية المؤثرة على الانجاز العالى في فعالية ركض ١١٠ م موانع كثيرة ومتعددة. وستتناول هنا ابرز تلك الأسس الميكانيكية 1988, Hay, وهي كالآتي:

- ١ - ان تكتيك البداية المستخدم في ركض المانع يختلف عن التكتيك المستخدم في الركض السريع في نقطتين مهمتين وهما:

www.hollanduniversity.org

- يجب أن تسمح قدم الانطلاق الامامية في وضع البداية راكض المانع وأن يأخذ عدداً مناسباً من الخطوات للمانع الأول وأن يصل إلى وضع التهوض على نفس القدم وبعبارة أخرى فأن القدم اليسرى إذا كانت هي القدم الناهضة فوق المانع الأول فأنها يجب أن تكون نفس قدم الانطلاق بعد وضع البداية.

- حاجة العداء لكي يكون في وضع مناسب للتهوض على المانع الأول يتطلب أن يكون جذعه في وضع الاستقامة أو قريباً من الاستقامة بشكل مبكر بالمقارنة مع سباقي الاركاض السريعة.

٢ - أن الهدف الأساسي من الركضة التقريبية بين نقطة البداية ونقطة التهوض فوق المانع الأول هو العمل على رفع مركز ثقل الجسم بشكل مناسب خلال الركض السريع عند عبور المانع. أن هذا الارتفاع المناسب لراكض ثقل الجسم للعداء مع السرعة العالية عند المانع يستوجب أن تكون أعلى نقطة لارتفاع مركز الثقل فوق المانع.

٣ - أن المسافة لنقطة التهوض أمام المانع تعتمد على العوامل التالية:

- ارتفاع الرياضي.
- طول ساق الرياضي.
- سرعته.
- التكينيك المستخدم.

ومن العوامل الأربعية أعلاه فأن العاملين الآخرين يشكلان الأهمية الكبيرة بالقياس لبقية العوامل. ان السرعة الأدقية العالية للعداء تستغرق وقتاً أقل لوصول القدم القائنة لارتفاع مناسب لكي يعبر المانع. أي أنه يزيد مسافة التهوض كلما زادت السرعة الأدقية وبعبارة أخرى فأن السرعة العالية للاقتراب ضمن مسافة كبيرة بين نقطة التهوض والمانع مع ارتفاع مناسب لمركز الثقل فوق المانع أما بالنسبة للتكنيك المستخدم وخاصة بالنسبة للسرعة التي يمكن أن تجلب من خلالها القدم القائنة فوق المانع هي مهمة جداً في تحديد مسافة التهوض فإذا ما تساوت كافة العوامل فأن العمل للساقي القائنة كلما كان سريعاً كلما كان قريباً من كافة العوامل. وأن العمل للساقي القائنة كلما كان سريعاً كلما كان قريباً من المانع في لحظة التهوض وكلما ضمن وقتاً تصرياً في اختيار المانع .

٤ - عند الطيران فوق المانع وكسر الاتصال مع الأرض فأن العداء يواجه قوتين مؤثرتين على طيرانه وهما قوة الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء. وفقرة الجاذبية ليس لها تأثيراً على سرعته الأمامية بل تعمل على جنبه باتجاه الأرض. ويعمل العداء على السيطرة على هذه القوة بواسطة سرعته العمودية عند لحظة النهوض. وكلما كانت سرعته العمودية كبيرة خلال تلك اللحظة كلما تمكّن من الحصول على الوقت المناسب لعبور المانع قبل تأثير الجاذبية على طيرانه. أما مقاومة الهواء التي تواجه الرياضي خلال طيرانه فإنها تعمل على خفض سرعته الأمامية. كلما كان تأثيرها طويلاً كلما كان خصوصاً للسرعة الأمامية كبيراً. لهذا السبب فأن العداء يعمل على تقليل هذه المقاومة عن طريق تقصير فترة طيرانه وعبوره للمانع والعودة السريعة للأرض.

٥ - كلما اتجهت الساق اماماً عالياً كلما تطلب من الرياضي ميلان جذعة نحو الأمام فوق المانع. هذا الميلان للجذع يحافظ على وضع مركز ثقل الجسم في نقطة واطنة. وكلما اتجهت الساق للأسفل كلما ارتفع جذع العداء وهذا الارتفاع يرفع الحوض ويسنه، أما حركة التراينين فأنها تتحرك بنفس الحركة التي تقوم بها خلال الركض.

٦ - بعد عبور الساق القائمة للمانع فأن حركتها باتجاه الأرض يجب أن تكون سريعة مع رفع الجذع للأعلى بنفس الوقت على أن تكون القدم أسفل مركز ثقل الجسم. إن هذا يعطي زخماً حركيًّا أمامياً للجسم مع تجنب أي اعتدال للسرعة.

٧ - ان الخطوة الأولى بعد اكمال عبور المانع يجب أن تكون قصيرة وذلك لنفس الاسباب التي تكون فيها خطوة النهوض الأولى عند البداية. ولقد تم تحديد طول الخطوات بين المانع بواسطة Micherll عن "Hay 1978" وهي كالتالي:

الخطوة الأولى	الهيروط وملامسة الأرض
(٤) قدم و(٦) انجات من المانع.	(٤) قدم و(٦) انجات.
الخطوة الثانية	(٥) قدم و(٩) انجات.
الخطوة الثالثة	(٦) قدم و(٣) انجات.
النهوض	(٧) قدم من المانع.

فالرياضي الطويل الساقين يتمكن من اجتياز المانع ب وقت اقتصادي قصير وذلك لانه لا يبالغ في رفع مركز ثقل جسمه للالعلى فوق المانع بالمقارنة مع الحالة التي يبالغ فيها الرياضي قصير القامة حيث يضطر بسبب قصر قامته الى رفع مركز ثقل جسمه عمودياً للالعلى بسبب خسارة اقتصادية من حيث الزمن اضافة الىبقاء تأثير مقاومة الهواء لحركته عند الطيران لفترة طويلة.

الفصل الثاني

التحليل الحركي لفعاليات الرمي

قذف الثقل

رمي القرص

رمي الرمح

التحليل الحركي لفعاليات الرمي

أن الهدف الأساسي في مسابقات الرمي مع اختلاف الأداة وطرق رميها هو المسافة التي يمكن أن تقطعها الأداة وتحقيق هذا المبدأ يجب توفر عاملين أساسيين هما:

- مستوى رفيع في طريقة الأداء الفنية.
- لياقة بدنية عالية.

وتعتمد المسافة التي يمكن تحقيقها في مسابقات الرمي (الجلة - القرص - الرمح) على العوامل الآتية.

- ١ - سرعة الانطلاق.
- ٢ - زاوية خروج الأداة (الانطلاق).
- ٣ - ارتفاع نقطة الانطلاق.

ويضاف إلى ذلك خاصة في الرمح والقرص عامل آخر هو ديناميكية حركة المذووفات في الهواء وفيما يلي سنتناول هذه العوامل.

١- سرعة الانطلاق .

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل في مسابقات الرمي والدفع و يتميز تكتنิก الرمي الناجع بأن يبذل اللاعب كل قواه العقلية لتحقيق أكبر مسافة ممكنة ولاقصر مدة من الزمن لأن سرعة خروج الأداة تعادل مع محصلة القوى المبذولة في الاتجاهات المختلفة التي يقوم بها اللاعب في حركة مد الرجلين والجذع والتراب الدافع للاداء. فكلما كانت سرعة انطلاق الأداة كبيرة زادت المسافة التي تتفق بها . وهذه السرعة عبارة عن التعبيل التزايدي التي تكتسبها الأداة أثناء مسارها عبر دائرة الرمي ففي مسابقات دفع الجلة ورمي القرص تكون هي (المسافة التي تبدأ من وضع الوقوف في أول الدائرة إلى مكان خروج الجلة أو القرص من اليد وهي التي تعتبرها طول مسافة التعبيل).

$$\text{الشغل المبذول} = ق \times م$$

اما مقدار القوة التي يمكن ان يستغلها اللاعب للدفع او الرمي فترتبط بمقدار تعجيل الحركة التي قام بها.

$$Q = ك \times ج$$

ولذلك يجب ان تتوفر في لاعب الرمي صفات جسمانية معينة أهمها القوة العضلية المثلثة في مقدار قوة الدفع التي يمكن ان تتوفر عند المتسابقين ذوي الوزن الثقيل اذ ان مسابقات الرمي يعتمد إلى حد كبير على مقدار الكتلة، والقوة المستخدمة في فعاليات الرمي يجب تحديدها فقاً ملائكي:

- يجب ان تكون القوة المستخدمة في الرمي او الدفع في الاتجاه المناسب الذي يمكن ان نحصل منه على الزاوية المناسبة وفقاً للمعادلة المعروفة للمقدّروفات حيث ان زاوية انطلاق الأداة أحد العوامل في هذه المعادلة.

- تبذل القوى الجسمانية المختلفة في توافق زمني محدد (تابع معين وتوقیت صحيح) حيث ان الدقة في اثناء الحركات اثناء الأداء تؤدي إلى نتائج افضل بالإضافة إلى عامل الدقة في التوقیت. ولكن تكتسب الأداة السرعة الفصوصي يجب ان تعمل روافع الجسم على الحركة في الاتجاه الصحيح ذلك لأن الحركة السريعة التي تقوم بها روافع الجسم تمكّنا من الحصول على أقصى قوى فعالة.

- أن التكينيك في الدفع والرمي يتأثر بقوة احتكاك القدم الخلفية بالارض إلى أن تنتهي الذراع من الدفع أو الرمي وبذلك تصبح الأرض القاعدة للحصول على أكبر مقدار لرد الفعل لحركة القدمين وفي لحظة دفع القدم الخلفية للأرض وانتهاء الدفع الأعلى بالذراع يدفع رد الفعل الخلفي لليد الأمامية للتحرك للأمام فيكون رد فعل الأرض وبذلك يسمح ببذل أقصى قوة للرمي أو الدفع.

- للحصول على أقصى سرعة اثناء ترك الأداة يجب أن يتغلب اللاعب ويسطير على مقاومة الأرض اثناء اجراء عملية قذف الأداة في مسابقات دفع الجلة ورمي الرمح فتكون فعالية القدم الخلفية معدومة بعد ان تؤدي وظيفتها في الدفع أو يكن احتكاك بالارض بواسطة

القدم المتقدمة. ومن الأهمية بمكان أن تأخذ في الاعتبار www.hollanduniversity.org سلامة التوقيت لابتهاء فاعلية القدم الخلفية بالنسبة لحركة الذراع وذلك لكي تتضمن لنا كيفية استمرار أقصى قوة أفقية يمكن للأداة الحصول عليها. وإذا أخذنا دفع الجلة كمثال سنجد أنه عندما تصل القدم الأمامية للأرض تفقد سرعتها ويكون للقوة الأفقية المبذولة من الأرض تأثيرات أهمها ما يلي:

أولاً: أنها تجعل اللاعب والجلة يدوران في اتجاه هذا القدم

ثانياً: أنها تقلل من السرعة الأمامية لمركزي ثقل كل من اللاعب أو الثقل عامه. وبالنسبة لسابقات الرمي تعتمد القرى المبذولة إلى حد ما على كثافة اللاعب ويلاحظ عندما ترمي الذراع الفرسن فإن الاحتلال الحادث في هذه الحالة هو تحرك جسم اللاعب لأسفل والخلف (وبصفة خاصة كتف الذراع الرامية) نتيجة لحركة رد الفعل ويعود ذلك على انخفاض مستوى فاعلية (تأثير) القوة والزمن الذي يستغرق للاستفادة من هذه القوة.

٢ - زاوية خروج الأداة (الانطلاق):

ليست السرعة القصوى للأداة عند انطلاقها فقط هو ما يلزم لدفعها إلى أبعد مسافة ممكنة بل هناك عامل آخر يلعب دوراً مكملاً في زيادة طول هذه المسافة وهو انطلاق الأداة بزاوية معينة. أن أنساب زاوية تعطى أبعد مسافة ممكنة هي زاوية 5° نتيجة لنظرية القذائف من الأسطح المستوية الممثلة في المعادلة الآتية:

$$\text{المسافة} = \frac{2 \times \text{جيب زاوية الانطلاق} \times (\text{سرعة الانطلاق})^2}{\text{تعجيل الجاذبية الأرضية}}$$

وكلما زادت هذه الزاوية إلى 90° قلت مسافة الرمي، كما أنها إذا قلت 0° قلت مسافة الرمي فإذا ما كانت سرعة الانطلاق ثابتة وتغيرت زاوية الانطلاق وجدنا اختلافاً في مسافة الرمي.

٣ - ارتفاع نقطة التخلص.

إن ارتفاع خروج الأداة عن سطح الأرض يؤثر على المسافة التي تدفع إليها ويعتمد على طول اللاعب وطول ذراعه. ونتيجة للدراسة الديناميكية لدفع الثقل وجد أن لسرعة الانطلاق أهمية أكبر من زاوية الانطلاق وإن استخدام السليم للرجل القوية ومعدلاتها لا تلعب دوراً هاماً في

(انطلاق) الأداة باقصى سرعة فحسب بـ <http://www.hollanduniversity.org> انطلاقها بنجاح سليمة فإذا كانت سرعة الخروج منخفضة تكون حركة الرجل والذراع هي التي تسبب عنها هذا الخطأ وليس حرقة الذراع أو الذراعين. يجب أن نضع في الاعتبار الأهمية الكبرى لحركة الرجل والجذعثناء الحركات الأخيرة في محصلة الرمي وهي انطلاق الأداة حيث اعتبرنا أن السرعة القصوى قد اكتسبت ثناء المراحل المتتالية للحركات التي يتكون فيها الشكل العام للأداء (الحركات التمهيدية أو الأعدادية للرمي نفسه) مثل الزحف أو الدوران في الجلة والقرص وخطوات الرمي في الرمح. وستتناول في هذا الفصل فعاليات الرمي وهي قذف الثقل ورمي القرص والرمي لغرض تحليها تحليلاً موضوعياً.

التحليل الحركي لفعالية قذف الثقل أو دفع الجلة (Shotputting)

أن فعاليات قذف الثقل من الفعاليات المهمة للساحة والميدان وتدخل هذه الفعالية ضمن مسابقات الرمي. وقد مرت هذه الفعالية بسلسلة من التطورات بسبب الاكتشاف المستمر للطرق التكنيكية التي تخدم الأداء الحركي الصحيح.

والرمي في بداية الحال كان يؤدي من الثبات ثم من الحركة عن طريق أخذ خطوات للأمام ثم تطور شيئاً فشيئاً حتى وصل إلى بروز ظهور طرق متعددة والتي يمكن تلخيص أبرزها كما يلي:

١-الطريقة الجانبية Ia-Side- on technique as used by Afucks and fonnille.

٢ - طريقة أوبيرين Ib-The OBrian Method

٣ - طريقة الخطوة الخلفية Ie..The Step back technique as used by AElvin

(British International 1976)

٤ - طريقة الدوران Id-Shot put With diseus turn

ولعل من أبرز الطرق الشائعة الاستعمال الآن في مجال فعاليات الرمي هي طريقة أوبيرين(الزحف) وطريقة الدوران لذلك فإن المؤلفان سيقومان بتناول كل من الطريقتين في دفع الجلة وذلك لاخضاعهما للتحليل الميكانيكي الحركي والقارنة لغرض الوصول إلى نتائج أفضل في مجال مسابقات قذف الثقل.

الخطوات الفنية لدفع الجلة والظهور مواجهة الاتجاه الرمي (الزحف)

طريقة اوبريان (Obrian Style)

١ - حمل الثقل (Hnadhold)

٢ - وقفة الاستعداد

٣ - بداية الزحف

٤ - الزحف

٥ - الوصول لوضع الدفع

٦ - حركة الدفع (Putting action)

٧ - التماس والاحتفاظ بالتوازن

١ - حمل الثقل (Hand hold)

ان الحمل الصحيح للجلة يؤثر تأثيراً كبيراً على مسافة الرمي وإن أي خطأ في طريقة حمل الثقل يؤدي إلى اختلال زاوية الانطلاق وعدم إنطلاقها بالزاوية المناسبة التي تؤثر وبالتالي على مسافة الرمي وهنالك ثلات طرق لحمل الجلة هي كما في الشكل (٣٩) الطريقة الثانية وشكل (٤٠) الطريقة الثالثة وشكل (٤١) الطريقة الأولى.

طريقة اوبريان Obrien Style

يقبض اللاعب اوبريان على الجلة باليد اليمنى بحيث يضعها على نهاية سلامية الأصبع الوسطى ويسندها بالإبهام والبنصر وتكون نقطة إرتكاز الجلة على الأصابع الوسطى كما في (شكل ٤١).

طريقة فيوكس Fuks Style

يُبْنِي فِيوكِس عَلَى الثقل باليد اليمنى ويضعها على أطراف الأصابع الخمسة وذلك لأنَّه كان يمتاز بقوَّة أطراف أصابعه وهي تتشَبَّه إلى حدٍ كبيرٍ شكل (٣٩).



شكل (٤١) طريقة اويريان



شكل (٤٢) طريقة نيدر



شكل (٤٣) طريقة نيروكس

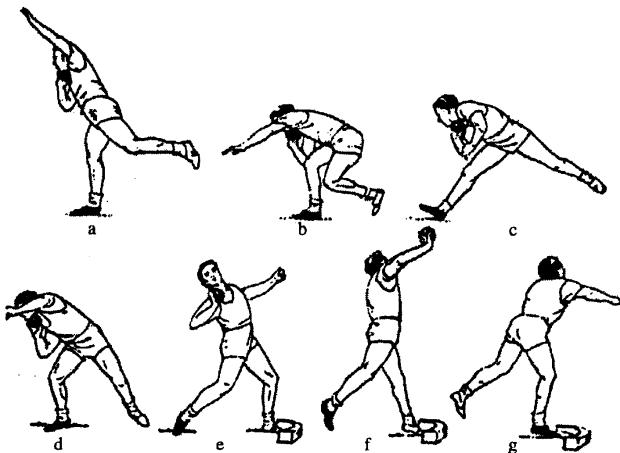
Nider Style طريقة نيدر

وضع الثقل على الكتف قبل عملية الدفع وعند اداء الزحف واثناء الوصول إلى وضع التخصص يدرج الثقل إلى أطراف اصابعه للدفع. قد كان يرى أن هذا الوضع يرج مفاصيل الاصابع وهذه الحركة صعبة جداً ولا يستطيع أن يديها إلا اللاعبون الذين يمتازون بالتوافق الحركي الكبير شكل (٤٠). وتعتبر اسهل الطرق للقضاء على الثقل هي وصفها على أتم مفاصيل الثلاثة اصابع ويكون الاسفل بالابهام والبنصر.

٢ - وقفة الاستعداد Strating Position

يقف اللاعب داخل دائرة الرمي وظهره مواجه لاتجاه الرمي ويكون جسم اللاعب متداً بارتقاء لإدخال طاقته محتفظاً بتوازن سهل الحركة ونسمى هذا الوضع بالارتكاز على الهيكل العظمي ومعناه أن الارتكاز على العضلات أي أن مركز الثقل في العمود الفقري مع مراعاة عدم الميل إلى اليمين أو اليسار وذلك لعدم توتر العضلات أي أن الجسم يكن محمولاً على العظام بحيث يغضها وليس على العضلات ويكون الارتكاز ومركز ثقل الجلة والجسم في خط عمودي واحد. وفي هذا الوضع يمكن للجسم السيطرة على نفسه وفيها يجب ان يكون اللاعب واقفاً عند حافة الدائرة المضادة لاتجاه الرمي وثقل الجسم متراكماً على الساق اليمنى والقدم اليسرى للخلف بمسافة من قدم إلى قدم ونصف والارتكاز يكن على الأصابع وشكل (٤٢-٤٣) يوضح الوضع السليم لوقفة الاستعداد. وتحدد القانون طريقة حمل الثقل حيث يقتضي اللاعب على

الجلة المناسبة له ويتم وضعها تحت عظام الفك www.sportsway.org وفقاً لعملية الترقوة بحيث تكون محصورة بين الفك من أسفل والترقوة والابهام من أسفل الثقل والاصابع من الخلف وبذلك يكون الطريق مفتوحاً أمامها للانطلاق كما في شكل (٤٢) (أ، ب) وانطلاق الثقل بزاوية مناسبة يضمن مسافة رمية إلى بعد ما يمكن من مسافة أفقية. يجب تشغيل المجموعات العضلية المشتركة في الأداء الحركي بشكل منسق متكملاً حتى يكون اتجاه حمل القوى في اتجاه واحد يؤثر على مسافة الرمي وبذلك يجب تباعد العضد على الجانب بزاوية 5° تقريباً. ويلاحظ عدم وضع الثقل خلف الكتف أو بعيداً على الكتف، وغير مسموح أيضاً بالصقر المرفق بالجذع إلى أعلى ما يمكن ويلاحظ أنه إذا التصق مفصل المرفق بالجذع، فمن الناحية الميكانيكية للحركة تدفع الجلة للأمام ولا تنطلق بزاوية المناسبة المضبوطة مما يؤثر تأثيراً كبيراً على مسافة الرمي، وعند دفع مفصل المرفق لأعلى يتوجه الثقل عند دفعه للأمام وهذا خطأ.



شكل (٤٢)

طريقة اوبريان

وضع الذراع الحرة

يمكن للذراع الحرة ان تتخذ احد الاوضاع التالية

١ - يرفع الذراع الحرة عالياً.

٢ - يرفع الذراع اماماً.

٣ - طريقة اويريان للذراع الحرة. وفيها يرفع الذراع عالياً بميل بسيط للالامام مع اثناء بسيط من مفصل المرفق ويكون الرسم في حالة استرخاء كاملة. (شكل ٤٢-٤).

وضع الرأس

يكون وضع الرأس عمودياً وفي امتداد الجسم وغير مسموح ميلها للالامام اكثر من اللازم او دفعها. ويكون النظر على خط مستقيم في اتجاه مضاد لاتجاه الدفع (كما في شكل ٤٢ السابق).

٣- بداية الزحف Starting glide

يميل اللاعب بجسمه للالامام من أعلى إلى أسفل «حركة بندولية متوازية» (كمافي شكل b,c-٤٢) بحيث يخرج الجزء العلوي من الجسم خارج مؤخرة الدائرة بغض اكماله خط سير الجلة خط الرمي شكل ٤٣-١-أما الرجل الحرة فان مهمتها هي حفظ إتزان الجسم ومنعه من السقوط خارج الدائرة وتكون الساق دون الخط الأنفي ودون مستوى الجذع وتكون الساق اليمنى منحنية بزاوية ١٤٠ وفى هذا الوضع تكون العضلات وثقل الجسم في حالة مناسبة. وفي هذا الوضع يجب ان يقع مركز الثقل بشكل عمودي على منتصف قوس قدم الارتكاز وبذلك يحتفظ الجسم بقوته توازنه فيصبح مثل الميزان - ويجب أن يؤدي الحركة بانسياپ واسترخاء. وتكون حركة القدم الحرة من أسفل إلى أعلى في اتجاه واحد وليس للليمين أو اليسار ثم تعود الساق لحرة للالامام وتزداد درجة اثنائها وتسحب إلى أقرب ما يمكن لها وفي نفس الوقت نجد الساق اليمنى تزيد في انحناء الجذع وينخفض مفصل المرفق إلى الجانب حتى يمكن الاحتفاظ بالجلة ويكون الرأس على امتداد الجذع بحيث ينظر اللاعب بعينيه على بعد من ٢-٣ متر كما في الشكلين (٤٣) و (٤٤).

وهذا الوضع من الناحية الميكانيكية الفعلية يشبه النابض او (الزمبرك) المضغوط فإذا أزلنا عنه الضغط فإنه يفقد قوته أي يرجع إلى حالته بطاقة دفع كبيرة ولذلك تتطلق العضلات

بقوة بعد هذا الوضع، ويجب مراعاة أنه في تلك المراحل يجب أن تكون نقطة مركز الثقل ونقطة الارتكاز والخط الواسط بينهما مثل الاتجاه الذي سيتم الدفع فيه ومن هذا الوضع تتم الخطوة التالية وهي حركة الرزف.

٤ - الرزف The gilde

تارجع وتدفع الرجل اليسرى في حركة قوية نحو اتجاه القذف وهي متدة للخلف واسفل بحيث يكون مقدم مشطها متوجها لاسفل ومحركاً في اتجاه خط الرمي كما يجب أن تكون الحركة سطحية ولا ترتفع عن الارض والا ترتب عن هذا دفع مستوى الجذع، لأنه إذا ارتفعت الساق فإنها تصل إلى الأرض بعد ذلك متأخرة وفي بداية حركة القدم اليمنى يضغط مشط قدمها على الأرض ولما كان مركز الثقل خلف الساق فإن الساق تميل إلى الخلف في اتجاه الجسم ويرتفع المشط كما في شكل ٤٤هـ نتيجة لذلك تنترج زاوية الرجل اليمنى وتزداد إلى ١٠، ويحدث ذلك الانحناء قوة دفع ويكون اتجاهها إلى الخلف وليس إلى أعلى أي في اتجاه خط الرمي ويكون الرأس ومركز نقل الجسم والرجل اليسرى على استقامة واحدة وخط مائل والرجل في هذه اللحظة للأرض ويرتفع الثقل إلى أعلى مع الجذع في استقامة واتجاه خط مائل كما في شكل (٤٤) وعندما تبدأ الرجل اليسرى في لمس الأرض تبدأ الرجل اليمنى في الرزف فجأة وقد يسمح بأن تترك القدم للأرض في لحظة خاطفة ومن المستحسن الاتزان القدم الأرض مع ملاحظة عدم دفع الجذع إلى أعلى لأن ذلك لا يساعد على الرزف، وهناك بعض اللاعبين الذين استطاعوا أن يصلوا إلى قمة البطولة ومع ذلك فهناك أخطاء فنية في طريقة الأداء التي يمارسونها ولو تمكنوا من اصلاحها لارتفاعت وتقدمت الارقام والتنتائج، وتترجع الرجل الحرة لأخذ وضع الرمي في حركة بندولية خلفاً خارجاً مسحوبة من الركبة وذلك بفتح مشط القدم.

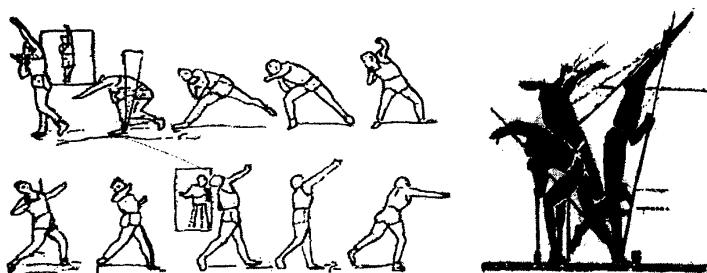
ويجب أن تكون النزاع اليسرى أمام الجسم في حالة ضغط عليها في اتجاه مضاد لاتجاه القذف وهذا الوضع السليم لها، وعدم سحب النزاع اليسرى إلى أعلى في حركة فتح، وتسحب القدم اليمنى اثناء الرزف مسافة ٨٥:٨٠ سم وتقاس هذه المسافة من كعب القدم إلى الكعب الآخر أو من مقدم القدم إلى الأخرى (مشطها) وتتوقف هذه المسافة على طول اللاعب وطول رجليه ويكون الرزف على كعب القدم وهذا المعدل يتمنى مع كل من اللاعب المبتدئ والمتقدم.



شكل (٤٣)

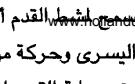
الحركة البندولية للجسم أماماً أسفل

الحركة الميكانيكية الكاملة لطريقة أوبيريان



شكل (٤٤)

الوصول لوضع الدفع وحركة الدفع نفسها

وتكون الساق المؤرجحة اليسرى في وضع  القدم أن تكون منحرفة إلى اتجاه الدفع (مفتوحة) وتتجه حركة الرجل اليمنى والدفع اليسرى وحركة من الجذع يندفع اللاعب متحركاً بسرعة في اتجاه الخط مولداً بذلك قوة دافعة تعتبر بداية القوى المستخدمة في عملية الدفع.

٥ - الوصول لوضع الدفع: Reaching Stance

وفي هذا الوضع تصل القدم اليسرى إلى الأرض والرجل اليمنى تصبح قدم الارتكاز وتصل زاوية مفصل ركبة القدم اليمنى من ١١٠ إلى ١٢٠ درجة. وفي هذه الحالة تصل الحافة الخارجية لمشط القدم اليسرى إلى لوحة الإيقاف وت تكون المسافة بين القدمين في هذا الوضع من ٨٥:٨٠ سم وتنشى ركبة الرجل الحرة قليلاً وتصل زاويتها من ١٤٠-١٤٥ درجة وتعتبر هذه أحسن زاوية تساعد على دفع الجسم شكل (٤٢,٥-٤٣) وفي هذا الوضع يكون مركز الثقل في هذه الحالة أقرب منه إلى اتجاه اليمين ويقع بعيداً عن كعب القدم اليمنى بحوالي ٢٠ سم.

والخط المار بين الكتفين (المحور) والخط المار بين حافتي عظام (الحوض) لا يتطابقان في الاتجاه أبداً ودائماً يكن الفرق بينهما ٧° في اتجاه معاكس للثقل أما في هذا الوضع فيكون على امتداد ومستوى خط الدفع ويكون خط الكتفين منحرفاً في تقاطع مع خط مسار الثقل ويجب أن يلف الجذع في اتجاه الرجل اليمنى وعدم انثناء الجذع للأمام مع مراعاة أن يقع العمود الساقط من مركز ثقل الجسم على الخط الواسط بين القدمين ويكون العمود الساقط من الثقل إلى أسفل على امتداد الخط الواسط بين القدمين.

٦- حركة الدفع Throwing Position (Putting action)

وتعتبر من أهم وأصعب خطوة من خطوات دفع الثقل والسبب في ذلك يرجع إلى أنه في تلك اللحظة يجب الالسراع بحركة الدفع. وقد كان الثقل قبل ذلك خلف اللاعب فيصبح اللاعب الان خلف الجلة (العكس) وصعوبة هذا الوضع تزداد إلى أنه عند نقل الثقل في إتجاه اللاعب يجب أن تسير في خط مستقيم غير منحرفة إلى أحد الجانبين.

ويجب أن تكون القوة الفعلية الناتجة من الدخراج دافعة وليس رافعة وأن تكون مركز اتجاه القوى بالنسبة للذراع وهو الكتف يقابل القوى الرافعة اليد الدافعة. أيضاً مركز ثقل الجلة يمكن في نفس الاتجاه وتحدد الحركة كالتالي:

www.hollanduniversity.org

عندما تستقر القدم اليسرى على الحافة الداخلة لها بجانب لوحه الإيقاف يكون الجسم مهنياً لتجميع قواه للقيام بحركة الدفع ويكون الجسم مستمراً في الحركة في اتجاه الدفع متاثراً بالقوة الدافعة المستمدّة من الزمن (في شكل ٤٢) وتمتد الرجل اليمنى مع لف قدمها إلى الداخل حتى تصير عمودية على اتجاه الرمي مع لف الجذع بسرعة إلى اليسار مواجهأً قطاع الرمي حيث يكن مقدم القدم اليمنى متّجهة للأمام وذلك بان يدفع اللاعب الحوض أسفل الكتف وفوق قدم الارتكاز التي تدور مرتكزة على مشطتها وفي هذه الحالة يكن وزن الجسم موزعاً على القدمين وتكوين الساقان متثنيتان بزاوية قدرها (١٢٥° تقريباً - شكل ٤٤-هـ) وبعد امتداد الرجل اليمنى ينتقل مركز ثقل الجسم من فوق القدم اليمنى حتى تصبح فوق القدمين حيث تقوم القدمان بالدفع حقاً. والزاوية المحصورة بين وضع الثقل من لحظة الامتداد إلى لحظة الدفع يجب أن تكون ما يمكن أي حوالي (٩٠، شكل ٤٤ ص ٦) ويجب ملاحظة أنه إذا فتحت الزاوية أكثر من ٩٠° فتتعرّض خط الأنف الذنب الجسم وبينثني أكثر ويحدث عدم تسلسل في الحركة وإنسيابها وتوقفها وقطعها أثناء الوصول إلى وضع التخلص وهذا نتيجة لضعف عضلات الرجلين. ويعني هذا أن الثقل يتحرك في مسار طويل وإذا حدث وكانت الحركة الأولى غير عملية فإن الزاوية تكون تصصيرة وبذلك تكون المسافة التي تتنقل فيها الثقل تصصيرة جداً وبذلك لا يمكن بذل الطاقة لمدة أطول والتي تسرع بطيران الثقل.

كيف يمكن تادية حركة الدفع ؟ (شكل ٤٤-من-هـ-ون)

حيثما يختل وزن الجسم إلى القدم الأمامية يكن اللاعب قد واجه قطاع الرمي ويكون الرجل اليمنى قد وصلت إلى أقصى امتداد ومرتكزة على مشطتها ويكون وزن الجسم ساقطاً على الرجل الأمامي التي تستمر في الامتداد حيث تكون الذراع الرامية قد دفعت الثقل مع الاستمرار في متابعة الثقل حتى يتم التخلص (كما ارتفعت نقطة التخلص كلما بدت نقطة الهبوط لذلك يفضل اللاعب طول القامة في وضع زاوية الدفع مع الخط الأفقي بزاوية قدرها ٩٠° وتكون الزاوية الرئيسية في هذا الوضع ٩٠° والزاوية المحصورة بين أسفل الأبط والجذع ٦٠° كما يتبيّن ذلك الوضع في الشكل السابق).

ويجب في هذا الوضع أن تعمل العضلات الكبri مجتمعة في وقت واحد وقد يحدث أن لا تتم الحركة في تناسق وإنسياب. وفي اللحظة التي تنتهي فيها العضلات الكبri من عملها يكن

اللاعب خلف الثقل وتبدأ عملية الدفع في هذه الحركة يتم اتصال العضلات الصغرى إبتداءً من عضلات الكتف ثم العضد ففصل المرفق وعضلات الساعد والرسمة والأصابع إلى أطرافها.

أما الرجلان فتبدأ الحركة من العضلات الخلفية للساقي «سمانة الساق» Cuff muscle وتنقل إلى مفصل رسمة القدم ثم إلى الأصابع، وعندما تبدأ عضلات الكتف والساعد في الحركة يتحرك الثقل ويختلف الصدر في اتجاه الرمي أمام الثقل بحوالي ٥٠° مم وفصل المرفق مفتوح للخارج ومرتفع وتحبب مراعاة أن لا يرجع أو ينخفض مفصل المرفق بل يكون جانبياً وزاويته في اتجاه الرمي ومنخفض أسفل المرفق تدحرج الجلة على الأصابع بينما يرتفع الكتف الأيسر إلى الأعلى، وعندما تنبسط عضلات الجسم يجب أن تتم حركة الدفع بالأصابع عند أعلى نقطة وتتراجع نقطة التخلص ما بين ٣٠° إلى ٤٢° متر.

وللدفع الصحيح من الناحية الميكانيكية والتشريحية يجب أن تكون نقطة التخلص مرتفعة ويكون الجذع معتدلاً وليس به ميل إلى أي جانب، وتوثّر قوة الدفع على طول المسافة التي تقطعها الجلة من لحظة إعدادها إلى لحظة انطلاقها، وبسرعة البدء تكون في المسافة الأكبر من ١٨° / ث إلى ١٢° / ث وزاوية الدفع «الانطلاق» تكون ٤١° عادة ولكن يفضل أن تكون سرعة البدء في الطيران وعندما ينطلق الثقل من اليد يحدث رد فعل عكسي في الجسم ولذلك تجد أن الرجل اليمني تقدم على الرجل الأيسر وهذا يساعد اللاعب ويعيقه من الخروج عن لوحة الإيقاف.

٧- التخلص والاحتفاظ بالتوازن The Reverse

(شكل ٤٤-٤) وشكل (٤٢-٤)

لكي يقلل اللاعب من سرعة اندفاع جسمه إلى الأمام بعد عملية الدفع يقوم اللاعب بتبدل مكان الرجلين أثناء ارتفاع القدمين في الهواء، فالرجل اليمني تحرك إلى الأمام للارتفاع عليهما بجانب لوحة الإيقاف والرجل الأيسر إلى الخلف وإلى الأعلى وينحنى الجذع وبذلك ينخفض مركز الثقل حتى يكون مع الجذع شبه ميزان وذلك لحفظ توازن الجسم ومنعه من تخطي محيط دائرة الرمي. أما نزاع الرمي فتزوج عبر الجسم ولأسفل. وعند دفع الثقل يثبت الكتف الأيسر في موضعه ويندفع الكتف الأيمن في حركة الدفع وبعد اتمام حركة الدفع يكن من الصعب الاحتفاظ بحركة الكتف الأيمن الذي يندفع أماماً برد الفعل لذلك يجب عدم السماح بالاستقرار في هذه الحركة ويجب الحد منها بأسرع ما يمكن. ويعزى السبب في ذلك

إلى الطاقة العظمى التي يبذلها الكتف الainمن ونجد كذلك أن الجذع ينحني قليلاً للأمام وجانباً وهذا لا يعتبر خطأ لأنّه يحدث باثر رد الفعل . ولكنه يستحسن الاستمرار فيه ولهذا السبب تسحب الذراع من وضع الدفع العالي إلى أقصى اليسار أمام الركبة اليمنى وذلك لحفظ التوازن وتعتبر هذه الحركات نتيجة مباشرة لدفع ناجحة قوية لا يمكن بأي حال عدم حدوثها.

الخطوات الفنية لدفع الجلة بطريقة الدوارن Technique of the Shot Put With discus turn

١ - حمل الثقل Hand hold

كما سبق أن أشرنا في الشكل (٣٩) الطريقة الأولى وشكل (٤٠) الطريقة الثانية وشكل (٤١) الطريقة الثالثة.

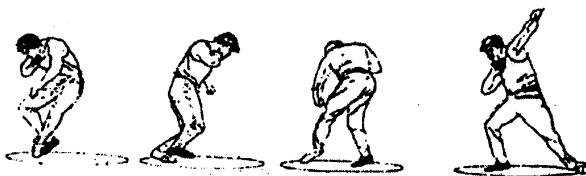
٢ - وقفة الاستعداد Strating Position

يقف اللاعب داخل دائرة الرمي وظهره مواجه لاتجاه الرمي ويكون اللاعب معتمد القامة وعضلاته في حالة استرخاء، تام لأن الجسم يكون محمولاً على عظام الهيكل ويكون مركز ثقل الجسم موزعاً على القدمين معاً وعما متبعدين عن بعضهما «مفترحين» وبينهما مسافة من (٥-١٥) قدماً، وإذا كان اللاعب يدفع بيده اليمنى ف تكون في هذه الحالة قدمه اليسرى منحرفة إلى اليسار قليلاً أي أن القدمين متوازيتين في هذا الوضع أما الزاوية التي بين القدمين ف تكون ٥° وهي هذا الوضع يكون الدوران أسهل لأن القدم اليسرى تكون منحرفة إلى اليسار قليلاً أي تكون على استعداد للدوران وتكون الرجلان مشدودتين وغير متشتيتين والجذع مستقيماً وتكون الذراع الحرة أماماً عالياً أو أماماً كما في الشكل (٤٥).

٣ - الاستعداد للدوران into the turn

يقوم اللاعب بتبادل نقل ثقل جسمه على رجليه ثم بعد أن يشعر اللاعب بالسيطرة على الجلة يتحرك اللاعب ليصل لوضع التوكر، كما في شكل (٤٥) ولإطالة مسار طريق التعجيل للثقل لاقتضى مدى يقم اللاعب بنقل ثقل جسمه كله على الرجل التي اسفل الثقل ويتحرك كتفه في اتجاه معاكسة لاتجاه الدوران والغرض الأساسي من الدوران هو توليد سرعة كبيرة عن طريق القوة الطاردة التي تساعد اللاعب على اطلاق الثقل باكبر سرعة الى ابعد

مسافة وتكون صعوبة هذا الدوران في أن لا يكن في الاتجاه الدائري فقط بل يجب أن يتقدم اللاعب إلى حافة المضادة. يبدأ اللاعب الدوران من مؤخرة الدائرة ويستمر فيه حتى مقدمتها مع مراعاة عدم حدوث آية تموارات في خط سير النزاع الحاملة للجلة طول الحركة وان النزاع والجسم يعملان بتوقيت وسرعة واحدة والمحور العرضي للكتفين يشكل زاوية مقدارها ٢٠ درجة مع الحوض مما ينتج عنه عزم في العضلات المدورة.



شكل (٤٥)

طريقة الدوران

٤ – الدوران The Turn

يقوم الرامي بلف قدمه اليسرى على المشط مع حركة لف الركبة والجذع. أن هذه الحركة الدورانية تؤدي إلى نقل مركز ثقل الجسم للرياضي فوق القدم اليسرى كي تكون نقطة ارتكاز لجسمه. أما القدم الأخرى فأنها تتحرك كي تدفع الجسم للأمام باتجاه الخط الوسطي للدائرة. أن عملية الدوران هنا تتشبه إلى حد ما عملية دوران القرص. لا ان الدوران هنا يكن بتعجيل كبير بسبب قصر نصف قطر الدوران.

أن الجسم بعد نقل مركز ثقله فوق القدم اليسرى يدور إلى الجانب بشكل سريع بواسطة عزم الدوران. ان هذه الحركات تمثل الارتكاز الأول. أما الارتكاز الثاني فأنه يبدأ من لحظة الهبوط في منتصف الدائرة. حيث تتم عندها عملية الهبوط مع لف القدم والركبة للداخل مع ثبات الارتباط الحركي للجذع والذراعين والرجلين في مرحلة الطيران كي يكون هبوط القدمين على الأرض ثبات.

www.hollanduniversity.org
٥ - الوضع لوضع الرمي

على رامي الثقل استغلال كافة القوى الموجدة عنده في عملية الدفع الأخيرة. وتكون الساق اليسرى مثبتة قليلاً واتجاهها باتجاه مجال الرمي مع ميلان قليل للجذع خلفاً. أما القدم اليمنى فإنها يجب أن تكون متوجهة للخارج وفي منتصف دائرة الرمي. أما الذراع الرامية للثقل فإن اتجاه عملها يجب أن يكون باتجاه مجال الدفع. أن مركز الثقل للرامي يجب أن يكون على قاعدة ارتكازه لضمان الحصول على التوازن المطلوب في الرمي. في آخر مرحلة لا يوجد فرق كبير بين الطريقتين ولذلك سوف لا نقوم بوصف المرحلة الأخيرة. أما حركة الرجلين في طريقة الدوران لدفع الجلة فتشبه الحركة في قذف القرص كما أشرنا سابقاً.

تقسيم مراحل التعجيل شكل(٤٦)

المرحلة الأولى للتعجيل

وأهم حركة فيها هي اللف وتنتهي بوضع الرجل على الأرض وهي تشبه وضع الرمي وإذا كانت المسافة بين القدمين صغيرة يكن التأثير ضعيفاً وهذا لا يسبب أشكالاً لأنه بالتدريب يمكن التقدم والتحسين. وفي هذا الوضع تصل الجلة إلى أقل سرعة حيث ان السرعة الزاوية لحول الكتفين قليلة جداً نتيجة لف عظم الحوض حول قدم الارتكاز كمركز الدوران

المرحلة الثانية للتعجيل

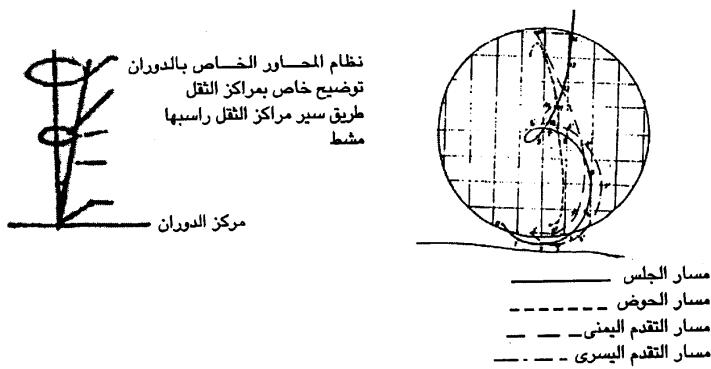
تشبه في معظم حركاتها تكnic الزحف «اوبراين» في دفع الجلة.

تحليل مراحل التعجيل

تكتيك الزحف يركز على السرعة التي اكتسبها في المرحلة الأولى للتعجيل (عند اللاعبين المتقدمين الذين تجاوزوا العشرين متراً السرعة $25\text{ م} / 2\text{ س}\cdot\text{م}$) وتكتيك الدوران كما توضح في الرسم البياني (١) أن طريق الجلة في المرحلة الأولى للتعجيل طوله 5 م وبالضبط وهذا المسار بيضاوياً تقريراً نتيجة لحركة اللف والتقدم في وقت واحد. وبين الرسم البياني رقم (٤٨) إن سرعة الثقل عند النقطة ٤ تصل إلى $23\text{ م} / \text{س}$ وتقل أقصى سرعة بين النقطتين الثامنة والتاسعة وتصل إلى $1\text{ م} / \text{س}$. لو استطعنا أن نأخذ 50% من السرعة لامكنا ان نظيف لمرحلة

التعجيل الثاني^٥ رم وهذه لها قيمتها وقوتها على التعجيل الأول التي تبدأ بها الحركة وعند تعمقنا في تكنيك الدوران نجد أنه لا يجب متابعته من ناحية إضافة مراحل السرعات ولكن يجب أن تأخذ في الاعتبار نظام حركة اللاعب والثقل والطاقة الحركية للنظام كله والتي لا يمكن أن تفقد وتستمر طبقاً لقانون الطاقة وبين الدايكرام في شكل (٤٩) أن التعجيل الأول يصل إلى أعلى سرعة له عند النقطة (٤) وتظل الطاقة موجودة حتى نهاية التعجيل السالب حيث أن أكبر تعجيل سالب في النظام كله تحدث عندما يكون اللاعب متراكزاً على رجل واحدة كما في الشكل (٤٥) ونتيجة لقلة سرعة محور الكتفين وزيادة سرعة محور الحوض يحدث التوازن في الجذع مما يؤدي إلى أن الطاقة الحركية لللاعب تخزن في عضلات البطن والجذع وعند اجادة التكنيك يظهر عند الانتقال أن الاتواز يصل إلى نهايةه العملي ثم يتفرد وينفك ومن المعروف من فسيولوجيا العضلة إنه إذا أثيرت العضلة ثم عادت إلى وضعها ثم أثيرت مرة أخرى يكن تأثيرها أكبر (Dyson 1986).

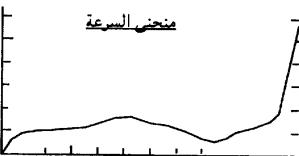
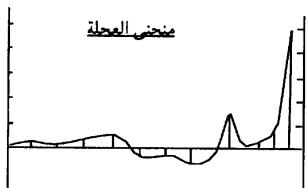
وعند عمل مقارنة بين منحني التعجيل لكل من طريق الدوران والزحف كما في شكل الدايكرام رقم (٤٧) نجد أن التعجيل غير المنظم، بينما نجد أن إضاعة القوة في تكنيك الدوران أقل مقداراً فيها في تكنيك الزحف.



المسار البيضاوي لرمي الثقل بطريقة الدوران



شكل (٤٧)
منحنى مسافة التقل



شكل (٤٨)
منحنى السرعة

شكل (٤٩)
منحنى التحجيل

مشاكل تكنيك الدوران

لا بد أن نسجل أن طريقة الحركة صعبة جداً كما قال كل من استخدمها لأنها تحتاج إلى سيطرة كبيرة على أجزاء الجسم وإلى قوة توازن كبيرة ومن المعروف أن القوة الطاردة المركزية عندما تكون كتلة الجسم ثابتة تتناسب طردياً مع مربع السرعة وعكسياً مع نصف القطر حيث أن:

$$\frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2}{\text{نصف القطر}} = \text{القوة الطاردة المركزية}$$

و خاصة في المرحلة الأخيرة لمرحلة التحجيل الأول عند إرتكاز الرجل اليمني عند مركز الدائرة . في هذه الحالة تنشأ صعوبات نتيجة التقدم والخلف كما في شكل (٤٥) حيث أن المحور الذي يمر

بنقطة ثقل النظام كله يكن مائلاً ويعمل حركة لف وفي هذه المرحلة يجب أن تتحرك الرجل اليسرى بسرعة في أقصر طريق حتى تتصل بالأرض في مرحلة الدفع لانتاج قوة كبيرة من الرجلين.

ويبين الشكل (٤٥) حدوث صعوبات في ابتداء مرحلة التوجيه الأول عند المبتدئين فقط. أما بالنسبة لللاعبين المتقدمين فتحتاج بنسبة أقل ويكون محور اللف الخاص بالنظام عمودياً ولا شك أن هذا التكنيك يحتاج إلى نوع من الصفات الحركية، كما يجب أن يلم به المدربون ومن المنتظر أن يتحسين هذا التكنيك وما يمكن التنبؤ به من استعراض مميزات وعيوب هذا التكنيك أن لديه فرصاً أعظم من تكنيك الرمح وبالتالي تجرب سوف يتضمن التكنيك بصورة أفضل.

الأسس الميكانيكية لقفز الثقل:

ان المسافة التي يحصل عليها رامي الثقل تساوي محصلة مجموع:

١ - المسافة الأفقية التي يكون فيها الثقل في مقدمة الحافة الداخلية لدائرة الوقوف في لحظة الانطلاق.

٢ - المسافة الأفقية التي يسير فيها خلال الفترة التي يكون فيها الثقل في الهواء. ان المسافة الأولى والتي يكون مقدارها قدم واحد في معظم الحالات يمكن التحكم بها بواسطة وضع جسم الرياضي في لحظة الانطلاق وكذلك الصفات البدنية وخاصة طول ذراع الرامي. أما المسافة الثانية فيمكن التحكم بها بواسطة السرعة والزاوية والارتفاع التي ينطلق الثقل خلالها وكذلك مقاومة الهواء التي تواجه حركة الثقل خلال طيرانه. وأن زاوية الانطلاق كذلك يمكن تحديدها بواسطة العوامل الأربع التي حددناها بموجبها سرعة الانطلاق وهي المقدار والاتجاه والمسافة والزمن، والزاوية المثلثية للانطلاق دائماً أقل من (٤٥°) ذلك لأن النقطة التي ينطلق فيها الثقل تكون في مستوى أعلى من النقطة التي يهبط فيها الثقل. إن المدى الذي تتبادر فيه الزاوية المثلثية عن (٤٥°) يعتمد على سرعة الانطلاق وارتفاع الانطلاق. فالسرعة الواطنة والارتفاع العالي للانطلاق يحقق زاوية انطلاق مثالية واطنة. ارتفاع الانطلاق يمكن التحكم به بواسطة وضع الجسم للاعب وبعض صفاته البدنية خلال الانطلاق وإذا ما تساوت كافة العوامل فالرياضي الطويل القامة والذراع والذي يحرز الوضع الذي يمتد فيه امتداداً كاملاً ساقاه وجذعه والذراع الرامية خلال لحظة انطلاق الثقل سيتحقق مؤثر خلال لحظة الانطلاق. أما بالنسبة لتاثير الهواء على الثقل فإنه قليل جداً ولا يؤخذ بنظر الاعتبار كعامل

خارجي مؤثر على حركة الثقل وذلك لكونه أي (الثقل) ذي وزن كبير بالقياس للأدوات التي تقدر كالقرص والرمي. ولقد حسبت المسافة التي تقل فيها مسافة رمي الثقل كنتيجة لتأثير حركة مقاومة عليه وكانت تعادل ما يقارب (٦١٪) من المسافة الأفقية للرمي (Hay 1978). وهذا قليل جداً ولا يؤثر على الانجاز الرياضي لقذف الثقل.

من كل ما تقدم يمكن ان نتناول الاسس الميكانيكية التي تؤثر على الانجاز الجيد في رمي الثقل بشكل أكثر تفصيلاً وهي:

١ - عندما تتساوى كافة العوامل فإن قوة الجسم الكبيرة تنتج سرعة انطلاق كبيرة ورمية ذات مدى أفقى كبير مادامت القوى تتساوى الكلة مضرورة بالتجحيل وهذه القوة للجسم يمكن أن تخلق مقداراً كبيراً للشغل المستخدم بالرمي عندما تستخدم بمدى حركي واسع خلال القسم التحضيري ووفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{المسافة}$$

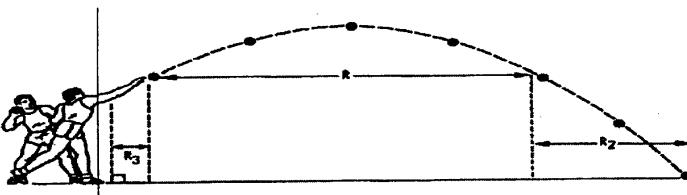
وبناء على المدى الكبير الذي يستخدم بموجبه القوة لدفع الثقل فإن الزمن المستغرق سيكون كبيراً أيضاً وفقاً للعلاقة التالية :

$$\text{قوة الدفع} = \text{القوة} \times \text{الزمن}$$

٢ - أن هذه القوة التي يعطيها الجسم يجب أن تكون موجهة بالاتجاه المناسب وهو اتجاه الرمي. أن المركبات العمودية والأفقية لقوة الدفع يجب أن تعملا بزاوية مناسبة لحظة انطلاق القرص.

٣ - القوى المختلفة للجسم يجب أن تبذل في تسلسل محدد وبتوقيت صحيح من حيث التقلص والانبساط للعضلات العاملة في أداء الحركات المكونة للمهارة. فسرعة الانطلاق عند رماة الثقل الجيدين تكون أكبر من الرماة ذوي المستوى الضعيف حتى إذا تساوت القوى المستخدمة من كلا المجموعتين أو تساوت العوامل الأخرى وهذه السرعة يجب أن لا تزيد عن حدود قابلية الرياضي في هذا وذلك لأن المبالغة بالسرعة تؤدي إلى فقدان سيطرة الرامي على استخدام القوة بشكل سليم لخدمة توجيه القوة باتجاه الثقل و المجال الرمي. لهذا فإن الرمية الصحيحة تتطلب حالة من التوفيق المنسجم بين سرعة الرامي وقوته.

٤ - أن الثقل ينطلق من ارتفاع (٥٧ سم) قدم. وما دامت زاوية الانطلاق (٤٥°) هي الزاوية المثلثية للحصول على أقصى مدى أفقى لحركة الثقل عندما تكون نقطة الهبوط في نفس مستوى نقطة الانطلاق. لذلك فإن الزاوية (٤٥°) لا يمكن أن تكون زاوية مثلثية كون نقطة الانطلاق للثقل تكون في مستوى أعلى من نقطة الهبوط المحددة والمسافة المحددة بالحرف (R) في الشكل (٥) عن (Bunn 1972) يمكن أن تحدد وفقاً للمعادلة التالية :-



شكل (٥)

المسافات التي يقطعها الثقل من نقطة انطلاق إلى نقطة سقوطه على الأفق.

$$\text{المدى الأفقي (R)} = \frac{\text{(السرعة)}^2 \times \text{ضعف جيب الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

أما المسافة (R₂) من نفس الشكل والمحصورة بين الأرض والنقطة المحددة على مسار هبوط الثقل والتي تكون على نفس مستوى نقطة انطلاق الثقل من يد الرامي يمكن التعبير عنها وعن المسافة (R) المحددة في المعادلة أعلاه بالصياغة التالية للمعادلتين:

$$\frac{\text{(السرعة)}^2 \times \text{جا} > \times \text{جتا} > + \text{السرعة} \times \text{جا} > / \text{(السرعة} \times \text{جا} >)^2 \times \text{ارتفاع الثقل}}{\text{التعجيل الأرضي}} = R_2 + R$$

عن ذلك يمكن أن نقول أن المدى أو المسافة الأفقية تتأثر بزاوية الانطلاق التي تعتمد اعتماداً جوهرياً على سرعة الانطلاق وارتفاع نقطة الانطلاق أي نقطة انطلاق القرص وهذا ما يؤكده جدول (١٤) عن (Hay 1978) حيث نلاحظ فيه أن مدى الرمي للقرص يتغير طبقاً للتغير الذي يحدث على عوامل سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق وارتفاع نقطة الرمي وفقاً لل التالي:

١ - الزاوية المثلثية للرمي تكون اقل من (٤٥) دائماً.

٢ - لكل مستوى محدد لارتفاع نقطة الانطلاق فأن زيادة السرعة في الانطلاق ترافقها زيادة في قيمة زاوية الانطلاق حتى تصل الى قيمة أقل من (٤٥).

٣ - لكل قيمة في سرعة الانطلاق تزداد قيمة الزاوية كلما قل مستوى ارتفاع نقطة الانطلاق.

٤ - الزيادة المتكافئة في قيم كل من ارتفاع الانطلاق أو سرعة الانطلاق لا تؤدي الى تغيير متساو في قيمة زاوية الانطلاق او المدى الافقى.

الارتفاع المطلق (م)						الارتفاع المطلق
٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٢٢	٢٨	
٤٢ (٧٩,١٥)	٤٢ (٥٧,٦٥)	٤١ (٥٧,١٢)	٤٠ (٤٧,٥٨)	٣٩ (٣٨,٩٩)	٣٨ (٣١,٣٤)	٨٠ قدم
٤٢ (٧٨,٦٩)	٤٢ (٧٧,١٢)	٤١ (٥٦,٦٩)	٤٠ (٤٧,١٥)	٣٩ (٣٨,٥٨)	٣٨ (٣٠,٩٥)	٧,٦ قدم
٤٢ (٧٨,٢٣)	٤٢ (٦٦,٧٦)	٤١ (٥٦,٢٥)	٤١ (٤٦,٦٣)	٤٠ (٣٨,١٦)	٣٩ (٣٠,٥٥)	٧,٠ - قدم
٤٣ (٧٧,٧٨)	٤٢ (٦٦,٣١)	٤٢ (٥٥,٨١)	٤١ (٤٦,٣٩)	٤٠ (٣٧,٧٥)	٣٩ (٣٠,١٦)	٦,٦ قدم

جدول رقم (١٤)

علاقة زاوية الانطلاق والارتفاع وسرعة الانطلاق والمدى الافقى

ملاحظة : القيمة المحددة بين قوسين الجدول (١٤) اعلاه تمثل المسافة او المدى الافقى بالاقدام.

يمكن أن نلاحظ في ذلك وثبت الحقائق أدناه كلما كانت سرعة الانطلاق كبيرة وارتفاع الانطلاق عال كلما أمكن الحصول على مسافة افقية كبيرة في الرمي متىً تضيَّن أن زاوية الانطلاق أقل من (٩٠°) وقريبة من الزاوية المثلثية (٤٥°) ومن الجدول (١٤) يمكن ان نستنتج الحقيقة أعلاه في الجدول رقم (١٥) والذي يحدد أعلى سرعة انطلاق للارتفاعات المختلفة للانطلاق مع المسافة الافقية وزاوية الانطلاق.

ارتفاع الانطلاق		سرعة الانطلاق
(٤٢) قدم (٧٩,١٥)		٨ قدم
(٤٢) قدم (٧٨,٦٩)		٧,٦ قدم
(٤٢) قدم (٧٨,٢٣)		٧,٠ - قدم
(٤٣) قدم (٧٧,٧٨)		٦,٦ قدم

جدول رقم (١٥)

علاقة زاوية الانطلاق بارتفاع وسرعة الانطلاق والمدى الافتني

٥ - من أجل ضمان السرعة القصوى للانطلاق يجب ان تزود الارض مقاومة كافية للحركات التي يقوم بها الرامي بقدمية ولفتره مناسبة تستمر عند استمرار اتصال قدمي الرامي بالارض لهذا فالارض في دائرة الرمي يجب ان تكون صلبة وذات درجة احتكاك عالية. والقوه عندما تكون محدودة فأن الدفع المضاد للارض سيكون محدوداً أيضاً. وكذلك القوى العمودية في رمي الثقل تعتمد على مقاومة الارض.

ان الاتصال بين الأرض وأحد قدمي الرامي ضروري جداً لضمان الفائدة الميكانيكية لقوة رد الفعل للأرض وعندما يهمل الرامي هذه النقطة أي يفقد اتصاله مع الأرض خلال الرمي فإنه في ذلك لا يتحقق الفائدة المرجوة من قوة رد الفعل أي رد فعل الأرض لهذا فإن الرامي يجب أن يقف وقمامه متصلان بالأرض وحالما يصل إلى مقدمة أو أمام الجسم يرفع القدم اليمنى معبقاء اتصال القدم الأمامية اليسرى بالأرض. إن هذا العمل يجب أن يتم بتوقيت وتسلاسل سليم مع التركيز على عدم فقدان الاتصال بين الرامي والارض طيلة فترة الرمي.

أن التكnic الصحيح في رمي الثقل يتطلب أن تكون القدم الخلفية متصلة بثبات بالأرض حتى لحظة دفع الذراع للثقل. والرامي الذي يكسر اتصاله بالأرض قبل ترك الثقل ليد الرامي سيسبب أضاعة لقوة الذراعين والكتفين.

- ٦ - في الرمي تعتمد القوة المستخدمة إلى حد ما على كتلة الرياضي. فالرياضي ذو الكتلة الكبيرة بناء على ذلك يستطيع اعطاء قوة أكثر تأثيراً خلال المسافة الكبيرة. وفي الرمي الجيد فإن رد الفعل للمركب العمودي لحركة الذراع يمكن مواجهتها بواسطة الدفع للأعلى من قبل الأرض وبغض النظر عن وزن الرامي. إلا أن رد الفعل للمركب الأفقي سيسبب القسم العلوي للجسم الرياضي الخفيف الوزن أن يتمرك خلفاً أكثر من الرامي ثقل الوزن.
- ٧ - في لحظة وضع القدم الأمامية واتصالها بالأرض تتحرك الذراعان والكتفان بسرعة أكبر قليلاً من سرعة القسم السفلي للجسم فالقدم عند غرسها بالأرض تساعد على اسراع الحركة للقسم العلوي للجسم مع تأخير حركة مركز الثقل المزدوج للثقل والجسم الراحي فالحركة للجسم مع الثقل خلال الدوران في دائرة الرمي تزداد سرعتها في الاطراف العليا بعد توقفها في الاطراف السفلية نتيجة لغرس القدم بالأرض مسببة زيادة في السرعة المحيطة ذلك لأن السرعة لا ي جزء من أجزاء الجسم تزداد عندما تتوقف حركة أحدي نهايتيه وخاصة اذا كان البعد بين النهاية الثابتة والنهاية المتحركة كبيراً فالنهاية الثابتة هنا قدم الرامي الأمامية والتي تمثل محور الدوران لجسم الرامي.

العضلات العاملة لفعالية قذف الثقل:

أن العضلات التي يجب التأكيد على تقويتها في رمي الثقل هي عضلات المد في مفاصل رسم القدم والركبة والورك. والتي تشمل العضلات التوأمية والاخمية والتغليدية والقصبية الخلفية

وتابضة الاصابع الطويلة وتابضة الابهام الطويلة والشظوية الطويلة والشظوية القصيرة بالنسبة لمفصل رسم القلم. والعضلات المتسمة الوحشية والمتسمة الانسية والمتسمة الوسطى والمتسمة الفخذية بالنسبة للفشانية والرأس الطويل للعضلة ذات الرأسين الفخذية بالنسبة لمفصل الورك أما بالنسبة للعمود الفقري فيجب تقوية عضلات التدوير لليسار (بالنسبة للرامي الذي يستخدم اليد اليمنى بالرمي) وهذه العضلات تشمل مجموعة العضلات ناصبة العمود الفقري في الجهة اليسرى والمنحرفة الداخلية اليسرى والمنحرفة الخارجية اليمنى. في مفصل الكتف تشتهر العضلات العليا والامامية والتي تشمل العضلات الدالية والصدرية الكبرى وذات الرأسين العضدية والغرايبة وفي مفصل المرفق تشتهر عضلات المد التي تشمل ذات الثلاثة رؤوس العضدية والمرفقية. وفي رسم اليد تشتهر عضلات الثني التي تشمل الراحيه الطويلة وتابضة الرسم الكبيرة وتابضة الرسم الزندية وعضلات الرقبة.

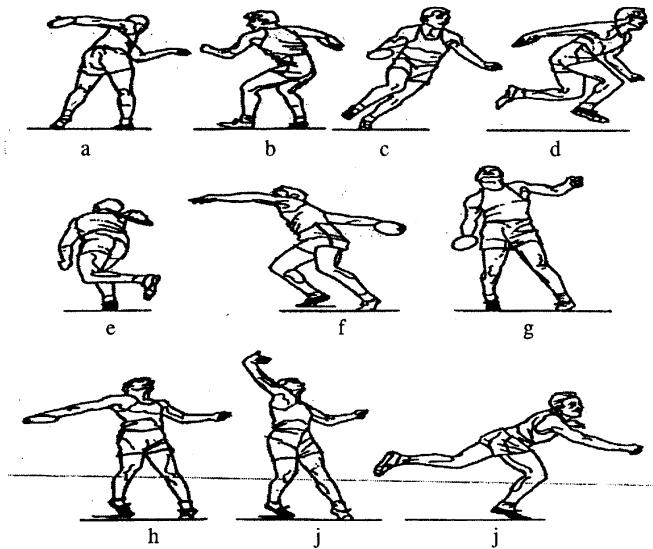
التحليل الحركي لفعالية رمي القرص (شكل - ٥١)

لكي يحصل لاعب القرص على أطول مسافة ممكنة، يجب أن ينطلق القرص بأقصى سرعة ممكنة وزاوية معينة وتتأثر هذه الزاوية إلى حد ما بالعوامل المتعلقة بديناميكية (حركة المقدونات في الهواء كما سبق ان ذكرنا) ورغم ان رمي القرص يختلف عن رمي المطرقة ظاهرياً فانه يوجد بعض التشابه في كلتا المسابقتين، حيث ان المطرقة تختلف في الشكل عن القرص فأن نزاع المطرقة تنقل القوة الناتجة في الاتجاه الذي تتحذى،اما القرص فينطلق من نزاع اللاعب وتتأثر يده على الاتجاه الذي يتحذى القرص يعتمد على القوة التي تبذلها يد اللاعب على القرص نفسه. وبذلك يمكننا ان نقسم الحركة الميكانيكية الكاملة لرمي القرص الى عدة خطوات فنية وهي:

- ١ - وقفة الاستعداد Starting Position
- ٢ - حمل القرص Holding the Discus
- ٣ - المراجحة الاعدادية Preliminary Swings
- ٤ - الاستعداد للدوران In to the Turn
- ٥ - الدوران The Turn
- ٦ - الوضع لوضع الرمي (التحفز) Reaching the throwing Position

٧ - الانطلاق Throwing action

٨ - التخلص وحفظ التوازن The reverse



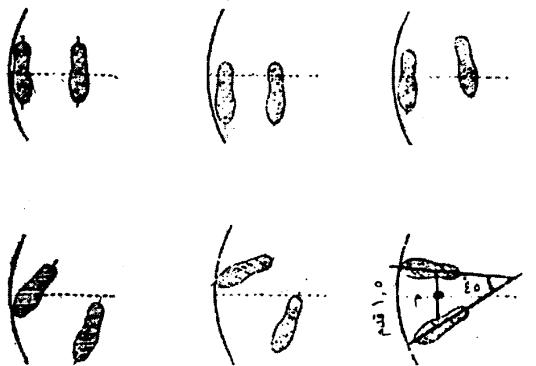
شكل (٥١)

المراحل المختلفة لرمي القرص

١ - وقفة الاستعداد : Starting Position (شكل ٥١-a)

يقف اللاعب عند مؤخرة الدائرة التي قطعها (٢٠ متر) وفقاً للأوضاع التالية:

كان قدّيماً يقف اللاعب مواجهًا لاتجاه الرمي بجانبه الإيسر ويعتبر هذا الوضع غير مناسب للرمي لكنه يستخدم الان إثناء التعليم كوسيلة انتقالية للوصول إلى الوضع النهائي في الطريقة الحديثة لوقفة الاستعداد حيث يكون فيها ظهر اللاعب مواجهًا لقطع الرمي ويكون اللاعب معتدلاً



شكل (٥٢)

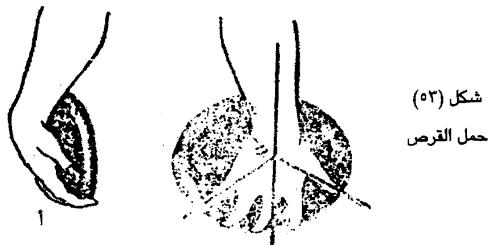
- يوضع وضع القدمين في مؤخرة الدائرة بالطريقة القديمة (الجانب في اتجاه الرمي (الطريقة الجانبية)).
- يوضع وضع القدمين في مؤخرة الدائرة بالطريقة الحديثة (الظهر في اتجاه الرمي (طريقة الظهر المخالف والزاوية ٤٥°)).

م: مركز ثقل اللاعب:

وفي حالة مواجهة قطاع الرمي بالوقفة الجانبية تكون خطورة تخطي الدائرة اكبر لأن اللاعب اثناء وضع الاستعداد للرمي يمكن قد أخذ جزءاً من الدائرة كما في شكل (٥٢) السابق وبهذا الوضع يفقد اللاعب الزاوية ٩٠° ولكن حينما يواجه اللاعب مقطع الرمي بظهوره فإنه يستفيد بالزاوية ٩٠° عن الوضع الجانبي وفي هذا الوضع يكون الدوران أسهل لأن القدم اليسرى تكون منحرفة إلى اليسار قليلاً أي تكون على استعداد للدوران وتكون الرجلان مشدودتين والجذع مستقيراً وجب أن يعزل اللاعب نفسه عن المؤثرات الخارجية ويقوم بتركيز ذهنه على الرمي فقط وتسمى هذه الحالة بحالة التركيز الرياضي.

٢ - حمل القرص : Holding the Discus

في هذا الوضع يمسك اللاعب القرص في اليد اليمنى بحيث تنتشر أصابع اليد على سطح القرص وتكون في حالة استرخاء مثل شكل (٥٣) حيث تلمس العقل الأخير لها حافة القرص. وليس من الضروري أن تمسك السلاميات الأولى من الأصابع القرص ولكن بشد القرص بالسلاميات الأولى من الأصابع. وأن قوة الجاذبية المركزية هي التي تجذب القرص إلى هذه السلاميات وعند الدوران تمنعه من السقوط ويجب أن يكون الخط المحوري المركزي للقرص بين الوسط والسبابة كما في الشكل السابق ويشغل انتشار الأصابع ثلث القرص. كما ينبغي أن يثنى رسم اليد للأمام (شكل ٥٣) لانه بذلك يساعد اللاعب على متابعة القرص. ويلاحظ عدم ثني الرسم أكثر من اللازم لانه إذا كان هناك اثناء، كبير فيشد اللاعب القرص ويتنبذب في الهواء ويكون في حركة غير مستقيمة.



شكل (٥٣)
حمل القرص

شكل (٥٤)
القبضبة العادي للقرص



وإذا كان الرسخ مستقيماً بدون اثناء فيجب ان تلامس الحافة العليا للقرص الحافة الداخلية للساعد فوق الرسخ مباشرة ويكون ابهام اليد اليمنى لللامام وفي استقامة الساعد وبذلك نجد القرص يرتفع الى اعلى (شكل ٥٤) وهذه هي القبضة العادية. وتتوقف القبضة على حجم اليد وهناك ثلاثة طرق لمسك القرص تختلف حسب اختلاف حجم اليد وهي:

- ١ - وهي تلائم اللاعب ذي اليد الكبيرة ويكون فيها انتشار الاصابع كاماً أما السبابية والابهام فمفترجأن عن بعضها كما في الشكل السابق وفي هذه القبضة يتم التخلص من القرص بواسطة السبابية والوسطي وهم معاً بقوه وسرعة.
- ٢ - وهي تناسب اللاعب ذا الكف الصغير والاصابع القصيرة وفيها يقوم بتوزيع الاصابع على الحافة السفلی للقرص ونتيجة لعدم ارتكاز الحافة السفلی للقرص على سلاميات الاصابع فان اللاعب يقوم بتعويض ذلك بالسرعة لاكتساب اكبر قوة طاردة مركزية ممكنة.
- ٣ - القبضة العاديّة : وهي التي سبق أن ذكرناه وهي تناسب الكف المتوسط وتعتبر القبضة العاديّة التي سبق ذكرها بالتفصيل هي احسن انواع القبضات. وعندما يقبض اللاعب على القرص باليد اليمنى ثمانيقة الاستعداد في مؤخرة الدائرة تمتد الذراع اليمنى اسفل بجوار الجسم مع ملاحظة ان تكون في حالة استرخاء تام ومن هذا الوضع ينتقل إلى المرحلة التي تليها وهي الارجحة.

٣-الارجحة الاعدادية Preliminary Swings

يقوم اللاعب بالارجحات التمهيدية وذلك بتطوع الذراع الحاملة للقرص الى اليسار ويستدير الكف ايضاً الى اليسار وتبلغ حركة الذراع اقصى مدى لها حوالي مستوى الكتف اليسير ويصنع المور العرضي للكتفين مع الجذع زاوية .٩٠°.

اما اليد اليسرى في هذه الحالة فأنها ترافق اليد اليمنى وتقوم بسند القرص من اسفل وذلك لكي لا يسقط على الارض وفي هذه الحالة تتراجح اليدين مع القرص الى الجهة اليمنى وخط الارجحة اثناء الرجوع للوضع الاول ينحدر قليلاً والكتفان يرجعان الى الوضع السابق اي بزاوية .٩٠° وعندما يصل الكتفان الى حالتهما السابقة تتبع اليد اليمنى ارجحتها الى الخلف ولكن الذراع اثناء هذه ترتفع قليلاً الى اعلى.

ويجب أن تتحرك الذراع الحاملة للقرص وهي موازية للارض بقدر الامكان ويلاحظ ان الجذع في هذه الحالة يمكن مستقيماً مع عدم السماح بميله لللامام كما يجب ان تكون الارجحة في حركات مستقيمة واسعة وهذه الارجحة المستقيمة تساعده على شدة وقوه الدوران. ولزيادة سعة الارجحة نجد بعض الاعبين يقللون مركز ثقلهم على الرجلين بالتبادل اي مرة جهة اليسار ومرة جهة اليمين وتكون عدد الارجحات في هذه الحالة من ٢-٣ ارجحات أما الثالثة ارجحات فهي الاغلبيه ويكون القرص اثناء الارجحة دائماً في الحاله السفلی إلى الارض ولا يمكن تحريكه إلى اليمين أو اليسار أو جانبها وذلك في كل حالات الارجحة ينبغي ان تكون في هذه الحاله. ويوجد بعض الاعبين يقللون القرص عند ارجحته للخلف الى أعلى ولكن هذه الارجحة تكون ناقصة لأن اللاعب في هذه الحاله لا يستطيع ان يواصل هذه الارجحة الى الخلف لأن الوضع التشريري للمفاصل لا يسمح بذلك.

اما اذا كان القرص في الوضع الطبيعي تستطيع ان تتبع ارجحتها الى الخلف اكثر مما يمكن القرص موجهاً للعلى وفي نهاية الارجحة المستقيمة الثانية او الثالثة يظل القرص في الخلف وتكون الذراع مشدودة الى الخلف بدرجه انها تلتتص بالناحية الوحشية لعضلات الظهر والعضلة المربعة المنحرفة (Serratusmgnns) وتكون الذراع الحاملة للقرص والكتفين في خط واحد في وضع مواز للارض وبذلك تكون عضلات الصدر في اقصى شد لها ويكون وزن الجسم على القدم اليمني ومن هذا الوضع تبدأ اصعب مرحلة في رمي القرص وهي ابتداء الدوران.

فائدة الارجحة:

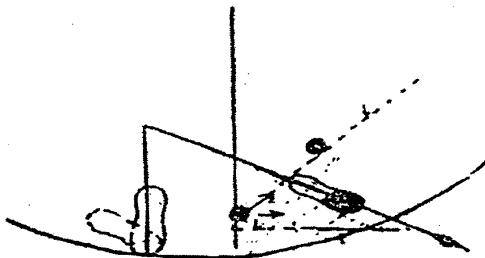
تساعد على اعداد اللاعب نفسياً للرمي - كما تساعده على تحريك الحوض أمام مستوى الذراع وتقدم جسمه على حركة تقدم القرص - وتساعد أيضاً على اكتساب خط معين من الدوران يساعد على الحركات التالية في الرمي.

٤- الاستعداد للدوران:

بعد ان يشعر اللاعب بالسيطرة على القرص ويكتسب الاحساس به في وضع المناسب ويكتسب ثقة بأنه قد ولد السرعة اللازمة لبدء الدوران حيث ان القرص الاساسي من الدوران هو توليد سرعة كبيرة تساعده اللاعب على اطلاق القرص باكبر سرعة ممكنة للوصول الى اطول مسافة.

وتمكن صعوبة هذا الدوران لأنه لا يكمن في الاتجاه الدائري فقط بل يجب أن يتقدم إلى حافة الدائرة المضادة ويبداً اللاعب الدوران من مؤخرة الدائرة ويستموم فيه حتى مقدمتها مع مراعاة عدم حدوث آية تموجات في خط سير النزاع الحامل للقرص طول الحركة (استقامة خط التسارع) وأن النزاع والجسم يعملان في توقيت وسرعة واحدة.

فاثناء الارجحة التمهيدية عندما يصل النزاع الحامل للقرص خلفاً إلى أبعد ما يمكن يقوم بشتي ركبيه قليلاً وللخارج حيث أنه لا يمكن للأعب أداء تلك الحركة ب الرجلين مشدودتين. وبلاحظ أن اثناء الركبتين يكون بالترجح حيث أنه إذا انخفض مركز الثقل مباشرة فسوف يسبب انقطاعاً في استمرار الحركة وهو ما يغير عنه براغعة استمرار عملة التسارع. يلاحظ أن مركز الثقل كان يقع عمودياً بين قاعدة الارتكاز أي بين القدمين ولكن اثناء ثني الركبتين يجب أن ينتقل مركز الثقل تدريجياً نحو القدم اليسرى(شكل ٥٥) وهناك حركتان أحدهما نحو القدم اليسرى والأخرى نحو جهة الرمي ولهذا السبب يمكن الاتجاه بين هاتين القوتين نصف الزاوية تقافلها الحركتان.

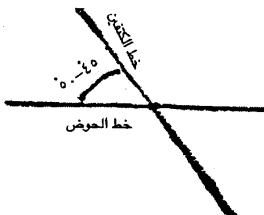


شكل (٥٥)

حركة مركز الثقل اثناء بداية الدوران

وبعد أن يقوم اللاعب بشتي ركبيه قليلاً وللخارج في اتجاه الدوران وتبدأ على الفور الركبة بتكميل دورانها للخارج متبعية بالجسم وهو مرتکزاً على مشط القدم أما الرجل اليمنى ف تستعد للدفع في اتجاه دوارن الركبة اليسرى واثناء الدوران يكون المحور العرضي المار في عظم الحوض يسبق خط المحور العرضي للكفين بزاوية ٤٠° كما في (شكل ٥٦) وذلك لوجود

القرص خلفاً ونتيجة لأن سرعة جسم اللاعب وسرعة النزاع الحاملة للقرص متساوية فإن الدراج يظل متخلقاً عن الجسم أثناء الدوران بالقدر الذي وصل إليه في آخر الارجحات. ويجب نقل مركز الثقل إلى الرجل اليسرى لأنه إذا ما رفع اللاعب رجله اليمنى بدون هذا الانتقال لمركز الثقل فسوف يسقط على الأرض وإذا ظل مركز الثقل في نفس المكان فأنه لن يدور نحو اتجاه الرمي وإذا لم ينتقل مركز الثقل في هذه الحالة وظل ثابتاً وتحركت الرجلان فإن الجسم سوف يسقط بذلك إلى الخلف ولذلك يجب نقل مركز الثقل في اتجاه الدوران ومركز الثقل لا ينتقل فوق الرجل اليسرى تماماً بل نحو جهة مركز الدائرة لأن اللاعب يجب أن يتحرك نحو اتجاه الرمي كذلك ينبغي أن لا يدور اللاعب فقط بل يجب عليه أن يميل انفاساً إلى اتجاه الرمي بنقل مركز الثقل في اتجاه مائل جهة الرمي. كما يجب أثناء الدوران المحافظة على القواعد المتعلقة بالقدم الراتكن عليها ومركز نقل اللاعب حيث أنه كلما زادت السرعة أثناء الدوران كلما وجب تقدم مركز ثقل الجسم على موضع هذه القدم وإذا لم يتمكن اللاعب من تطبيق هذه القواعد ينتفع عن ذلك فقدان التوازن أثناء انطلاق الأداة.



شكل (٥٦)

الزاوية بين خط الكتفين وخط الحوض (٥٦° - ٥٧°)

٥ - الدوران: The Turn

أن لكل حركة دائيرية محور ولجسم اللاعب محور يدور حوله وبيني أن يكون هذا المحور عمودياً. ولهذا فإن المحور عند لعب رمي القرص يجب أن يميل قليلاً نحو جهة الرمي وذلك لسهولة حركة الدوران.

نلاحظ ذلك في محور النطح حيث يجب أن يكون عمودياً والا فإنها سوف تسقط على الأرض كما في (شكل ٥٧) وبالمثل للاعب رمي القرص يجب أن يظل محوره عمودياً مستقيماً مع عدم اثنائه عند الخصر (الحوض) لأن ذلك يسبب اختلافاً وزبدة في الدوران أي أن المحور ظل عمودياً ويميل إلى جهة معينة على طول المحور وعند بدء الحركة (الدوران) يميل المحور كله (الجسم كله) نحو اتجاه الرمي وبذلك يميل محور الجسم في رمي القرص إلى الوراء، وإذا تأملنا بعين فاحصة شكل المحور في بدء الدوران وشكله في حالة الرمي فهذا الوضع يكونان بشكل مخربوطي (هرمي ناقص) كما في (شكل ٥٨) ومن مميزات هذا الوضع لللاعب وهو أن ميل محوره نحو جهة عكس اتجاه الرمي أنه ينتج فرصة بذلك أكبر لأن مدى دائرة الارجحة تكون أكبر بكثير مما لو كان الجسم في حالة الرمي النهائية مستقيماً.

ما سبق يتضح انه اذا كان الجسم في وضع ميل كبير الدائرة واتسعت اذا استقام الجسم صفت الدائرة (في بداية الدوران يتبين ان يتحرك الجسم بكلمه ويكون الجذع ملتفاً إلى الخلف قليلاً ولكن الكتف الأيسر والركبة اليسرى يتبعان ان يكونا في محور واحد). ولذلك يتبعي دوران الركبة وتكون في محور خط عمودي واحد ولذلك يجب دوران الركبة اليسرى بشدة لكي تتأخر عن الكتف الأيسر.



شكل (٥٧)

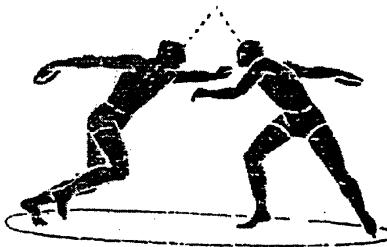
الدوران اللوبي للقرص

(ونعني بشدة دوران الحركة أن الكتف يترك بسهولة ولا يعوقه أي شيء عن الحركة. أما القدم فيوجد احتكاك بينها وبين الأرض وبذلك نقصد بالشدة أنها تبذل قوة أكبر من قوة حركة الكتف ولذا استعملنا كلمة الشدة).

وفي البداية تكون الذراع اليسرى عند الكتف الأيسر وفي بداية الحركة تساعد على حركة الجسم حتى توازي القبض مع الكتف الأيسر ولا يمكن تجاوز هذه النقطة. أي ينبغي أن تبقى الذراع في مواجهة الكتف الأيسر. والبداية تعني أن كلا القدمين لاتزالان تلامسان الأرض فقط أما الركبة والجذع والذراعان فأنها تحرك.

لماذا يجب تأخير دفع القدم اليمنى؟

أن الغرض الأساسي هو إطالة مدة الدوران لأننا إذا ما دفعنا الرجل اليمنى ينقطع الدوران حيث أنه لا يمكن أحداث دوران ببرجل واحدة واللاعب يكتسب قدرته على الدوران خصوصاً في حالة البداية عندما تكون الرجلان ملامستين الأرض لأن اللاعب فيما بعد ذلك لا يمكن أن يتحكم في اتجاه وقوه وشد الدوران.



شكل (٥٨)

أشكال الدوران في بداية ونهايته (مخروطي الشكل)

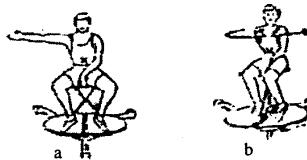
أما الزاوية التي يدور فيها اللاعب وقدماه لا تنزلان على الأرض فهي من $١٢٠\text{--}١٤٠$ درجة. وبعد ذلك ترفع الرجل اليمنى فقط ومن هذا الوضع عندما تترك الرجل اليمنى الأرض تبدأ حركة الدوران المكسبة من الوضع السابق ويكون الدوران على الرجل اليسرى والرجل اليمنى في الهواء . أما نقطه مركز الثقل فتميل نحو جهة الرمي قليلاً لأن اللاعب ينبغي عليه أن يتحرك في هذا الاتجاه . (ففي البداية كان المحور يميل نحو الخلف ثم أصبح الآن في اتجاه الرمي). وتعتبر أفضل زاوية بين عظم الساق والخذل هي من $١٢٠\text{--}١٤٠$ وذلك لانتاج قوة دفع كبيرة.

(ونلاحظ أن هذه الزاوية في مسابقات الهوائي ستحتتم اثناء وضع الاستعداد لأنها تعتبر أنساب زاوية تهدى الجسم بقوة دفع كبيرة). وتكون اليد الحاملة للقرص والذراع الأخرى والرجل المروفة بعيدة إلى أقصى مدى من محور الدوران (أي بعيدة عن مركز ثقل الجسم ومحوره) وذلك لأنه كلما بعثت هذه الأطراف عن المحور تكون الحركة أشد وأقوى.

وعندما يصل الجسم والمصدر في وضع مواجهة لقطع الرمي يجب أن تنطلق الرجل اليسرى بحركة سريعة وفجائية. ويكون الجسم كله في هذه الحالة في الهواء، وفي هذه اللحظة لا يوجد أي سند على الأرض وبذلك لا يستطع اللاعب أن يزيد من سرعة الحركة سواء بالسند أو بالرجل وبالرغم من ذلك يجب على اللاعب أن يعمل على زيادة حركة الدائنة وخصوصاً وقيرة (tempo) سير القرص حيث أنها تبدأ ببطء وبعد ذلك تزداد تدريجياً وأخيراً تصل إلى السرعة القصوى ولكن كيف يمكن أن تقلب على مشكلة السرعة؟

هناك قاعدة ميكانيكية تساعدنا على حل هذه المشكلة وهي أنه إذا ما تجسم (تحرك) الجسم حول محور فتزداد بذلك سرعة حركته وذلك لأن المقاومة تقل (شكل ٥٩).

وكما سبق أن ذكرنا أن أطراف الجسم كانت ممدودة بعيداً عن محور الحركة وبذلك يمكن لللاعب أثناء طيرانه في الهواء أن يقرب (تجمع) هذه الأطراف من محور الدوران.



شكل (٥٩)

دوران الجسم عند ضم وإنفراد اليد

فالذراع الحاملة للقرص تسقط إلى جوار الجذع والذراع الأخرى تقترب إلى عضلات البطن والرجل كذلك التي كانت بعيدة عن المحور تقرب منه وبذلك نضمن زيادة سرعة الحركة في الهواء. ويجب مراعاة أن يثنى اللاعب ركبته أثناء الدوران بحيث تحصر زاوية بين عظم الساق والفخذ) والسبب في ثني الركبتين أن القدمين يجب أن تعملان في هذه الحركة الدائرية

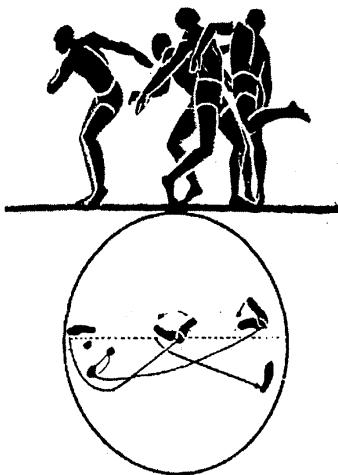
بسرعة أكبر من سرعة الجسم وثني الرجل اليمني في مركز الدائرة تقربياً على الأرض ويكون الوصول إلى هذا الوضع على المشط ثم تتوضع بعد ذلك القدم بكمالها على الأرض نتيجة لثقل الجسم الهابط على الأرض وبعد وصول القدم اليمني على الأرض تكون الزاوية بالنسبة للعضلات المتحفزة لبذل القوى والانطلاق كما سبق أن ذكرناه. أما الدوران فيستمر على التوالي ولكن أرتكازاً على الرجل اليمني وهذه الدورة قصيرة جداً تمتد إلى حين يواجه اللاعب بظهوره قطاع الرمي وهذه الدائرة قصيرة جداً في المدة الزمنية لأننا نلاحظ ونسمع بعد وصول الرجل اليمني إلى الأرض حال وصول الرجل اليسرى كذلك في نفس سرعة الرثم (Rethin) (Tek-Tek) ولا توجد برهة وتكون المسافة في هذا الوضع بين القدمين عن قدمين ونصف ويكون ظهر اللاعب في عكس اتجاه قطاع الرمي كما شكل (٦٠).

وعندما تصل الرجل اليمني وتهبط على الأرض يتبعي رفع القرص من الخنصر وأبعاده عن المحور لأن الجسم يكون من جديد على الأرض وترتفع الذراع اليسرى عن مستوى الكتف الأيسر وعلى امتداده أمام محور الحركة في هذه الحالة فيميل نحو الجهة العكسية لقطع الرمي واليد الحاملة للقرص فتكتن متدة إلى الخلف إلى أقصى مدى لها والقرص نحو جهة الرمي وكما ذكرنا الدوران بعد البداية يتشكل من ثلاثة مراحل:

- ١ - مرحلة الدوران على الرجل اليسرى.
- ٢ - مرحلة الدوران في الهواء.
- ٣ - مرحلة الدوران على الرجل اليمني.

وبذلك نجد أن الرأس والجذع والرجل اليسرى على استقامة واحدة. وتكون المقعدة فوق الرجل اليمني تماماً وهذا أفضل الأوضاع التي يمكننا منها بدأ حركة الرمي. ويلاحظ أثناء عملية الدوران أن يكن محور الكفين والذراع الحاملة للقرص موازيين للأرض.

أما خط سير القرص في هذا التوازن فيكون في البداية مرتفعاً وينحدر تدريجياً حتى يصل إلى الخصر (عظم الحوض) وبعد ذلك يرتفع من جديد بعد وصول الرجل اليمني إلى الأرض وبعد ذلك ينخفض من جديد قبل انطلاق القرص من اليد وأخيراً في لحظة الرمي يصل القرص إلى مستوى الانطلاق المضبوط.



شكل(٦٠)

موضع الظهر والمسافة بين القدمين

٦- الوصول لوضع الرمي (التحفز) Reaching the throwing positiont

في هذا الوضع تكون الرجل اليمني تقريباً في مركز الدائرة وتكون منفرجة للخارج بزاوية تقربياً مع خط الرمي وكلا القدمين تكونان متفرجتين للخارج وتكون درجة استناد الجسم كبيرة ويكون اكبر جزء من النقل يرتكز على الرجل اليمني وتكون القدم اليسرى مستقرة على حافتها الداخلية بالقرب من حافة الدائرة من الامام ومن الخلف قليلاً بالنسبة لخط الرمي في هذه الحالة تقوم بسند الجسم فقط ولا تسمح بنقل نقل الجسم نحو اتجاه الرمي وفي اثناء هذه الحركة يكن مركز نقل الجسم فوق الرجل اليمني مع الميل قليلاً للخارج تجاه مؤخرة الدائرة ويكون خط المحورين للحوض والكتفين متعمدين وبذلك يصل إلى القرص أبعد مدى له قبل الرمية وتبدا الرجالان من ذلك الوضع في الدوران نحو جهة الرمي ويتمد الرجالان بجانب

حركتهما الدائرة أي لا تكون الحركة للأمام بغير تحريك الكتفين إلى الأمام وعاليًا (اما الجذع فلا يشترك اشتراكاً فعلياً في تحريك الجسم).

وتساعد اليد اليسرى بارتفاعها إلى أعلى على شد عضلات الجذع ويتحرك اليد اليسرى هذه يرتفع الكتف الأيسر إلى أعلى أما الكتف الأيمن فيتسلى وفي هذه اللحظة لا يزال الحوض يتقدم خط الكتفين ويصل الحوض بجهته ليواجه مقطم الرمي ولا تتحرك القدمان بعد ذلك ولا تقدمان ولا تدوران بل تمتدان وترتفعن إلى أعلى وعدن امتداد القدمين إلى أعلى تطلق اليد اليمنى بالقرص إلى الأمام وكذلك الكتف الأيمن. أما النزاع اليمني فلا تزال متاخرة بالكامل لأبعد نقطة ممكنة ويكون الجانب الأيمن للحوض على استعداد للتحرك أماماً ليقود الحركة في المرحلة التالية وهي الانطلاق و يجب أن يكون اللاعب في ذلك الوقت في حالة استرخاء تام تساعده على أنسابه واستمرار حركة الدوران السابقة حتى يمكنه أي ببدأ مرحلة اطلاق القرص وهو في أحسن وضع من اوضاع التحفيز.

٧- الانطلاق Throwing action شكل (٥١-١)

يقوم اللاعب بإدارة الركبة اليمنى للأمام ويتم ذلك الدوران على مشطها ويدفع الحوض بسرعة للأمام وتمد الركبتان معًا إلى أعلى ويقوم اللاعب بتطبع الذراع الحاملة للقرص بسرعة للأمام وعندما تصل الذراع الحاملة للقرص إلى مستوى الكتف اليمنى يترك القرص يد اللاعب نتيجة قوة الرمي والقوة الطاردة المركبة ويعمل اللاعب على دوران القرص بسحب حافة القرص بالاصبعين الوسطيين أما الذراع اليسرى والرجل اليسرى كذلك فتعملان معاً على ايقاف اندفاع الجسم سواء كان افقياً أو أمامياً نتيجة القوة الطاردة المركبة ولكنكي نحصل على أبعد مسافة ممكنة لا بد أن تتفق زاوية طيران القرص وخط عمل القوى المنطلقة من اليد مع خط محور الرمي.

القوى المؤثرة على حركة القرص

خلال انطلاق القرص من يد الراmi تتأثر حركته بقوى ثلاثة وهي:

- ١ - قوة الدفع الداخلية للرامي.
- ٢ - قوة الجاذبية الأرضية.
- ٣ - القوة الناتجة عن مقاومة الهواء.

١ - قوة الدفع الداخلية للرامي.

أن قوة دفع الرياضي للقرص تشمل كافة القوى التي تعطيبها العضلات العاملة في الفعالية، ومصدر القوة الدافعة للقرص هو التقلص العضلي لأكثر من مجموعة عضلية واحدة في جسم الإنسان. وهذا يستوجب أتباع التسلسل الصحيح في الأداء الحركي. حيث تبدأ الحركة من عضلات النخدين والعضلات المحيطة بمركز ثقل الجسم والتي هي عضلات بطئية عادة وقوية. تعقبها حركة الساق وأخيراً حركة الذراع واليد والأصابع والتي تضيف إلى سرعة الحركة.

فالسرعة التي يحصل عليها القرص تعتمد على تسلسل تقلص العضلات في هذه الأجزاء المختلفة. حيث يجب أن يبدأ تقلص أي مجموعة في اللحظة التي تكون الحركة التي أحدثتها التقلص الذي سبقه قد وصلت إلى أقصى سرعة لها، أي عندما تصل السرعة أقصاها والتجميل صفر. وإذا حصل التقلص قبل أو بعد هذه اللحظة الحرجية سوف لا تنتج عنه سرعة قصوى كما في (الشكل ١١) بهذه الحالة يصبح مقدار القوة الدافعة للقرص حاصل جمع القوى العاملة اذا استخدمت باتجاه واحد وبالنسلسل والتقطيع الصحيح. من هنا نلاحظ ضرورة تقوية عضلات الأطراف السفلية والجذع والأطراف العليا على حد سواء في هذه الفعالية.



(شكل ١١)

علاقة توقيت الحركة بسرعة الحركة النهائية

أن قوة عضلات الأطراف السفلية ضرورية لا لكنها تضيف إلى سرعة الحركة فحسب بل لكونها شكل القاعدة القوية التي تستند عليها الحركة. أما في الجذع فإن عضلات التدوير (عضلات تدوير العمود الفقري) فتشترك بشكل رئيسي في حركة رمي القرص. فالرامي الذي يرمي القرص بيده اليمنى يحتاج إلى تقوية عضلات تدوير العمود الفقري إلى جهة اليسار

والتي تشمل العضلة المنحرفة الخارجية اليمنى والعضلة المنحرفة الداخلية اليسرى ومجموعة العضلات ناصية العمود الفقرى اليسرى.

أما في مفصل الكتف فتشترك عضلات الثنى الأفقي (الصدرية الكبرى والdaleلية الإمامية والغرابية وذات الرأسين العضدية) وفي المكبين تشتراك عضلات الأبعاد (المستنة والصدرية الصفرى) بما أن رمي القرص يحدث والذراع ممدودة في مفصل المرفق فإن عمل عضلات ثنى المرفق يكون محدوداً نسبياً في هذه الفعالية. بالرغم من هذا فإن تقلص عضلات ثنى المرفق (ذات الرأسين العضدية والإمامية والعضدية الكبرى وبالباطحة المستديرة) في اللحظة الأخيرة قد يساعد في زيادة سرعة القرص.

أما عضلات رسم اليد والأصابع فهي تعمل على مسك القرص للتغلب على القوة اللامركزية الناتجة عن دوران الرياضي حول محوره العمودي والتي تحاول سحب القرص نحو الخارج. بالإضافة إلى كون تقلصها السريع في آخر الحركة يضيف إلى السرعة. وعضلات رسم اليد الرئيسية التي تعمل في هذه الحالة هي عضلات الأبعاد التي تشمل قابضة الرسم الكعبية وبواسطة الرسم الكعبية القصيرة وبواسطة الرسم الكعبية الطويلة.

قوية الجاذبية الأرضية

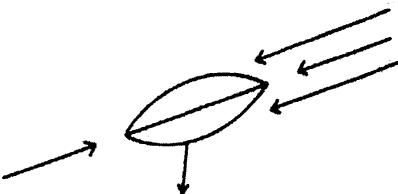
في اللحظة التي يترك بها القرص يد الرياضي تبدأ الجاذبية الأرضية بتقليل سرعته العمودية إلى أن تصبح صفرأ عندما يصل القرص أقصى ارتفاع له ثم تبدأ بسحب القرص نحو الأرض. حيث أن سرعة القرص العمودية تقل بمعدل $1.9 \text{م}/\text{s}^2$ في كل ثانية يقضيها القرص في الهواء وإلى أن يصل أقصى ارتفاع له. ثم يبدأ القرص باكتساب السرعة في الهبوط بنفس النسبة التي فقدها في الصعود.

مقاومة الهواء

إن قوة دفع الرياضي للقرص وقوة سحب الجاذبية ومقاومة الهواء له تتمثل (بالشكل ٦٢).
أن خط المسار للقرص يتاثر بائي من هذه القوى الثلاثة التي تؤثر عليه وبما أن عمل الجاذبية الأرضية لا يمكن السيطرة عليه أو تغييره نجد أن الرامي يؤثر على هذا المسار في الهواء عن

www.hollanduniversity.org

طريق استخدام الاسس الميكانيكية **الصحيحة** والتي ستنظر لها لاحقاً في الموضوع الخاص بالاقتصادية في استخدام القوة بالشكل الصحيح ومحاولة التقليل من مقاومة الهواء للقرص في حركته إلى الأمام واستخدام الهواء لحمل القرص إلى مسافة أبعد.



شكل (١٢)

العلاقة بين القوى الثلاثة المؤثرة على القرص

٨- التخلص وحفظ التوازن: The reverse

بعد التخلص من القرص يجد اللاعب نفسه مضطراً لأداء بعض الحركات بغرض الاحتفاظ باتزان داخل دائرة الرمي نتيجة قوة انفاسه وسرعة الدوران فيقوم بتبدل وضع القدمين حيث تقدم الرجل اليمنى إلى الأمام وتقع عليها كتلة الجسم في هذه اللحظة ويقوم بسحب جسمه للخلف كما سحب الذراع اليسرى في اتجاه مضاد لاتجاه الرمي في وضع اثناء من المرفق متصلة بالجسم وذلك لتغير اتجاه اندفاع الجسم للأمام لعدم السقوط أو الخروج خارج دائرة الرمي وبذلك يمكن للاعب رمي القرص أن يحتفظ بتوازنه داخل الدائرة.

الاسس الميكانيكية في رمي القرص

يتأثر القرص خلال الرمي بالقوى الداخلية والقوى الخارجية. وتمثل القوى الداخلية بالقوى العضلية التي تقوم بعملية التسلسل الصحيح في النقلان للمجاميع العضلية خلال أداء مهارة الرمية. أي ان المصدر الرئيسي للقوة الداخلية المرافقة للقرص هي المجاميع العضلية

العاملة خلال اداء الرمية. ويدون هذا التأثير في العجلة المسباخ يكون متسلسلاً في العمل للعضلات المشاركة في الاداء الحركي لا يمكن توقع حدوث مهارة الرمية للقرص.

اما القوى الخارجية فانها تمثل كما يقول حسين والطالب (١٩٧٩) بالقوتين التاليتين:

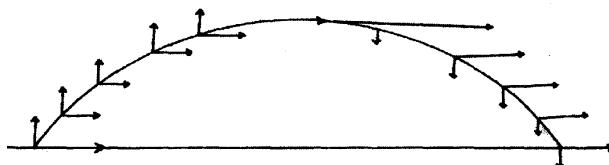
١ - قوة الجاذبية الأرضية.

٢ - قوة مقاومة الهواء.

١- قوة الجاذبية الأرضية.

كما هو معلوم ان الجاذبية الأرضية ذات تأثير كبير على حركة الاجسام المقذوفة في الهواء. والجاذبية الأرضية تسحب الاجسام باتجاه مركز الكرة الارضية عند تحليقها في الهواء. والاجسام عند قذفها في الهواء باتجاه بعيد عن مركز الكرة الارضية فانها تقذف او تقل سرعتها بمعدل $(32\text{ رم}/\text{ث})$ او $(9.8\text{ م}/\text{ث}^2)$ لكل ثانية تقضيها حركتها في الهواء. وتصل هذه الاجسام الى نقطة معينة تتوقف بها حركة الجسم المقذوف ويطلق عليها بالنقطة الميتة والتي تكون فيها السرعة صفرأ. ومن هذه النقطة تبدأ الاجسام بالعوده إلى الأرض وتزداد سرعتها تدريجياً في الهبوط بمعدل يبلغ $(32\text{ رم}/\text{ث})$ او $(9.8\text{ م}/\text{ث})$ لكل ثانية إلى أن تصل إلى الأرض وتتوقف سرعتها.

ان حركة القرص تتخذ المسار الذي نوهنا عنه توأماً فالقرص بعد تركه يد الراامي تأخذ سرعته بالتناقص تدريجياً إلى أن تصل نقطة الصفر في قمة القوس ثم تبدأ السرعة بالتزايد عند هبوط القرص باتجاه الأرض.



شكل(٦٣)

تأثير الجاذبية الأرضية على السرعتين الأفقية والعمودية

إضافة لقوة الجاذبية فأن لقوة الهواء التي يقاوم بموجبها حركة القرص تأثير كبير على حركة القرص. فالقرص خلال طيرانه يتاثر بقوة الهواء التي تقاوم حركته. وان هذه المقاومة الديناميكية للهواء يمكن التقليل من تأثيرها وعلى التقىض من ذلك فأن تأثير الجاذبية الأرضية لا يمكن التحكم بها والسيطرة عليه. ويمكن ان نلاحظ تأثير القوى الداخلية والقوى الخارجية ومدى العلاقة بينها من الشكل (٦٢).

أن مقدار هذه القوى ومدى تأثيرها يمكن التحكم بها من خلال الاستخدام الصحيح للأسس والمتغيرات والقوانين الميكانيكية والتي تتلخص فيما يلي:

- ١ - سرعة الانطلاق.
- ٢ - زاوية الانطلاق وزاوية الميل للقرص.
- ٣ - سرعة الريح.
- ٤ - السرعة الزاوية للقرص لحظة الانطلاق.

ان مشكلة بناء الدور الذي يلعبه كل من هذه العوامل مشكلة معقدة. وهناك عدة محاولات تناولت أهمية هذه العوامل في التأثير على المدى الأفقي. ومن ابرز المحاولات التي بحثت العلاقة بين العوامل أعلاه ومدى تأثيرها على الحركة الأفقية للقرص هي المحاولة التي قام بها (كانسلن 1964 ، Ganslen) حيث بحث مدى تأثير العوامل الديناميكية للريح على طيران القرص وتوصل من خلال بحثه إلى الاستنتاجات التالية:

- ١ - نسبياً الرامي الضعيف سيستفيد اكثر من الريح المضادة لخدمة السرعة من الرامي الجيد، ذلك لأن الزيادة النسبية للريح ستكون اكبر له من الرامي الذي يحرز على سرعة انطلاق عالية.
- ٢ - ليس هناك شيء مثل سرعة الريح المثلية للمسافة القصوى.
- ٣ - يظل القرص بزاوية ميل تبلغ (٢٧-٢٩°).

كوير وأخرون (1959) Cooper & Others) حاولوا تحديد العلاقة بين زاوية ميل القرص وزاوية انطلاقه لخدمة التكتين المثلالي في الحصول على اكبر مسافة رمي افقية كسرعه ابتدائية معينة وباستخدام النتائج التي توصل لها كانسلن توصلوا إلى الاستنتاجات التالية:

- ١ - سرعة الانطلاق تعتبر اكثـر العوامل تأثيراً في الحصول على المسافة الأفقية البعيدة للقرص.
- ٢ - لكل سرعة انطلاق فإن زاوية الانطلاق تأتي في الأهمية الأولى بعد سرعة الانطلاق ورامي القرص الجيد هو الذي يرمي بزاوية انطلاق تبلغ (٤٠-٥٠°).
- ٣ - زاوية الميل للقرص يجب أن تكون بين (٣٥-٤٥°).

تيرودز (Terauds, 1975) قام بدراسة حركة اربع رماة قرص دوليين اثنين من الاتحاد السوفياتي واثنين من الولايات المتحدة الامريكية وتوصل إلى النتائج المثبتة في الجدول (١٦).

المسافة المثلثة (متر)	زاوية الانطلاق (دقيقة)	السرعة (متر/ثانية)	المسافة (متر)	البلدان
٢٠٠,٥	٨٠	٧٧	٤٥	ويلكنز (أمريكا)
١٩٣,٣	٧٦,٥	٩٤	٤٧,٥	دريسجر (أمريكا)
١٨٢,٤	٧٩,٦	٩٩,٥	٤٨,٥	نوريا (روسيا)
٦١,٠ -	٧٢,٠ -	٤,٠ -	٤٨,٥	فوريك (روسيا)

(١٦) جدول

زاوية الانطلاق وزاوية الميل وسرعة الانطلاق ومسافة الرمي لاطول رمية لكل بطل عالمي في اللقاء الدولي

ومن أجل الاطلاع بشكل تفصيلي على الاسس الميكانيكية المؤثرة على فعالية رمي القرص سنقوم هنا بتخطيط تلك الاسس والعوامل وفتـأ ما جاء به حسين والطالب (١٩٧٩) عن(بن Dyson, 1986) و (Bun, 972).

الاسس الميكانيكية المؤثرة على سرعة الانطلاق

١- أن سرعة الانطلاق والمسافة التي يحصل عليها القرص لغرض قذفه إلى ابعد مدى أفقى تتأثر بشكل كبير بالسرعة التي يكتسبها القرص وبالزاوية التي يشكلها مع المستوى الأفقي للعلاقات الجبرية التالية:

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{السرعة}^2 \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\text{الزمن} = \frac{\text{ضعف السرعة} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

ومن ملاحظتنا للمعادلتين أعلاه فإن سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق تلعبان دوراً هاماً مؤثراً فيما بينهما. أما التعجيل الأرضي فإنه ثابت. ومن تلك الأهمية التي تلعبها سرعة الانطلاق سنحدد أهم الأسس الميكانيكية المؤثرة فيها وهي كالتالي:

١ - سرعة دوران القرص حول محور الدوران خلال القسم التحضيري تتأثر بالقوة والمسافة والזמן فالرامي يضع قدميه قريباً من حافة مؤخرة الرمي عند البداية مع مواجهة مجال واتجاه الرمي بظهره ثم يبدأ بالحركة الدائرية عن طريق قوة العضلات المشاركة في الحركة والتي تعمل لمسافة مناسبة وبفترة زمنية قليلة. وكلما كانت القوة الزمنية المستخدمة خلال هذا القسم كبيرة كلما كانت سرعة الانطلاق كبيرة للقرص. وكلما استخدمت هذه القوى لدى أو مسافة كبيرة كلما أمكن الحصول على مقدار كبير للشغل الذي سيحصل عليه القرص ووفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{المسافة}$$

كما وإن القوة المرجحة لخدمة حركة القرص عندما تستغل لفترة قصيرة كلما أمكن الحصول على زيادة قوة دفع كبيرة للقرص وذلك من خلال العلاقة أدناه:-

$$\text{الدفع} = \text{القدرة} \times \text{الزمن} = \text{Impulse}$$

إضافة لذلك فإن القوة التي يستخدمها الرامي لوحدها غير كافية لدفع القرص إلى بعد ما يمكن. بل أن القرص يتأثر بالقوة والسرعة التي تستخدم خلاها هذه القوة فعندما تكون هذه القوة المستخدمة بسرعة عالية فإن سرعة الانطلاق للقرص ستكون عالية والعكس هو الصحيح وذلك لأن العامل المؤثر في سرعة الانطلاق هو القدرة التي تحكم بقيمتها القوة والسرعة وكما في أدناه:

$$\frac{\text{الشغل}}{\text{بما أن القدرة}} = \frac{\text{الزمن}}{\text{لذلك فإن القدرة}}$$

وحيث أن الشغل = القوة × المسافة

$$\frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{لذلك فإن القدرة}}{\text{الزمن}}$$

$$\frac{\text{الشغل}}{\text{بما أن السرعة}} = \frac{\text{الزمن}}{\text{لذلك فإن القدرة}}$$

لذلك فإن القدرة = القوة × السرعة

- لهذا فالرامي الذي يعمل على توجيه قوة عضلية كبيرة خلال سرعة عالية يضمن قدرة عالية تحقق له انجازاً عالياً ذلك لأن سرعة الانطلاق ستكون كبيرة.
- ٢ - ان سرعة الانطلاق تتأثر بطول نصف القطر الدوران وبالسرعة الدائرية والسرعة الخطية كما نلاحظ في العلاقات التالية:

$$\frac{\text{السرعة الخطية}}{\text{السرعة الدائرية}} = \frac{\text{نصف القطر}}{\text{نصف القطر}}$$

ان العلاقة بين نصف القطر والحركة الدائرية هي علاقة عكسية والعلاقة بين السرعة الدائرية والسرعة الخطية هي علاقة طردية. أما العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر علاقة طردية. أن العلاقة الأولى العلاقة العكسية بين الحركة الدائرية ونصف القطر خلال القسم التحضيري يمكن توضيحها بالمثال التالي:

كانت السرعة الخطية للقدم عند رفسها من قبل اللاعب ١٠ قدم/ثا رمي القرص بسرعة خطية بلغت (١٥ قدم/ثا) وكان مركز ثقل القرص يبعد (٢٤ قدم) عن محور الدوران. ما هي قيمة السرعة الدائرية وما هي قيمتها عندما يكون نصف القطر (٣٠ قدم).

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{\text{السرعة الخطية}}{\frac{1}{2}} = \frac{15}{\frac{7,0}{\text{نصف القطر}}} \text{ قدم / ث}$$

$$\text{في الحالة الثانية السرعة الدائرية} = \frac{15}{\frac{5}{3}} \text{ قدم / ث}$$

لهذا فإن السرعة الدائرية تقل قيمتها عند زيادة نصف القطر أما العلاقة الثانية وهي العلاقة بين السرعة الدائرية والسرعة الخطية فيمكن توضيحها بالمثال التالي:
 رمي القرص بسرعة خطية بلغت (١٥ قدم/ثا) وكان مركز ثقل القرص يبعد (٣) قدم عن محور الدوران. ما هي قيمة السرعة الدائرية وما هي قيمتها عندما تكون السرعة الخطية (١٢) قدم/ثا).

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{15}{\frac{3}{2}} = 10 \text{ قدم / ث في الحالة الأولى}$$

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{12}{\frac{9}{2}} = 12 \text{ قدم / ث في الحالة الثانية}$$

لهذا فإن سرعة الرامي الدائرية تؤدي إلى زيادة سرعته الخطية وهذه الزيادة في السرعة الخطية المتساوية عن زيادة السرعة الدائرية إلى زيادة سرعة القرص لحظة انطلاقه. ورامي القرص الجيد يعمل على تجنب القرص خلال دورانه في القسم التخسيسي إلى محور جسمه لفرض زيادة سرعته الدائرية. وعندما يصل إلى لحظة قبضه قبل رمية القرص وكانت قوة الرامي كافية بحيث تسمح له بمسك القرص بواسطة المفصل الأول لاصابع اليدين الرامية فأنه يستطيع أن يحصل على طول نصف قطر ممك لحظة الانطلاق وهذا يؤكد على العلاقة الثالثة للتناسب الطردي بين طول نصف القطر والسرعة الخطية حيث يميل الرامي إلى اطالة نصف القطر باتباع ذراع الرامي إلى أبعد ما يمكن خلال لحظة الانطلاق وذلك سيولد سرعة انطلاق عالية للرمي. ويمكن ملاحظة ذلك في المثال التالي:

كانت سرعة القرص الدائرية 25 م/ث وكانت سرعة الدوران $25 \text{ را}\ddot{\text{م}}$ يبعد متراً واحداً عن القرص.
احسب قيمة السرعة الخطية وماذا ستكون قيمة السرعة الخطية عندما يكون طول نصف
القطر $125 \text{ را}\ddot{\text{م}}$.

$$\text{السرعة الخطية} = 1 \times 25 = 1 \text{ م/ث}$$

$$\text{السرعة الخطية} = 25 \times 25 = 25 \text{ را}\ddot{\text{م}}/\text{ث}$$

ولذا اردنا معرفة تأثير التغير للسرعة الخطية بسبب طول نصف قطر الدوران وعندما تكون زاوية الانطلاق واحدة في الحالتين وهي 45° على مسافة لرمي أو المدى الآتي للقرص.

$$\frac{\text{المدى الآتي}}{\text{التعجيل الأرضي}} = \frac{s^2 \times 2 \times \text{جا الزاوية}}{s^2}$$

$$m = \frac{2(25) \times \text{جا } 90^\circ}{9,8} = 36,77 \text{ م}$$

أما في الحالة الثانية

$$m = \frac{2(31,25) \times \text{جا } 90^\circ}{9,8} = 36,77 \text{ م}$$

٣ - إن سرعة الدوران يجب أن تكون متوازنة وسريعة وهذه السرعة يجب أن تبدأ من البداية وحتى لحظة الانطلاق للقرص. وإن انطلاق القرص من يد الرامي يجب أن يتم والقدم لا تزال متصلة بالارض وذلك لأن السرعة تتوقف أو تقل عندما يرمي القرص والقدمان قد تركتا الأرض. وكذلك فإن التأخير أو التوقف خلال الدوران يؤدي إلى توقف وتأخير في انتقال القوة التي تحدثها الحركة الدائرية للجسم خلال القسم التحضيري.

٤ - يجب ان يسحب القرص خلال دوران الجسم خط عمل الكتفين فالذراع الحاملة للقرص تسحب الاكتاف خلال الدوران ومن البداية حتى لحظة انطلاق القرص. وان القدم الامامية يجب ان تغرس امام مركز الثقل قبل لحظة انطلاق القرص ذلك لأنه يؤدي إلى زيادة سرعة الاكتاف مقارنة بسرعة مركز ثقل الجسم مما يؤدي إلى زيادة سرعة زيادة الانطلاق.

٥ - قلل سرعة الانطلاق كلما كانت الارض رخوة أو معامل الاحتكاك واطئ لذلك يجب ان تكون الارض داخل دائرة الرمي قوية ومتاسبة لضمان قوة مناسبة لرد فعل الارض ومعامل احتكاك عال.

٦ - عندما يكن الغرض هو السرعة العالية لحظة انطلاق القرص وعندما تكون كافة اجزاء الجسم او بعضها مشاركة في تطوير هذه السرعة العالية فأن سرعة كل جزء من هذه الاجزاء المشاركة يجب ان تكون اسرع من التي قبلاها واتجاهها يكن باتجاه الهدف او الغرض من الحركة.

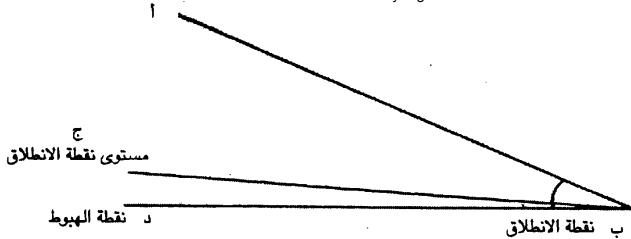
٧ - عندما تحول الحركات الدائرية الى حركة خطية فالسرعة العالية ستتحول عندما يكن الاتجاه الخطي على زاوية قائمة مع نصف القطر الذي يربط نقطة الانطلاق مع مركز الدوران.

- الأساس الميكانيكي المؤثر على زاوية الانطلاق

ان زاوية الانطلاق المثالبة بغرض النظر عن قيمتها فأنها تعتمد بالاساس على سرعة الانطلاق وعلى ارتفاع القرص عن الارض خلال لحظة الانطلاق. ان الأساس الميكانيكي التي تحكم بزاوية الانطلاق هي:

١ - يجب ان ينطلق القرص بزاوية (45°) او اقل تقريباً. وانما ما انطلق القرص من مستوى أعلى من نقطة هبوطه فالزاوية يجب ان تكون اقل من (45°). وكلما كان مستوى الانطلاق اعلى من مستوى الهبوط كلما تطلب ذلك ان تكون زاوية الانطلاق اقل من (45°). فالزاوية تقل كلما ارتفع طول الرامي. وهناك طريقتان في قياس زاوية الانطلاق (حسين والطالب. ١٩٧٩) والطريقتان هما:

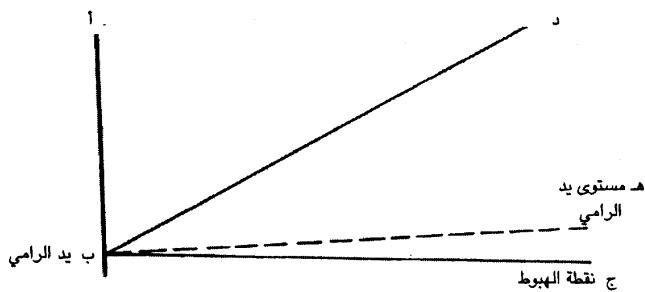
* الطريقة الأولى : يتم قياس الزاوية المثالبة من الخط العمودي الذي يصل نقطة الانطلاق بنقطة الهبوط كما في الشكل (٦٤) والذي تكون فيه الزاوية هي زاوية (أ-ب-د) لذلك يمكن ان نحدد بأن زاوية الانطلاق (أ-ب-ج) في الرمي يجب ان تكون اقل من (45°) مع المستوى الأفقي كما هو ملاحظ من نفس الشكل.



شكل (١٤)

الطريقة الأولى لتحديد زاوية الانطلاق

* الطريقة الثانية : يمكن قياس الزاوية المثلثية للانطلاق برسم الخط الذي ينصف الزاوية بين الخط العمودي الذي يمر بيد الرامي لخط الانطلاق والتمثل بالخط (ا) (ب) والخط الوهمي (ب ج) بين اليد ونقطة الهبوط أي الخط (ب د).



شكل (١٥)

الطريقة الثانية لتحديد زاوية الانطلاق

32

$$\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र } \circ A_1 = \frac{\lambda\lambda}{\lambda \times \cdot\lambda \times \frac{1}{4} \cdot \lambda} = \lambda\lambda' 3 \text{ एवं}$$

$$\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र } \cdot A_1 = \frac{\lambda\lambda}{\lambda \times \cdot\lambda \times \frac{1}{4} \cdot \lambda} = \lambda\lambda' \lambda \text{ एवं}$$

$$\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र } \circ 3_1 = \frac{\lambda\lambda}{\lambda \times \cdot\lambda \times \frac{1}{4} \circ 3_1} = \lambda \cdot \lambda \text{ एवं}$$

$$\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र } \circ A_1 = \frac{\lambda\lambda}{(\cdot\lambda)_\lambda \times \lambda \times \frac{1}{4} \circ \lambda} = \circ \lambda \lambda \text{ एवं}$$

$$\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र } \cdot A_1 = \frac{\lambda\lambda}{(\cdot\lambda)_\lambda \times \lambda \times \frac{1}{4} \cdot \lambda} = \circ \lambda \lambda \lambda \text{ एवं}$$

$$\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र } \circ 3_1 = \frac{\lambda\lambda}{(\cdot\lambda)_\lambda \times \lambda \times \frac{1}{4} \circ 3_1} = \lambda \lambda \lambda \text{ एवं}$$

प्राचीन विद्युत क्षेत्र का गणना करने के लिए निम्नलिखित विधि का उपयोग करें। इसका अर्थ है कि विद्युत क्षेत्र का विस्तार (A) विद्युत क्षेत्र का विस्तार (B) का अनुपात हो। यह विद्युत क्षेत्र का विस्तार (A) का अनुपात हो।

$$\text{विद्युत क्षेत्र } = \frac{\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र}}{\lambda \times \text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र}}$$

$$\text{प्राचीन } (A) \text{ विद्युत क्षेत्र } = \frac{\text{प्राचीन विद्युत क्षेत्र}}{(\text{प्राचीन } A) \times \lambda \times \frac{1}{4} \text{ विद्युत क्षेत्र}}$$

प्राचीन विद्युत क्षेत्र:

विद्युत क्षेत्र का विस्तार (A) विद्युत क्षेत्र का विस्तार (B) का अनुपात हो। यह विद्युत क्षेत्र का विस्तार (A) का अनुपात हो।

ومن تحليل النتائج اعلاه يمكن ان نحدد بأن الرمية بزاوية (٣٠°) سيسير القرص بزمن قليل ولمسافة اطول من الرمية بزاوية (٥٧°) وعندما ترمي الأداة بزاوية (٤٥°) سيسير القرص مسافة اطول قليلاً من المسافة في الزاوية (٣٠°) وتستغرق الأداة زمناً اطول كما في الجدول رقم (١٧).

الزاوية (الراديان)	الزاوية (الدرجات)	الزمن (الثانية)	مسافة الانتقال (قدم)
١٥٣	٢٠,٩	٤٥	٧٠ قدم / ث
١٣٢,٥	٢١٩	٣٠	٧٠ قدم / ث
٧٦,٥	٤٢٢	٧٥	٧٠ قدم / ث

جدول رقم (١٧)

علاقة سرعة الانطلاق بزاوية الانطلاق وزمن الطيران والمدى الأفقي

- الاسس الميكانيكية المؤثرة على مقاومة الهواء

اضافة للعوامل المؤثرة التي تم تناولها فإن القرص خلال طيرانه يتاثر بقوة الهواء. وعندما يواجه القرص الهواء، فإن هناك تأثيران يعملان على حركته. الأول هو اتجاه حركة الهواء وخاصة تلك التي تكون قريبة للقرص حيث تكون صغيرة لذلك يمكن له عبور المعرقات في خط سيره ومساره والثاني الهواء القريب من سطح القرص يقل للأسفل كنتيجة لتلاصمه وتصادمه مع القرص خلال حركته.

هذه التأثيرات في سرعة واتجاه الريح تؤخذ بالاعتبار-ذلك لأن القرص يعطي قوة على الهواء. وكرد فعل فإن الهواء يعطي قوة مساوية في القيمة ومضادة في الاتجاه على القرص. أن هذه المقاومة الكبيرة للهواء على القرص يتناسب مقدارها تناضياً طردياً مع مربع القرص خلال طيرانه في الهواء. وكلما تضاعفت سرعة القرص كلما زادت مقاومة الهواء له.

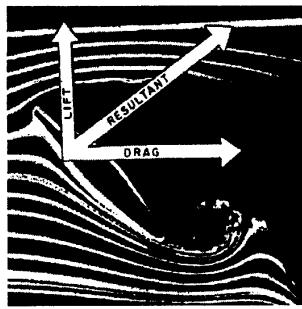
ان المركب لقوى الهواء والتي تعمل على اتجاه مسار الهواء يطلق عليها تسمية الاعقة والتي تعمل بشكل أفقي على مسار حركة القرص وتعيق حركته. أما المركب الآخر فإنه يعمل بشكل

عمودي على خط سير القرص ويعمل على رفع القرص للأعلى في الهواء ويطلق عليه مركب الرفع. ويمكن ملاحظة هذه المركبات الأفقية (الاعقة) والعمودية (الدفع) في الشكل (٦٦) والذي تحدد فيه المحصلة لهاتين المركبتين. إن مقدار سطح الاعقة المؤثرة على حركة القرص يعتمد على مجموعة من العوامل والتي من أبرزها:

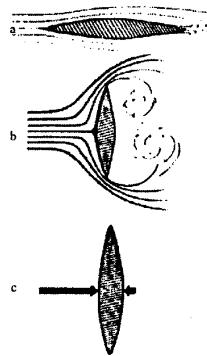
- ١ - سرعة الانسياب المناسبة مع حركة الجسم.
- ٢ - مساحة سطح القرص.
- ٣ - صقل أو نعومة سطح القرص.

ومن أجل تقليل حجم الاعقة لابد من الأخذ بنظر الاعتبار العوامل أعلاه.

ان الوضع الذي يأخذ القرص كما في الشكل (٦٧أ) لا يملك الهواء الا تاثيراً قليلاً على حركته. أما عندما يدور القرص بدرجة (٤٠°) فإن تاثير الهواء سيكون كبيراً على حركته كما في الشكل (٦٧ب) ذلك لأن الهواء سيواجه مساحة كبيرة من القرص. أما في (C) من نفس الشكل فأن قيمة المتجه (A) يمثل المحصلة لقوة الضغط على مقدمة وجه القرص وباتجاه المسار. أما المتجه (B) فإنه يمثل القوة المتناهية على الوجه الخلفي.



شكل (٦٦)
مركبات الاعقة والرفع والمحصلة على القرص



شكل (٦٧)
الاعقة على القرص

كما وان مقدار الاعاقة الامامية تعتمد على مجموعة من العوامل التي اهمها ما يلي:

١ - المساحة المتقاطعة للجسم المتعادم على المسار.

٢ - شكل القرص او الاداء.

٣ - صقل او نعومة سطح القرص.

كما وان الاهتمام في فعاليات الرمي يجب ان يركز على تطوير ادائهم اي اللاعبين بالنسبة للعامل اعلاه اضافة الى السيطرة والتحكم على مرحلة الاعاقة التي تعمل على الاداء المقدوفة وعلى مرحلة الرفع.

فعلى سبيل المثال يحاول الراامي رمي القرص بطريقة يتمكن من خلالها من مواجهة ادائه اقصى مقدار لمرحلة الاعاقة وتقليلها الى اقل ما يمكن وفي نفس الوقت يلاقي اقصى مقدار لمرحلة الرفع لكي يدفع القرص في الهواء ويتمدد زمن طيراته.

ان لكل سرعة انتلاقاً فأن مقادير الرفع والاعاقة تعتقد في قسم منها على كيفية التعامل مع الاداء المقدوفة فإذا ما كانت الاداء مائلة ومتعامدة مع اتجاه حركة الهواء كما في الشكل (b) فأن مقدار الاعاقة كبيرة والرفع قليلاً.

ومن جانب اخر فإذا ما كانت متوازية مع حركة الرياح كما في الشكل (a) فأن مقدار الاعاقة يكون قليلاً ومقدار الرفع قليلاً ايضاً. من ذلك يتضح ان الجسم اذا ما واجه اي تأثير لمرحلة الرفع فإن الزاوية بين سطح او محور القرص والخط الافقى والتي يطلق عليها بزاوية الميل يجب ان لا تكون بين الزاوية صفر والزاوية (٩٠°) وهذا يعني ان الاعاقة يجب ان تكون اكثراً من القيمة الدنيا التي يمكن الحصول عليها.

ويختصار فأن التوفيق ضروري بين العاملين المتضاربين وهما اقصى مرحلة رفع والذى مرحلة اعقة ما دامت استجابة الحصول عليهم بنفس الوقت. ومن اجل ملاحظة عملية التوفيق بين كلا المركبتين الاعقة والرفع عن طريق تغيير زوايا الميل للقرص يمكن ان نطلع على الجدول (١٨) كما جاء في (Hay 1978) عن (كانسلن). وهذا الجدول يوضح كيف ان قوى الاعقة والرفع تختلف باختلاف زاوية الميل.

الرقم (الرقم)	النوع (النوع)	النوع (النوع)	النوع (النوع)
صفر	٠,٢٦٤	صفر	صفر
٢,٨٩٠	٠,٣٧٧	٠,٩٧٤	١٠
٢,٥٧٩	٠,٩٢٨	٢,٣٩٣	٢٠
٢,٢٦٨	١,٣٠١	٢,٨٨٥	٢٥
٢,٠٠٦	١,٥٤٧	٢,١٣	٢٧
١,٨٦٤	١,٦٦٥	٢,١٣	٢٨
١,٣٨٧	١,٧٨٥	٢,٤٧٥	٢٩
١,٣٧١	١,٨٣٣	٢,٥٢٠	٣٠
١,١٥٨	١,٩٦٥	٢,٢٧٥	٣٥
٠,٨٩٠	٢,١٤٧	١,٩١١	٤٠
٠,٨٠	٢,٥٠٢	٢,٠٠٢	٤٥
٠,٧٠	٢,٧٤٨	١,٩٣٨	٥٠
٠,٤٥٩	٢,٣٦٧	١,٥٤٧	٦٠
٠,٢٩٠	٣,٦٩٤	١,٠٧٣	٧٠
١,٥١	٣,٧٩٤	٠,٥٧٣	٨٠
صفر	٣,٩٨٥	صفر	٩٠

(١٨) رقم جدول

قوى الرفع والاعاقة على القرص

(سرعة الريح = ٨٠ قدم/ثانية)

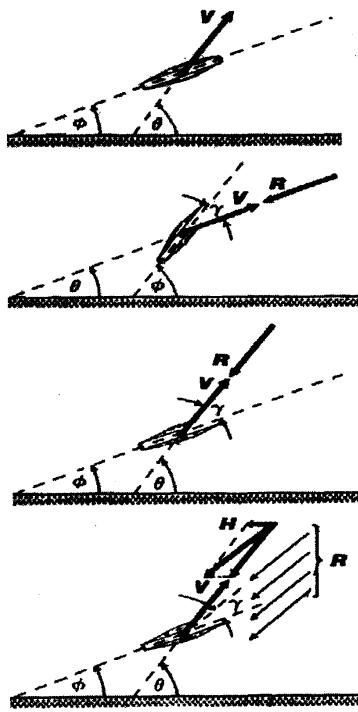
يزداد مقدار الرفع من (صفر) باوتد الى (١٠٣) باوتد بزاوية (٢٨-٢٧) ثم يتناقص الى قيمة الصفر بزاوية (٩٠) اما الاعقة فانها تزداد تدريجياً من (٣٦٤) باوتد بزاوية صفر الى (٣٩٨٥) باوتد بزاوية (٩٠) إلا أن المشكلة لحل هذه العلاقة عن طريق زاوية الميل التي تعطى افضل توفيق بين كلا المركبتين الاعقة والرفع يمكن التغلب عليها عن طريق النسبة بين مقدار الرفع على مقدار الاعقة واخذ تلك الزاوية التي تضمن قيمة عالية من النسبة. وفي العمود الاخير من الجدول والذي يحتوي على

الرُّفْعُ
النَّسْبَةُ بَيْنَ
الْاعْقَةِ

ويبدو من هذا العمود ان افضل زاوية للميل هي زاوية (٩٠).
ان القرص اذا ما رمي في هواء ساكن فان علاقه الريع تتساوي في القيمة وتعاكش في الاتجاه مع اتجاه حركة القرص.

زاوية الانحراف في لحظة الانطلاق تساوي (زاوية الميل - زاوية الانطلاق) كما في الشكل (٦٨) ان زاوية الانحراف تعادل صفرأً عندما تتساوى قيمة زاوية الانطلاق مع زاوية الميل. وتكون زاوية الانحراف سالبة عندما تكون زاوية الانطلاق اكبر من زاوية الميل. وتكون موجبة اذا كانت زاوية الميل اكبر من زاوية الانطلاق ان زاوية الانحراف السالبة هي الزاوية الشائعة عند اللاعبين الجيدين لانها تضمن الحصول على اكبر مسافة افقية خلال التحليق يقلل من مقاومة الهواء الى درجة كبيرة. اما في الحالة التي يكن فيها القرص وضع موجب بدون زاوية لانحراف فانه يأخذ شكلا عمودياً خلال التحليق بما يعرض مساحة كبيرة من وجه القرص باتجاه الهواء ويسبب تعطيل مركبته بعد فترة قصيرة.

أن الجدولين (١٩) و(٢٠) يوضحان العلاقات التي حدثت من قبل دايلون (١٩٨٦) عنكوبير وأخرين (١٩٥٩) بين زاوية الانطلاق وزاوية الميل ومدى تأثيرها على الانطلاق بعد تغييرها من (٣٤) م/ثا في الجدول (١٩)



شكل (٦٨)

العلاقة بين زاوية الانطلاق (٠) و زاوية الميل (γ) و زاوية الانطلاق (y)

المسافة بالنظام المترى

جلد (١٩) علاقة زاوية الانطلاق ونهاية الميل بالنسبة التي يقلع بها الفرس عندما تكون السرعة (٣٤، ٢١، ٢٠ / ث)

علاقة زاوية الانحراف وذروة الميل بالمسافة التي يقطعها الفرص عندما تكون السرعة $(32, 24, 3)$ المسافة بالنظام التجري

العضلات العامة في فعالية رمي القرص

أن مصدر القوة الدافعة للقرص هو التقلص العضلي لأكثر من مجموعة عضلية واحدة في جسم الإنسان، وهذا يستوجب اتباع التسلسل الصحيح في الأداء الحركي، حيث تبدأ الحركة من العضلات الفخذية والعضلات المحيطة بمركز ثقل الجسم، والتي هي عضلات بطينية عادة وقوية، تعقبها حركة الساقين وأخيراً حركة الذراع واليد والاصابع والتي تضيف إلى سرعة الحركة فالسرعة التي يحصل عليها القرص تعتمد على تسلسل تقلص العضلات في هذه الأجزاء المختلفة، حيث يبدأ تقلص أي مجموعة عضلية في اللحظة التي تكون الحركة التي أحدثتها التقلص الذي سبقة قد وصلت إلى أقصى سرعة لها أي عندما تصل السرعة أقصاماً والتعجيل صفر. بهذه الحالة فإن مقدار القوة الدافعة هو للقرص حاصل جمع القوى العاملة إذا استخدمت باتجاه واحد وبالسلسل والتوقيت الصحيح. من هنا نلاحظ ضرورة تقوية عضلات الاطراف السفلية والجذع والاطراف العليا على حد سواء في هذه الفعالية.

أن قوة عضلات الاطراف السفلية ضرورية لا لكونها تضيف إلى سرعة الحركة فحسب بل لكونها تشكل القاعدة القوية التي تستند عليها الحركة أما في الجذع فإن عضلات التدوير (عضلات تدوير العمود الفقري) فتشترك بشكل رئيسي في حركة رمي القرص. فالرامي الذي يرمي القرص بيده اليمنى يحتاج إلى تقوية عضلات تدوير العمود الفقري إلى جهة اليسار والتي تشمل العضلة المنحرفة الخارجية اليمنى والعضلة المنحرفة الداخلية اليسرى. ومجموعة العضلات ناصرة العمود اليسرى.

أما في مفصل الكتف فتشترك عضلات الثنائي الأفقي (الصدرية الكبرى والدالية الأمامية والغرافية وذات الرأسين العضدية) وفي المكتفين تشتراك عضلات الإبعاد المستندة والصدرية الصغرى) بما أن رمي القرص يحدث والذراع ممدودة في مفصل المرفق فإن عمل عضلات ثني المرفق يكون محدود ونسبة في هذه الفعالية. بالرغم من هذا فإن تقلص عضلات ثني المرفق (ذات الرأسين العضدية والأمامية والعضدية الكعبية والباطحة المستديرة) في اللحظة الأخيرة قد يساعد في زيادة سرعة القرص.

أما عضلات رفع اليد والاصابع فهي تعمل على مسك القرص للتغلب على القوة اللامركزية الناتجة عن دوران الرياضي حول محوره العمودي والتي تحاول سحب القرص نحو الخارج

بالإضافة إلى كون تقلصها السريع في آخر الحركة يضيف إلى السرعة. وعضلات الرسم العينية التي تعمل في هذه الحالة هي عضلات الأبعاد التي تشمل قابضة الرسم العينية وبواسطة الرسم العينية القصبية وبواسطة الرسم العينية الطويلة.

التحليل الحركي لفعالية رمي الرمح

يعتمد التكينيك على التوفيق بين السرعة القصوى والقوة القصوى خلال ركضة الاقتراب خلال الركضة التقريبية البالغة (١٤-١٧) خطوة يحمل الرامي الرمح بقبضته خاصة وفي وضع فوق الكتف بشكل يسمح بالركض المتوازن والمرتخي مع تعجيل تدريجي في السرعة الفعلية والتي يسيطر عليها بواسطة قدرة الرامي في بذلك قوة عالية من عضلات جسمه.

أن العوامل الأساسية التي تحكم في رمي الرمح هي نفس العوامل التي تؤثر على فعالية رمي القرص والتي هي:

- ١ - سرعة الرمي.
- ٢ - زاوية الرمي.
- ٣ - ارتفاع الرمي.
- ٤ - الهواء.

أن سرعة انتلاق الرمح من يد الرامي تعتبر عاملاً مهماً في تقيير المسافة التي يمكن الحصول عليها أو التي يقطعها الرمح.

أما الزاوية المثلثية للأرمام القدمية التي لم يؤخذ في صنعها مسألة التأثير الديناميكي للهواء فإن الزاوية المثلثية تراوحت بين (٠.-٤٠)° للرمي الجيدة. ولقد قدرت الزاوية المثلثية للرمي الجيدة التي تأخذ بنظر الاعتبار مسألة التأثيرات الديناميكية للهواء تقديرات مختلفة في قيمتها. ولقد كان أكثر هذه التقديرات شيئاًًاً و التي أخذت بنظر الاعتبار المواصفات السليمة والعلمية في صنع النوعية الجيدة للرمي هي التقدير الذي حد زاويته (٤°) أو أقل من ذلك نقطة الارتفاع أكثر ارتفاعاً من نقطة الهبوط. في الحالات التي تكون فيها حركة الهواء طبيعية. أما عندما يكون اتجاه الهواء مع اتجاه حركة الهواء طبيعية، أما عندما يكون اتجاه الهواء مع اتجاه حركة الرمح فإن هذه الزاوية تكون أكبر من ذلك. وتكون الزاوية أقل من ذلك عندما يكون اتجاه الرمح واتجاه الهواء متلاقيين.

اما بالنسبة للذراء المطروحة حول علقة زاوية الانطلاق بزاوية الميل فانها كثيرة ومتعددة الا ان معظمها اكد على ان تكون زاوية الانطلاق متساوية مع زاوية الميل ومع ذلك فأن دايسون (١٩٨٦) اكد على ان زاوية الميل يجب ان تكون اقل من زاوية الانطلاق. سنتناول هنا استخدام تلك القوانين الميكانيكية اعلاه في عملية التحليل الحركي لاقسام فعالية رمي الرمح.

١ - الركضة التقريبية:

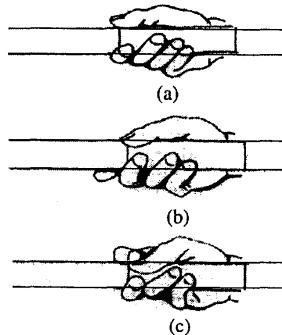
يشتمل هذا القسم على المске» القبض «والحمل» الرفع «والركض بالرمي خلال عملية الفترة التحضيرية للرمي وهناك ثلاثة طرق في عملية مسك الرمح خلال الركضة التقريبية وهي:

- ١ - القبضة الامريكية بواسطة الابهام والاصبع الاول كما في شكل (a-٦٩).
- ٢ - القبضة النهائية بواسطة الابهام والاصبع الثاني كما في شكل (b-٦٩).
- ٣ - القبضة بواسطة الاصبع الاول والاصبع الثاني كما في شكل (c-٦٩).

ان القبضة من النوع الثالث اكثر شيوعاً واستخداماً من قبل الرياضيين ثم تأتي من حيث الأهمية في المرتبة الثانية النوع الثاني ثم النوع الأول. أما من الناحية الاقتصادية والفائدة التكنيكية للأنواع الثلاثة لعملية مسك الرمح فإن البحوث أثبتت عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية لتلك الاشكال.

اما بالنسبة لحمل او رفع الرمح خلال الركضة التقريبية فإنه يفضل ان يكون محمولاً في موضع فوق الكتف مع تحريك اليدين الراهنعة للرمح للخلف وللامام قريباً من الازن وبانسجام وتوقيت مع حركة ساق الرامي.

ومن خلال الانتقال من الركض إلى الرمي خلال الرمي نفسه فإن معظم الرماة الجيدين يستخدم السرعة العالية لعشرة (١٠-١٢.) خطوة (٥-٦٠.) قدم تقريباً. هذه مع (٢-٧) خطوة تستخدم في الانتقال من الركض الى الرمي مع خطوات الاعادة المستخدمة في ايقاف الرامي بعد انطلاق الرمح والتي يمكن مجموعها بشكل عام من (٧٠-١٤) خطوة (حوالي ١٠٠-١٢ قدم).



شكل (٢٦)

أنواع قبضة الرمح

٢ - الانتقال والرمي والإعاقة

يجب ان نلاحظ ابرز النقاط التي سنعطيها عند تناولنا لأهم الحركات التي يقوم بها الجسم واعضائه خلال هذا القسم الرئيسي على الشكل (٧٠) أن الصور في الشكل (٧٠) من «٤» تمثل حركات الاسترجاع او الاسترداد للرمي خلفاً. وحالما توضع قدم الرامي اليمنى قبل الوصول لوضع الرمي النهائي بخمس خطوات تكون عملية سحب او ارجاع الرمح خلفاً قد بدأت. ولو أن هناك عدة طرق مختلفة لأنجاز هذه العملية إلا أن الطريقة الشائعة الاستخدام والبسطة هي برفع الذراع الرامية للخلف مباشرة إلى وضع تكون فيه اليد وهي ممدودة كاملاً واليد بارتفاق الكتفين تقريباً. هذه الحركة تتوافق مع دوران الكتف للحفاظ على الرمح على مستوى اتجاه الرمي المطلوب وتتأخذ (٥-٢) خطوة انتقالية خلال هذه الخطوات والتي بعدها يكن حوض الرياضي للأمام قليلاً واقدامه مؤشرة للأمام أيضاً لغرض المحافظة والسيطرة على النغم الحركي الذي تم الحصول عليه نتيجة لركضة الاتقرار وفي (H-g) من الشكل (٧٠) تبدا الخطوات المتقطعة، أن الغرض من تقطيع الخطوات هو الحصول على وضع

قدمي الرياضي أمام القسم العلوي لجسمه لذلك فهو حالما يضع قدمه الأيمن في نهاية هذه الخطوات يمكن باستطاعته أن يتحرك إلى وضع مثالي يمكن خلاله من إنجاز الرمية من ذلك يقوم بالاداء مع القيادة القوية من قدم اليسار مع العمل السريع لكلا الساقين مما قسم الطيران وقسم الاعادة أو الاتصال مع الأرض. وهذا العمل السريع للساق يضع قدم اليسار أمام قدم اليمين وفي نفس اللحظة تكون قدم اليمين قد لامست الأرض وهذا يستهل للانتقال السريع إلى وضع الرمي.

في الصورة (١) توضح الهبوط في نهاية خطوة التقاطع، فالرياضي يلامس الأرض بطبع القدم الأيمن مع ميلان خلفي للجذع . وبالمقارنة لهذا الوضع مع وضع الانتصاف فأن وضع الجذع المائل يعطي وقتاً كافياً للرياضي لاعطاء القوة للرمي قبل أن يصل إلى النقطة التي يمكن أن يطلق بها الرمي. كذلك فأن هذا الميلان يؤدي إلى زيادة في المسافة أو المسار الذي يسلكه الرمح قبل الوصول إلى اللحظة الأخيرة للانطلاق مما يعطي تعجيلاً كبيراً وكافياً للرمي.

من هذا الوضع فأن نعل أو أسفل القدم اليمنى ليخنق للأرض وكذلك فأن مفاصل الحوض والركبة والكاحل تتقبض مسببة:

- ١ - تخفيض الارتطام والتصاص عند الهبوط.
- ٢ - زيادة سرعة الدوران للجسم حول القدم الأيمن.
- ٣ - لوضع الساق اليمنى في وضع مناسب يتمكن من خلاله أعطاء قوة للأسفل والخلف ضد الأرض.

أما في الصورة (٢) فأن مركز ثقل الرامي يكون قد سار نحو الأمام وفوق القدم اليمنى بقوة ويكون التمدد القوى للساق اليمنى قد بدأ لقيادة الورك للأمام.

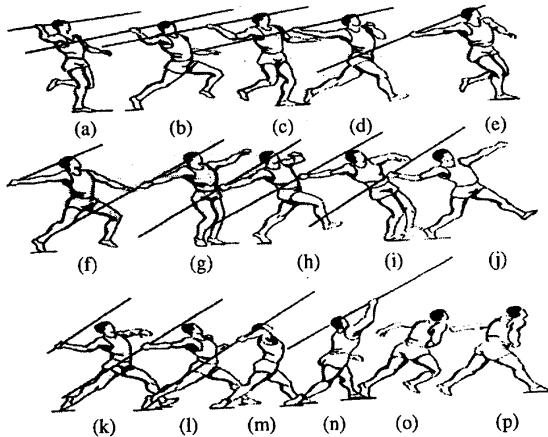
اما في الصورة (٣) قدم اليسار لامست الأرض والكب يلامس الأرض أولًا ويكون هذا التماس قليلاً نحو اليسار عن الاتجاه المطلوب للرمي.

ساق اليمنى تكون قد أكملت قيادتها ويرفوس اصابع القدم اليمنى بدأت تسحب للأمام بالتقاطع مع الأرض. ومع حركة الحوض الدائيرية باتجاه الأمام تكون قد أكملت تقريراً فالعضلات المسؤولة لهذا الدوران للجذع تبدأ مشاركتها بواسطة المرجة الأنامية والخلفية للعنكبوت الأيسر.

الصورة (L) ساق اليسار بعد ثنيتها تحت القوة الكبيرة او يكون قد سنت بثبات. دوران الجذع يستمر الكتف الأيمن يكون قد وضع للأمام وحركته هذه تسهل بواسطة الدوران الخارجي للقسم الأعلى من الذراع للرامي.

في الصورة M الحوض دفع لل الأرض باتجاه وضع الرمي بواسطة انقباض ساق اليمنى وبواسطة المقاومة التي تزد لاحقاً بساق اليسار. ويأخذ الصدر شكل القوس المشدود الأمامي. ذراع الرمي تسحب للأمام بقيادة الكتفين المرفق للأعلى والذراع مسوحة.

في الصورة N توضع عملية الانطلاق او ترك الرمح ليد الرامي الساق اليسرى تتعدد لزيادة ارتفاع مستوى الانطلاق. وأفضل مستوى ارتفاع للانطلاق الرمح كما يقول (Hay 1978) هو (٥١-٥٩٪) قدم لنطوي المستويات العليا. كما وأن التحدد الساق اليسرى يساهم بشكل فاعل في زيادة المركبات العمودية للسرعة وفي زيادة كلا العاملين السرعة وزاوية الانطلاق. تعدد المرفق يجب أن يكون كاملاً أو الرمح خلال لحظة الانطلاق يدور حول محوره الطويل. في الصورتين O و (P) يأخذ الرامي مسافة (٦-٥) قدم كخلفية أعاقة لايقاف حركته.



شكل (٧٠)

الراحل المختلفة في رمي الرمح

الفصل الثالث
التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب
Jumping

High Jump – القفز العالي

Long Jump – الوثب الطويل

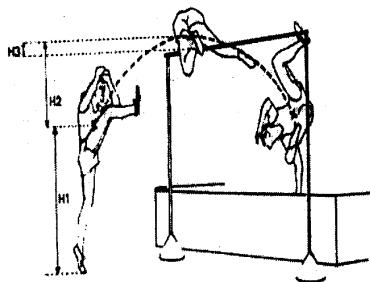
Pole Vaulting – القفز بالعصا

٢- التحليل الحركي لفعالية القفز العالي (High Jump)

لقد تم استخدام عدة طرق للوسب العالي ومن ابرز تلك الطرق هي الطريقة السرجية وطريقة فوزيري (Fosbury Flop) وستركز هنا على كلا الطريقتين وذلك لفواندتها الجيدة عند الاستعمال ومع ذلك فإن هناك الكثير من اللاعبين لا يفضلون طريقة فوزيري وذلك لخوفهم من احتمالات الاصابات الناشئة بسبب الهبوط على الظهر.

أن للارتفاع الذي يجتازه مركز الثقل للواشب يرجع إلى محصلة أو مجموع ثلاثة ارتفاعات منفصلة والارتفاعات الثلاثة هي:

- ١ - الارتفاع عند لحظة الارتفاع لحركة ثقل الجسم عن الأرض كما في الشكل (H1-٧١) وهذا الارتفاع يتركز على العاملين التاليين.
 - تكوين جسم الواشب وطول قامته.
 - الوضع الذي يأخذه الجسم لحظة الارتفاع.
- ٢ - الارتفاع الذي يصله مركز ثقل جسم الواشب من لحظة كسر الاتصال والطيران إلى أعلى نقطة فوق العارضة كما في الشكل (H2-٧١) وهذا الارتفاع خلال الطيران يعتمد على السرعة العمودية لحظة الارتفاع والثانية عن ملاحظة قدم الارتفاع في الخطوة الأخيرة للركض التقريبي والذي تسبب دفعاً عمودياً ينتقل من هذه القدم إلى بقية الجسم خلال الارتفاع انطلاقاً من القانون الثالث من قوانين نيوتن والتي تؤكد على أن لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه. لهذا فإن رد فعل الأرض يدفع الواشب للأعلى بقوة متساوية لقوه دفعه ومعاكسة في اتجاهها.
- ٣ - الفرق بين أعلى نقطة يصلها مركز ثقل جسم الواشب وارتفاع العارضة كما في الشكل (H3-٧١) أن للوسب العالي أساس وقوانين ميكانيكية تتحكم في المسافات التي ذكرناها والتي تناولها هو خموث Hochmuth.1970 (سنتناولها هنا قبل أن نحل الفعالية تفصيلاً وذلك لفواندتها والأسس هي:



شكل (٧١)

ارتفاعات مركز ثقل القافز

١- قوة البداية والوضع الأنسب للقوى القصوى:

ان عملية الحد التي يقوم بها الواثب لضمان سرعة نهائية عالية يجب ان يسبقها ويهد لها عملية ثني على شكل مرجحة مضيفة قوة موجبة في التعجيل عند بداية المد.

اما بالنسبة للعضلات المشاركة في هذا العمل فأنها يجب ان تعطي قوة قصوى خلال النصف الثاني من مسافة التعجيل بالنسبة لحركة المد.

يؤكد خلال التعليم على لا تكون الحركة التمهيدية أقوى من المطلوب وهذا الأساس ينطبق على الاقتراب استعداداً للارتفاع.

٢- مسافة التعجيل المستقيم والطويل.

ان زيادة الطاقة يعني زيادة المدى او مسافة التعجيل. ومسافة التعجيل هذه عند حركة الوثب للأعلى تحدد من خلال الفرق بين موضع ثقل الجسم عند نقطة هبوطه للأسفل بسبب حركة ثني الركبتين وبنقطة الامتداد الكامل للمفاصل في لحظة انتهاء الدفع وكسر الاتصال مع الأرض.

في الوثب العالي يجب وصول السرعة العمودية للرجل الحرة إلى أقصى مقدار لها في نفس اللحظة التي ينتهي فيها مد الرجل الأخرى خلال الارتفاع. لهذا فإن عملية توقف تأثير قوى الدفع التي تسببها للمجاميع العضلية المشاركة في الحركة لغرض خدمة التوجيه بحيث يبدأ أو ينتهي تأثيرها في ان واحد وفي اتجاه هدف الحركة.

٤ - رد الفعل:

خلال مرحلة الارتفاع يدفع الواثب الأرض وذلك لغرض الوصول إلى مرحلة الطيران والعبور مع مرحلة الرجل الحرة. أن هذه العملية تتم بشكل أساسى على قوة الدفع هذه. ووفقاً لقانون نيوتن الثالث فإن الفعل أو قوة دفع الواثب ستخلق قوة رد الفعل من الأرض بسبب زيادة في مسافة التوجيه.

٥ - بقاء كمية الحركة الزاوية

أن الهبوط السليم للواثب بعد انتهاء الحركة يعتمد على مدى التحكم بالسرعة الزاوية عن طريق تغيير أوضاع جسمه.

المتغيرات والقوانين الميكانيكية لفعالية القفز العالي

كما هو معلوم أن مسار جسم الواثب هنا يتحدد بالعاملين التاليين:

- ١ - سرعة الانطلاق.
- ٢ - زاوية الانطلاق.

والجسم في فعاليات الوثب والقفز يقطع نوعين من المسافات الأولى هي الأفقية خلال الركضة التقريرية والثانية عمودية خلال الارتفاع. وعند تطبيقنا للقوانين التي تحكم في حركة القذفوفات على فعالية الوثب العالي كونها تدخل ضمن هذا الإطار فإننا يمكن أن نستخرج القيم الحركية الأفقية لسرعة الانطلاق وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{الحركة الأفقية لسرعة الانطلاق} = \text{السرعة الابتدائية} \times \text{جيب تمام زاوية الانطلاق}$$

أما قيم الحركة العمودية فيمكن استخراجها من خلال:

الحركة العمودية سرعة الانطلاق = سرعة الابتدائية × جيب زاوية الانطلاق

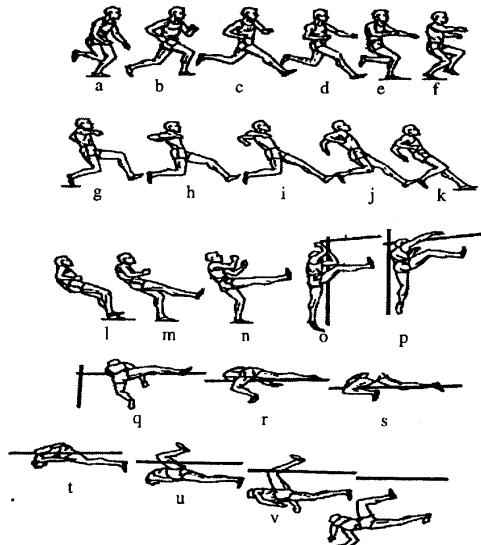
ان ضمان الحصول على مسافة عمودية عالية في الوثب العالي يتطلب زيادة زاوية الانطلاق ولأجل تحليل الفعالية هنا فإننا سنقسم ب التقسيمها الى عدة أقسام والأقسام هي:

١ - الركضه التقربيه.

٢ - النهوض.

٣ - الطيران وعبر العارضة.

٤ - الهبوط.



مراحل القفز العالي

هناك شبه كبير بين العمل العضلي للعضلات العاملة في الوثب العالي خلال هذا القسم والركض الاعتيادي وللرकضة التقريبية أهمية كبيرة في خدمة واجب الحركة وتزداد أهمية عامل السرعة للركضة التقريبية كلما ارتفعت العارضة وكلما صغرت زاوية الاقتراب.

شكل (٧٢) مراحل القفز العالي

وللرکضة التقريبية فوائد كثيرة في خدمة الواثب. ومن ابرز الفوائد ما يلي:

١ - زيادة المدى الحركي لمفاصل الجسم.

٢ - زيادة قوة الدفع لعضلات القسم السفلي والعلوي.

٣ - زيادة سرعة الحركة والحصول على التعجيل.

أن الرياضي يعمل على تهيئة جسمه للنهوض في الخطوات الثلاثة الأخيرة حيث يميل جسمه للخلف وينخفض مرکز ثقله من أجل ان يضع مفاصل القدم والركبة والورك في وضع مناسب للوثب ومتوازن أن الخطوة الأخيرة يجب أن تكون طويلة نسبياً مع خفض مرکز ثقل الجسم خلالها قبل لحظة النهوض وكسر الاتصال.

وهذا الوضع سوف يزيد من قوة الدفع. أما بالنسبة للسرعة فأنها تختلف باختلاف الأفراد وخبراتهم التربوية.

ان طول الرکضة التقريبية يتراوح عموماً بين (٤-٦) خطوات وهذا يعتمد على عوامل جسمانية للوايث. ومع ذلك فإن هناك بعض الواثبين يستخدمون خطوات قليلة تتراوح بين (٤-٣) خطوات عندما يكون مستوى ارتفاع العارضة أقل بكثير عن مستوى الانجاز الذي يتحققه الواثب.

أما من ناحية الزاوية التي يقترب بموجبها الواثب من العارضة خلال الخطوة الأخيرة فأنها يجب أن تكون زاوية حادة وذلك:

١ - زيادة المدى الحركي للرجل القائد والذي يخدم في خلق زخم حركي كبير.

٢ - تساعد بعض أعضاء الجسم على عبر العارضة قبل وصول مرکز ثقل الجسم لاتصني ارتفاع.

و مع الإيجابيات المترتبة على جعل زاوية الاقتراب حادة فان هناك بعض السلبيات التي يجب الانتباه لها خلال التدريب وهي:

- ١ - الجسم يقطع مسافة كبيرة نسبياً فوق العارضة وقد يؤدي إلى اسقاط العارضة.
 - ٢ - الميل الزائد نحو العارضة يؤدي إلى أقلال قوة الدفع العمودية.
- ولهذا فان الزاوية المثالية للاقتراب هي (٤٠° - ٥٠°) درجة حسن والطالب (٩٧٩).

٢ - النهوض (الارتفاع) شكل (I,m,n,o-٧٢)

يجب التركيز على زيادة السرعة العمودية إلى أقصى سرعة لمركز ثقل الجسم خلال النهوض مع اعطاء حركة دائيرية للجسم باكماله حول مركز ثقله من أجل اجتياز العارضة إلى أعلى مسافة عمودية. أما أمثل عضلات مد الورك فهي ال iliopsoas الكبري والنصف وتره والنصف غشائين والراس الطويل للعضلة ذات الرأسين الفخذية إضافة لذلك فأن هناك مساعدة لقوة عضلات رسم القدم والتي من أمثالها التوامية والفعلية في دفع الجسم للأعلى.

أن هذا التقلص للعضلات الذي يولد قوة يجب ان يكون خلال زمن قصير جداً وذلك لأن القوة لكي تكون أكثر تأثيراً من ناحية خدمة قوة دفع الجسم للأعلى يجب ان تكون بسرعة عالية جداً وهذا ما تؤكده العلاقة التالية:

$$\text{الدفع} = \text{القوة} \times \text{الזמן المؤثر}$$

ان زيادة المدى الذي تعمل خلاله القوة قبل ترك الجسم للأرض من ناحية المسافة الطويلة والזמן القصير يساعد الرياضي على الحصول على قوة دفع كبيرة لهذا فإن الواثب يعمل علىأخذ خطوة طويلة مع خفض مركز ثقل جسمهقدر المستطاع كي يهين جسمه للدفع. ان هذه القوة عندما تكون في سرعة كبيرة تعمل على دفع الرياضي عمودياً بأقصى قدرة وكما هو معلوم فان قانون القدرة هو.

أن الحركة التuggيلية لمركز ثقل الجسم العمودية تبدأ بحركة الذراعين والرجل القائمة تم حركات الجذع ومقاييس الورك والركبة والراس.

أن زيادة السرعة العمودية لمركز ثقل الرأس العالي يستوجب الاهتمام بالعوامل التالية:

- ١ - ان اللحظة قبل كسر الاتصال بين قدم الرياضي والارض هي لحظة حاسمة يستوجب خلالها تحريك الذراعين والرجل القائمة باقصى سرعة ممكنة وذلك لأن الرياضي لا يستطيع عمل اي حركة مضافة بعد كسر اتصاله مع الارض.
- ٢ - في لحظة كسر الاتصال يجب ان يصل جسم الرياضي ورجله الناهضة الى أعلى امتداد كامل وكذلك رجل القائمة والذراعان في أعلى وضع ممكن.
- ٣ - أن المدى الحركي الواسع الذي ينجذبه الرأس يضمن اكبر سرعة عمودية وذلك لأنه يستخدم قوته في زيادة التuggيل. لهذا فالخطوة الاخيرة يستوجب ان تكون كبيرة لضماني مدى حركي واسع للرجل القائمة قبل النهوض.
- ٤ - ان النقل للنخاع الحركي الذي تكونه حركة الرجل القائمة بالاتجاه العمودي نحو العارضة سوف ينقل من هذه الرجل إلى كتلة الرأس مما تساعد على رفع مركز ثقله. لذا يجب مد هذه الساق لأن النخاع الدائري يكون عالي عندما تكون أجزاء الجسم المتحرك بعيدة عن محور الدوران فالنخاع الحركي عندما تكون الرجل ممدودة يمكنه كثيراً بالمقارنة مع الرجل الثابت.
- ٥ - تتناسب المسافة العمودية تتناسب عكسياً مع السرعة الأفقية لمركز ثقل الرأس. والمسافة العمودية محصورة بين مركز ثقل جسم الرأس واتجاه القوة المستخدمة لدفع الجسم للالعالي اي أن كبر المسافة الأفقية على حساب المسافة العمودية يؤدي إلى قلة السرعة العمودية.

والسرعة العمودية تتناسب طردياً مع المسافة العمودية التي يقطعها مركز ثقل الرأس لحظة الانطلاق كما في المعادلة التالية:

السرعة العمودية

$$\text{المسافة العمودية} = 2 \times \text{تعجيل الجاذبية الأرضية}$$

لو علمنا أن السرعة العمودية للوايث كانت (١٩/٦) م/ثا واربنا حساب قيمة المسافة العمودية فإنها ستكون :

$$1 = \frac{19,6}{19,6} = \frac{19,6}{9,8 \times 2}$$

أما لو فرضنا أن السرعة العمودية كانت نصف قيمة السرعة في المثال الأول حيث كانت (٩/٨) ثا فإن قيمة المسافة العمودية ستقل للنصف أيضاً كما في أدناه

$$1 = \frac{9,8}{9,8 \times 2} = 0,5 \text{ م/ث}$$

أن هذا يعني أن مركز ثقل الجسم يجب أن يكون قريباً من اتجاه القوة أي فوق قدم الرجل الناهضة للحصول على أكبر سرعة عمودية.

٦ - هناك تناسب طردي بين الزخم الدائري للوايث الحادث حول مركز ثقل جسمه والمسافة بين مركز الثقل واتجاه القوة المستخدمة بدفع الجسم لل أعلى. أي أن زيادة هذه المسافة تؤدي إلى زيادة في الدوران. إلا أن هذه الزيادة تكون على حساب السرعة العمودية لل أعلى. لهذا فإن الوايث يعمل على ميلان جسمه قليلاً نحو العارضة لحظة تركه الأرض لغرض الحصول على كمية دوران كافية لاجتياز العارضة.

٧ - الركبة التقريبية يجب أن لا تكون سريعة جداً وذلك لأنها تؤدي إلى قلة الزمن الذي يمكن أن تستخدم خلاله القوى المختلفة لدفع مركز ثقل الوايث لل أعلى وهذا الزمن القليل سيؤدي إلى نقصان السرعة العمودية والمسافة العمودية.

٨ - من الحصول على الفوائد الميكانيكية المترتبة على قانون (الفعل ورد الفعل) فإن الأرض التي ينهض فيها الوايث ليست رملية وهشة بل قوية نسبياً ومتمسكة والا فإن عكس ذلك سيؤدي إلى فقدان الفوائد المترتبة من هذا القانون وخاصة المسافة العمودية لمركز ثقل الجسم للوايث.

٩ - ان التكnic الصحيح للوثب العالى يوجب بث القوى على المطلبات الميكانيكية خلال مرحلة النهوض واهميتها في تحقيق الاجتياز المرتفع للعارضه وليس على احراز الاجتياز العالى مع اهمال مرحلة النهوض.

١٠ - ان الزمن الذى يستغرض فيه جسم الواثب فى الهواء قصير جداً ولا يسمح له بخلق حالة من الدوران اللازم حول محاور جسمه المختلفة لاجتياز العارضة لهذا فإن تركيز اللاعب على ذلك الدوران يجب ان يتم قبل لحظة كسر الاتصال (اثناء النهوض).

وخلال النهوض يركز على توجيه اللاعب على دوران جسمه فوق العارضة على ثلاثة طرق مختلفة والتي يمكن تركيزها فيما يلى:

- ايقاف الحركة الانتقالية: الجسم المتحرك حركة انتقالية مستقيمة تتغير حركة جسمه إلى حركة دائرية عندما يحدث توقف مؤقت في أحد اطراف الجسم المتحرك وهذا التوقف المؤقت في الحركة الانتقالية بسبب حدوث تغير الزخم الخطى الى زخم دائري لهذا الواثب عندما يقوم بغرس قدم الساق الناهاضه عند الاستعداد للنهوض في الارض فأنه يتحول زخم خطى إلى زخم دائري في جسمه.

- ان القافز هنا يعمل على تحريك الذراعين والساقي القائمه من أجل تكوين زخم دائري وهذا الزخم الدائري ينتقل من هذه الاجزاء القائمه بالحركة إلى بقية جسم الواثب مما يساعدده على الدوران حول العارضة خلال الطيران وذلك لأن الزخم ينتقل من جسم إلى آخر.

- ان كمية الدوران تتناسب طردياً مع البعد العمودي لقوة المستعملة من مركز الثقل ولكن الزيادة وفي كمية الدوران يتكون على حساب المسافة الانتقالية التي يقطعها الجسم حيث ان جزء من القوة سيكتن فوق مدوره وبالباقي سيعمل على دفع الجسم للأعلى ان هذا الدفع الحاصل والذي سيعمل على دفع الجسم للأعلى ان هذا الدفع الحاصل والذي يسمى بالدفع اللامركزي هو نتيجة ميكانيكية تحدد العلاقة بين اتجاه القوة المستعملة ومركز ثقل الجسم المتحرك فإذا ما كان اتجاه قوه الدفع هو الاتجاه بعيد مركز ثقل الواثب فأن هذا سيفودي الى دفع لامركزي فان هذا سيفودي الى دفع لامركزي في حركة الواثب.

ان هذا المبدأ مهم للوااثب وتحسين انجازه ويتركز خلال اداء الوثبة على عدم الميلان الزائد عن اللازم نحو العارضة في لحظة كسر الاتصال لأن هذا سيفودي حتماً الى زيادة في دوران

الجسم وزيادة في المسافة الافقية على حساب المسافة العمودية التي يهدف إلى تحقيقها. ومن ذلك يمكن التوصل إلىحقيقة في التدريب الرياضي لهذه الفعالية فوائدتها هو العمل على الاستفادة من مبادئ إيقاف الحركة الانتقالية ومن نقل الزخم الدائري في تكوين الدوران حول الجسم مع تقليل الاعتماد على مبدأ الدفع الالامركني. إن هذه الحقيقة أدت إلى زيادة في زاوية الاقتراب والتي يمكن من خلالها استغلال ظاهرة إيقاف الحركة الانتقالية في خلق دوران مناسب في اختيار العارضة.

٣- الطيران واحتياز العارضة: شكل (٧٢-٨.٩.٤.p)

بعد كسر الاتصال يترك واثب العالى الأرض وهو فاقداً السيطرة على حركة جسمه في الهواء. وان حركة مركز ثقل جسم الوثب قد اكتسب التأثير الخاص بسرعة الانطلاق واللتان حصل عليهما من لجراء الركضية التقريبية وحركة النهوض. وكذلك فإن الزخم الدائري الذي حصل عليه اللاعب يبقى ثابتاً حول ثقله وبالرغم من ثبات قيمة لزخم الدائري بعد لحظة النهوض فإن الواثب يستطيع السيطرة والتحكم على السرعة الدائرية من طريق زيادة عزم القصور الذاتي او نقصانه والذي ينتج عن ابعاد او تقرب اجزاء جسم الواثب من مركز ثقله وفقاً للعلاقة التالية

$$\text{الزخم الدائري} = \text{عزم القصور الذاتي} \times \text{السرعة الدائرية}$$

كما وان حركة يقوم بها اي جزء من اجزاء الجسم فوق العارضة تقتربن بحركة جزء آخر وباتجاه معاكس. وهذا المبدأ استخدم كثيراً في تطوير حركات الواثب بغية الحصول على أعلى ارتفاع مناسب فوق العارضة. ان التكنيك الاقتصادي السليم يعتمد على المسافة المحسورة بين الارتفاع الذي يصله مركز ثقل الجسم فوق العارضة وارتفاع العارضة. وكلما كانت هذه المسافة صغيرة كلما كانت مهارة الوثبة ذات تكنيك صحيح واقتصادي إضافة لهذا العامل فإن هناك عامل آخر يؤثر على اقتصادية الوثب. يتحدد هذا العامل في النسبة بين حجم كتلة الجسم فوق العارضة ونسبتها تحت العارضة في اللحظة التي يصل فيها مركز الثقل إلى أقصى ارتفاع له. وعندما تزيد نسبة كتلة الجسم تكون فوق العارضة كما هو الحال في القفزة المقصبة كلما كانت الوثبة ضعيفة وغير اقتصادية.

من هذا نجد ان الوثبة الفوسفورية والسرجية افضل من ناحية الاقتصادية والجهد والتكتنك الصحيح وذلك لأن المسافة بين الارتفاع لمركز ثقل الواثب والعارضة قليلة وان نسبة كتلة الجسم التي تقع تحت العارضة كبيرة خلال هذه اللحظة. ان وضع الغطس الذي يتم بموجبه اقتراب الجذع من الساقين يثنى الورك بحيث يعبر الرأس والجذع العارضة أو ثم الورك والساقيين يمكن أن يخفى مرور مركز ثقل جسم الوثب من تحت العارضة خلال اجتيازه لها.

وانأخذ هذا الوضع يتم على حساب السرعة العمودية وبالتالي المسافة العمودية التي يقطعها مركز الثقل. حيث ان على الرياضي التوفيق بين ميكانيكية النهوض وميكانيكية الطيران وان يضحي بشيء على حساب آخر.

٤- الهبوط: شكل (٢٧٧،٧،٦،٣)

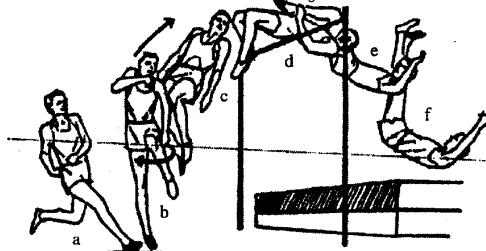
ان الواجب الاساسي في هذا القسم هو المحافظة على جسم الرياضي من حدوث اصابة نتيجة سقوطه للأسفل بعد اجتيازه العارضة. والجسم بعد ان يكون قد اجتاز العارضة وغيرها على الجانب الاسفل فان الطاقة التي تمتلكها هي طاقة كامنة وهذه الطاقة ميكانيكيًا تعتمد على (وزن الرياضي × ارتفاع الجسم).

وعند التوجه للأسفل باتجاه الحفرة او البساط فان هذه الطاقة الكامنة او طاقة الوضع تتحول الى طاقة حرارية يمكن الاستدلال عليها من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الطاقة الحرارية المستقمة} = \frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2$$

لهذا فإن هناك فائدة يجب استغلالها عند الوثب العالي وهذه الفائدة الميكانيكية تتركز في تقليل المسافة التي يسقط خلالها مركز الثقل لأن ذلك يؤدي الى تقليل مربع السرعة وبالتالي الطاقة الحرارية. لهذا فإن وضع باسط مرتفع على الأرض يؤدي الى تقليل مسافة السقوط وتقليل الطاقة الحرارية وان البساط يجب ان يكون من مادة الاسفنج ذات الضغط العالي وذلك لامتصاص طاقة الواثب الحرارية عند السقوط بالتدريج.

كما وان الدحرجة على البساط وزيادة مساحة الجسم عند تماسه بالبساط يقلل الطاقة الحرارية ويتجنب الاصابة.



شكل (٧٣)

قفزة فوسبرى

وفي النهاية فائتنا لا بد وان نحدد بأن افضل القفزات في مجال الوثب العالى هي قفزة فوزيرى (Dick Fosbury) (شكل (٧٣) والتي سميت باسمه (Fosbury Flop) ان ميكانيكية الوثب فى قفزة فوزيرى تعتبر افضل تRIXER لقوانين الميكانيك والطبيعة فى خدمة الحركة العمودية للانسان. وتم اكتشاف هذه الطريقة فى الولايات المتحدة الامريكية (1969) (Ecker) ووضعت الاستنتاجات التالية عند عملية المقارنة بين هذه الطريقة والطرق الاخرى كالسرجية مثلاً:

- ١ - من الناحية الميكانيكية تعتبر اكثر رصانة من القفزات الاخرى.
- ٢ - لا يحتاج القافز في الطريقة الفوسبرورية الى استخدام قوة الدفع الامرکزية التي يستخدمها الرياضيون في فعالية الوثب العالى في الطرق الاخرى لغرض خلف الدوران في الجسم لتوفير قوة مضافة تزيد في تعجيل مرکز ثقل جسم الواثب باتجاه العمودي وذلك لأن هذه الطريقة تعتمد على اعطاء قوة كبيرة لدفع الجسم بالاتجاه العمودي كما وان فوزيرى يستخدم طريقة ايقاف الحركة الانتقالية اكثر من غيره في خلق الدوران اللازم لعبور العارضة.
- ٣ - ان المسافة بين مرکز الواثب والعارضة صغيرة جداً في هذه الطريقة. ويعتبر هذا الوضع كما ذكرنا خلال تحليلنا لهذه الفعالية هو وضع ميكانيكي اقتصادي يساعد الواثب على تحقيق الانجاز العالى.

ଶ୍ରୀ ପାତ୍ରକାନ୍ତ ନାମଙ୍କଳି ଦେଖି । ଅଣିବା ପାଇଁ ଏହାକୁ

କାହାର ପାଇଁ ଏହାର ନିର୍ମାଣ କରିବାକୁ ଆଶ୍ରମ କରିବାକୁ ଦେଖିଲୁଛାମୁଁ

3 - **સાધુઓની પ્રાણી વિદેશી વિષયોની જ્ઞાની**

۱-۲۰۰۷ء میں پاکستان

ପ୍ରକାଶକ - ବିଜ୍ଞାନାଳ୍ଯୁଦ୍‌

፩ - የመንግሥት ንግድ ተስፋዣ ስምምነት

॥ଶ୍ରୀମଦ୍ଭଗବତ ॥ ୧୫୩ ॥ ପାଦପତ୍ର ॥ ୩୯ ॥

የኢትዮጵያውያንድ ተስፋዣ ከሚከተሉ ስምምነት የሚያስፈልግ ይችላል፡፡

ଶିଖାର୍ଥୀ କାହାରେ ପାଇଲା ତାଙ୍କ କାହାରେ ପାଇଲା ଏହାରେ କାହାରେ ପାଇଲା ।

୯ - ଶାର୍ଦ୍ଦିତିରେ : କିମ୍ବା ଶାର୍ଦ୍ଦିତିରେ ପରିଚାରିତି ଏହି ପାଇଁ ଶାର୍ଦ୍ଦିତି ଅନ୍ତରେ
ଆଜି ଫିଲ୍ମରେ ଏହି ପାଇଁ ପରିଚାରିତି ଏହି ପାଇଁ ପରିଚାରିତି.

በመጀመሪያው የዚህ አገልግሎት ተስፋይ ነው፡፡

عند الارتفاع، يتاثر بشكل كبير بسرعة الأقرباء. وكما كان الركض سريعاً كلما قل الزمن الذي تستغرقه القدم على الأرض عند الارتفاع، ومسبياً زيادة في القدرة على تحسين السرعة العمودية.

اما المتغير الثالث والخاص بارتفاع مركز ثقل الجسم عند لحظة الارتفاع فإنه يعتمد على:

- ١ - طول اللاعب.
- ٢ - بناء اللاعب.
- ٣ - وضع الجسم خلال لحظتي الارتفاع والهبوط.

ان لحظة الهبوط هي التي يمكن التحكم بها من قبل اللعب خلال التدريب. ويعتبر مقاييس محك اللاعب يعمل على تأخير اعادة الاتصال بالارض الى اطول فترة ممكنة ومسافة الهبوط هذه ترتكز على ما يلي:

- ١ - وضع الجسم عند اعادة الاتصال اللاعب بالحفرة.
- ٢ - الحركة التي يقوم بها والاقلال من مسافة الوثبة.

العمل الميكانيكي للواثب الطويل

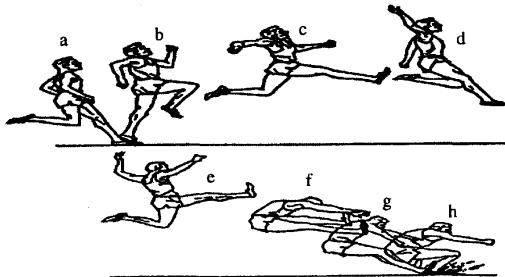
١ - الركضة التقريبية: قبل الشروع في الوثب يبدأ اللاعب واجبه الحركي برकضة تقريبية طويلة نسبياً لغرض الحصول على أكبر سرعة ممكنة تخدم عملية النهوض. والتحليل الميكانيكي الحيوي للركضة التقريبية من حيث الاسس الميكانيكية والفعل العضلي لا يختلف عن الركض السريع بشيء، كبير جدا الاختلافات في وضع البداية والخطوات الثلاثة الأخيرة. فوضع البداية (القرفصاء) لراكض المسافات القصيرة لا تتطلبها فعالية الواثب العريض بل باخذ اللاعب هنا وضع الوقوف.اما الخطوات الثلاثة الاخيرة لوايثب العريض فانها تكون على عكس راكض المسافات السريعة اقصر من الخطوات التي سبقها وذلك للأسباب التالية.

- انتقال مركز ثقل الجسم ووضعه امام قاعدة الارتكاز(قدم الساق الناهضة).

- الحصول على سرعة عمودية كافية في رفع الرياضي وطيرانه في الهواء فوق الحفرة.

والركضة التقريبية فائدة مهمة حيث أنها تخدم الرياضي في اعطائه زخماً حركياً يدفعه للأمام لغرض قطع مسافة افقية كبيرة وتهيئة وضعه قبل ذلك لكي يناسب الرياضي في تحقيق الرفع الامامي العلوي.

٢ - النهوض شكل (٧٤) : بعد وصول واثب العريض الى لوحة النهوض فان سرعته تكون عالية وان قترة ملامسة القدم لهذا اللوح تساعد على الحصول على تعجيل عمودي كبير يخدم هدف قذف جسم الرياضي الى أبعد مسافة افقية حيث تتحدد المركبات العمودية والافقية لحركة جسم الرياضي الناشئ من الركضة التقريبية وقوة ملامسة (ضرب) لوحة الارتفاع مكونة محصلة طيران جسم الرياضي.



شكل (٧٤)

مراحل الوثب الطويل

العضلات العامة في فعالية الوثب العريض

وقبل التطرق الى الدولات والمتغيرات الميكانيكية للوثب العريض سنتناول اهم العضلات العاملة في خدمة الواجب الحركي والفعل المضلي الناتج عنها والذي يساهم في خدمة التكينيك المثالي في الوثب العريض وفي مرحلة النهوض تحدث حركة قوية وسريعة في مفاصل رسم الخط القدم والركبة والورك للتساق الناهضة خلال النهوض وام العضلات المشاركة في هذه الحركة هي العضلات التوأميه والتقلعية والشظوية القصيرة وقابضة الاصابع الطويلة وقابضة الابهام الطويلة والقصبية الخلفية والمتسعة الانسنية والمتسعة الوسطى والمتسعة الوحشية التي مفصل الركبة . والعضلات الابوية الكبيرة وذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية التي تتم مفصل الورك ويلامس القدم الارض او لوحة النهوض باكمله على عكس

الركض الذي يتم على مشط القدم بشكل رئيسي ان وضع الملامسة الكاملة بين القدم ولوحة الارقاء مهمة وذلك للأسباب التالية:

١ - زيادة قوة الثنبي لرسم القدم في التقلص بعد تمطيتها.

٢ - زيادة زمن ملامسة القدم للارض خلال النهوض مما يعطي عضلات المد في مفاصل الساق الناهضة وقتاً طويلاً في تعجيل الجسم.

بالنسبة للساق القائدة يحدث ثنبي في مفصل الورك تتفذه العضلات الحرقافية والقطنية والعانية والمستقيمة الفخذية والخياطية والشادة لضمد الفخذ.

وهذا الثنبي في مفصل الورك يؤدي الى تمطية في عضلات المد التي تقع خلف مفصل الركبة اما ساق النهوض فسوف تعقب الساق القائدة بنفس الطريقة وفي حالة استخدام تكتيك الجلوس في الهواء سوف تبقي الساقات بهذا الوضع ويقع الثقل الكبير على عضلات ثنبي الورك في هذه الحالة. أما اذا استخدم تكتيك المشي في الهواء فسوف يكون العمل العضلي مشابهاً للعمل العضلي عند الركض الاعيادي عدا التركيز على



(٧٥) شكل

الارتفاع والهبوط

تقلص العضلات المضادة للحركة للحد من شدة الحركة وخاصة تقلص عضلات ثنبي الورك لايقاف حركة المد التي تحدث في المفصل خلال المشي في الهواء. ان العضلات البطنية كالمستقيمة البطنية والمنحرفة الداخلية والمنحرفة الخارجية سوف تعمل اثناء الطيران على ثبيت الحوض

وسحب الجذع للامام وكذلك عضلات ناصبة العمود الفقري فانها ستتقلص في الجزء العلوي حتى يميل الجذع بشكل مستقيم للامام بدلاً من حدوث انحناء في الجذع خلال حركته بسبب عمل عضلات البطن.

اما الذراعان فان حركتهما في النهوض تخدم في تكوين الزخم الاضافي الذي يسبب سحب الجسم اماماً عالياً والعضلات المشاركة في هذا العمل هي العضلات الثانية لمفصل الكتف مثل الدالية الامامية والصدرية وذات الرأسية العضدية والغربية. ان التقلص الذي يحدث في العضلة ذات الراسين العضدية ثني في مفصل الكتف وكذلك ثني جزئي في مفصل المرفق والذي يحد منه تقلص العضلات المرفقية وذات الثلاثة رؤوس العضدية. اما في مفصل الرسخ فان عضلات التي تتقلص كعضلات قابضة الرسخ الكبيرة وقابضة الرسخ الزندية والراحة الطويلة وعضلات المد التي تشمل على باسطة الرسخ الكبيرة الطويلة وبواسطة الرسخ الكبيرة القصيرة وبواسطة الرسخ الزندية بسبب محاولة الواثب وشعوره للوصول الى ابعد مسافة ممكنة.

العوامل الميكانيكية في الوثب العريض

هناك عوامل ومدلولات ميكانيكية تؤثر على المدى الافتقي الذي يقطعه الواثب في هذه الفعالية ومن ابرز هذه العوامل هي:

- زاوية الاطلاق :

ان هذين العاملين يمكن الاستدلال على تأثيرهما على المسافة او المدى الافتقي من خلال العلاقة الجبرية التالية:

$$\frac{\text{المسافة الافتقي}}{\text{التعجيل الأرضي}} = \frac{\text{(سرعة الانطلاق او المحصلة)}^2}{\text{ضعف جيب زاوية الانطلاق}}$$

ان المعادلة يمكن تطبيقها فقط عندما تكون نقطة الانطلاق او النهوض على نفس مستوى نقطة الهبوط شكل (٧٥) وان الزاوية المثلثية للاجسام المترددة هي (٤٥°) عندما تتسارى في المستوى نقطتي النهوض والهبوط (الشيخ ١٩٨٤، الطالب ١٩٧٦، شلش ١٩٨٨) ومن اجل توضيح العلاقة الجبرية في المعادلة السابقة نأخذ المثال التالي:

المثال: سرعة الانطلاق واثب العريض كانت ١٢ م/ثا باتجاه الانطلاق وكانت زاوية الانطلاق (٤٥°) ما هي قيمة المسافة العمودية التي يحققها الواثب.

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{(\text{سرعة الانطلاق أو المحصلة})^2 \times \sin \text{زاوية الانطلاق}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\frac{12 \times 2 \times 2(12)}{9,8} = 3$$

$$14,69 = \frac{1 \times 144}{9,8} = 3$$

ان المقدار (٦٤,٦٩م) يمثل قيمة المدى او المسافة التي يقطعها مركز ثقل الجسم للواثب من لحظة النهوض الى رجوعه الى نفس المستوى عند الهبوط ولو لاحظنا هذا الرقم فainما نجد انه بعيد عن الرقم العالى في الواثب العريض. ان السبب في ذلك هو ان واثب العريض عندما تكون سرعته ١٢ م/ثا خلال الركضية التقريبية تكون كبيرة جداً ولا يتمكن من السيطرة على حركة جسمه عند وصوله الى لوحه الارتفاع لذلك فإنه نفسه مضطراً لتقليل سرعته هذه او اذا اراد الحصول على سرعة عمودية ترفع جسمه في الهواء لزمن مناسب يخدم قذف جسمه الى اكبر مسافة ممكنة، لهذا فان الرياضي الذي يهدف إلى الحصول على سرعة عمودية كبيرة عليه ان يقلل من سرعته الأفقية. والركضية التقريبية كما هو معلوم بالنسبة لقافزى العالى نجدوا اقل سرعة بكثير من الركضية التقريبية لوااثب العريض. ووااثب العريض وقافز العالى عليهما ان يوفقا بين سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق، لذلك فان النصيحة باحد العوامل كما يقول (Dyson, 1986) على حساب الاخر ضروري. اي على الواثب ان يستغنى عنها مضحياً عندما يريد تحقيق مسافة افقية طويلة. والآن نأخذ المثال التالي لتوضيح الحقائق التي نوهنا عنها تواً (حسين والطالب، ١٩٧٩).

مثال: ترك واثب العريض لوحدة الارتفاع، وبسرعة قدرها (١٠.٠ م/ثا) وبزاوية انطلاق قدرها (٤٠°).
المطلوب ما يلي:

١ - المسافة الأفقية.

٢ - المسافة الأفقية اذا انخفضت سرعة انطلاق للنصف.

٣ - المسافة الأفقية اذا انخفضت زاوية انطلاق للنصف.

الحل :

$$1 - \text{المسافة الأفقية} = \frac{\sin^2 \times ٢ \times جا ٤٠}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\frac{٨٠ جا ٢(١٠)}{٩,٨} = \text{م}$$

$$= \frac{٠,٩٨٤٨ \times ١٠٠}{٩,٨} = \text{م}$$

$$\frac{٤٠ جا ٢(٥)}{٩,٨} = \text{م} - ٢$$

$$= \frac{٠,٩٨٤٨ \times ٢٥}{٩,٨} = \text{م}$$

$$\frac{٢(١٠) جا ٢ جا ٠٥}{٩,٨} = \text{م} - ٣$$

$$= \frac{٦,٥٦ جا ١٠ جا ٠٥}{٩,٨} = \text{م}$$

ان هذه النتائج للعلاقة الجدية توضح حقيقة مهمة سبق وان ذكرنا عنها وهي ان الاقلال في سرعة الانطلاق الى النصف تقلل من المسافة الأفقية من (١٠.٠) م الى (١٢٥١) م في حين

انبقاء سرعة الانطلاق على حالها مع القليل من زاوية الانطلاق الى النصف سيؤدي الى تقليل المسافةافقية الى (٥٦٪) ملهاذا فاذنا المحافظة على الحصول على مسافة افقية معقولة وفقاً للعلاقة الجوية وفي التطبيق العملي في التدريب الرياضي فاثنا يجب ان لا نعمل على القليل من سرعة الانطلاق بل نعمل على تقليل زاوية الانطلاق.ولقد تم تحديد العلاقات بين المدولات الميكانيكية في فحالية الوثب العريض لبيان المسافةافقية والذى توصل اليها (Dyson,1980) حيث اهمل قوة الهواء وافتراض ان مستوى نقطة انطلاق مركز ثقل الجسم هي في نفس مستوى نقطة الهبوط كما في الجدول(٢١). عند وصول لوح النهوض يجب ان تكون سرعة الواثب عالية الا انها ليست قصوى. وعند ملامسة قدمه للوحة النهوض ستقل سرعتهافقية بسبب فقدان الطاقة الحركية بالاتجاهافقية. ولهاذا فان تركيز الواثب يمكن على السرعة العمودية خلال لحظة النهوض وذلك لكونه قد حصل على سرعةافقية مسبقاً خلال الركضة التقريبية التي عملت على تزييد الرياضي برقم خطىافقى. وبالنسبة للذراعين والجذع والراس والساقي القائدة فانها يجب ان تعمل من خلال حركاتها على تعجيل الجسم بالاتجاه العموديافقى قبل ان يزور ساق النهوض بالدفعه القوية السريعة بعد ان يعبر مركز ثقل الرياضي فوق قاعدة الارتكاز.

وبعد ترك لوحهنهوض والطيران في الهواء على الواثب التهئ للهبوط واخضاعاً في الاعتبارقطع اطول مسافةافقية وعدم السقوط للخلف. وعند الطيران يعمل واثب العريض على رفع الساقين والقدمين إلى الأعلى وذلك لضمان زيادة زمن الطيران في الهواء ودفع مركز ثقل جسمه إلى مسافةافقية بعيدة قبل ملامسة المفرا. ولقد حد (Dyson, 1986) بان لكل سنتمر ترتفع به القدمان والساقيان وهي مردودة في الهواء بالنسبة لمراكز ثقل جسم الواثب سيؤدي إلى حصوله على سنتمر ونصف السنتمر مضافة إلى المسافةافقية للجسم.

ومع ذلك فاثنا نجد ان الكثير من واشبي العريض يحفظ الساقين للأسفل وذلك لأن ذلك السقوط هو نتيجة فيزيائية لدوران جسم الواثب للامام حول المحورافقى الجانبي الناتج عن دفع الساق الناهضة أثناء النهوض. وان دفع الرجل الناهضة للجسم بعد ان يعبر مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز يؤدي الى دوران الجسم للامام حول المحورافقى الجانبي ان دوران الجسم للامام يؤدي الى تقليل المسافةافقية التي يقطعها الرياضي بسبب ملامسة القدمين للحفرة في وقت مبكر والوايث لا يمكن له التلاع بالرزم الدائري خلال تحليقة في الهواء وذلك لكونه كمية ثابتة ولكنه يمكن التلاع بسرعته التالية.

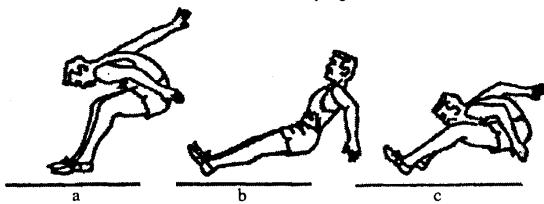
علاقة المسافة الأفقية للرائب بالسرعة المعودية والسرعة الأفقية

فالواشب بسبب عدم امكانية التلاعيب في الرخم الدائري خلال الطيران كون الرخم كمية ثابتة فانه يستطيع التحكم والسيطرة على سرعة دورانه بطريق تغيير قيمة عزم القصور الذاتي وذلك بتقريب او ابعاد اجزاء الجسم عن محور الدوران وذلك لأن قيمة عزم القصور الذاتي يمكن الحصول عليها من خلال المعادلة التالية.

$$\text{عزم القصور الذاتي} = \text{الكتلة} \times (\text{المسافة العمودية الى محور الدوران})^2$$

وفقاً للمعادلة اعلاه فان قيمة عزم القصور الذاتي يمكن تغييرها من خلال ابعاده او تقريب كتل الجسم عن محور الدوران وعند تقريب كتل اجزاء الجسم لمحور الدوران ينتج عن ذلك تقصان في قيمة عزم القصور الذاتي ان هذا التقصان في كمية عزم القصور الذاتي يؤدي الى زياذب او توتماتيكية في سرعة الدوران وذلك لأن الرخم الدائري كمية ثابتة اما اذا ابعدت الكتل المكونة لاجزاء الجسم عن محور الدوران فان ذلك سيؤدي الى زيادة عن عزم القصور الذاتي والتي بطيء في سرعة الحركة (الدوران). ان وضع الجسم على شكل متعلق في الهواء سيزيد حتماً من عزم القصور الذاتي له والى تقليل دورانه للامام اما عندما تتخاذ خطوة او خطوات او ثلاثة خلال الطيران في الهواء فان ذلك سيؤدي الى الحد من دوران الجسم للامام والتي سحب الجذع للخلف والرجلين للامام وذلك لاعطاء الواشب فرصه كبيرة لقطع مسافة بعيدة.

٣- الهبوط: بعد ان يتهدأ الواشب للهبوط يقوم بمد ركبته وثني وركه من خلال عمل عضلات المتساعths الثلاثة وهي الانفية والوسطي والوحشية. اما العضلة المستقيمة الفخذية فانها تشارك في حركة عملية ثني مفصل الورك ومد مفصل الورك ومد مفصل الركبة في نفس الوقت وقبل ان يعاد الاتصال بين الواشب والارض يقوم بسحب ذراعيه الى الخلف حيث تتناقض العضلات الصدرية الكبرى والمعريضة الظهرية والمستبردة الكبرى ويساعددة الدالية الخلفية وذات الثلاثة رؤوس الخصدية. ان هذا الوضع للنراعن شمل (٧٦) يؤدي الى حركة التدفين الى الامام وهي ممدودة من اجل الوصول الى ابعد مسافة اضافة لجعل الواشب يستفيد من حركة النراعن القوية والسريعة للامام في لحظة اعادة الاتصال بالارض لاعطاء جسمة زخماً يدفعه للامام ويفتح سقوطه للخلف والعضلات التي تقوم بهذا العمل للنراعن هي عضلات ثني مفصل الكتف.



شكل (٧٦)

وضع الذراعين عند الهبوط

التحليل الحركي لفعالية القفز بالعصا

ان فعالية القفز بالزانة من الفعاليات ذات الاختصاص الصعب والتعقيد الكبير. وهذه الفعالية كغيرها من فعاليات الوثب والقفز والتي تستوجب الاستعداد والتاهيؤ للقسم الرئيسي عن طريق الركضة التقريبية.

الا ان الركضة التقريبية هنا تختلف وذلك لان قافز الزانة يحمل بيده عمود الزانة خلال الركضة التقريبية. كما وان السرعة هنا يجب ان لا تكون عالية جداً او بطيئة.

ان هذه الفعالية تستوجب استخدام اسس ميكانيكية عند التنفيذ للحصول على نجاحات عالية من التوافق العضلي والتقويم المتقن.

وهذا التوافق والتقويم ليس سهلاً بل معقداً وذلك لكونه يستوجب توافقاً حركياً دقيقاً بين حركتين لبنيدين وهما مرجحة الجسم حول اليدين ومرحجة عصا الزانة حول قاعدة او صندوق غرس العمود. وعند غرس هذا العمود في صندوق القفز فان حركة القافز الانتقالية ستحصل على حركة دائيرية. بعدها مباشرة ويتافق حركي جيد يتموجع جسم القافز بحركة بندولية حول اليدين وتتموجع العصا هي الاخرى بحركة بندولية ايضاً حول القاعدة للعصا. وان مرحجة العصا الى الوضع العمودي دون ان ترافق ذلك المرحجة التي يقوم بها جسم القافز فان ذلك لا يخدم هدف القفزة في تحقيق الارتفاع العالمي. كذلك فان مرحجة جسم القافز فوق قبضة اليد للعصا قبل الوصول الى الوضع العمودي سوف يؤدي الى نتائج سلبية. لهذا فان

التوافق العالي بين سرعة حركة العصا وسرعة حركة جسم القافز بالعصا يحقق قفزة ذات تكثيف جيد. اضافة لذلك فإن المهارة العالمية تتطلب حركات متعددة مثل حركات سحب ودفع الذراعين وقفز البرك والسباقين عاليًا بتوقيت صحيح يخدم القافز في تحقيق القفزة العالمية ويستنقسم الفعالية هنا إلى اقسام محددة وذلك لغرض تناول تأثير التغيرات والقوانين اليلكانيكية التي تتحكم في ادائها والاقسام هي:

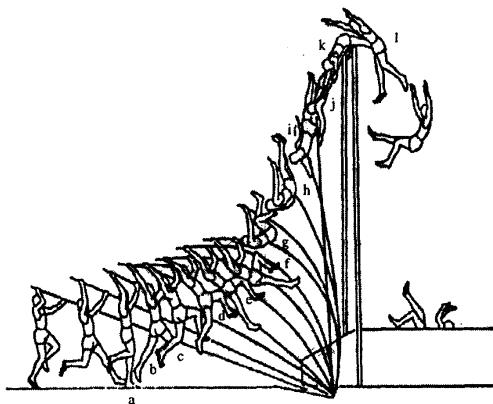
كما في الشكل (٧٧) كما يلي:

١ - سرعة الركضة التقريبية وارتفاع القضية.

٢ - الارتفاع(النهوض).

٣ - المرحة.

٤ - السحب والمد والدفع.



شكل (٧٧)

خطوات القفز بالعصا

١ - سرعة الركضية التقريبية وارتفاع القبضة شكل (٧٧).

ان الركضية التقريبية مهمة في نجاح القفز بالزانة وسرعة القافز تتأثر سلبياً بحمل العصا بطريقة مباشرة وغير مباشرة، وذلك لأن نقل العصا يؤثر على سرعة الركض للقافز بشكل مباشر. كما وان حمل العصا نفسه يؤثر على مرحلة الذراعين ومنع تدوير الورك خلال الركض. وكلما ارتفعت العارضة للأعلى كلما زادت أهمية سرعة الاقتراب. وإذا ما تساوت كافة الظروف فإن سرعة الركضية التقريبية تتناصف طردياً مع ارتفاع العارضة التي يجتازها القافز .(Dyson, 1986)

ولقد أوضحـت العلاقة بين السرعة والارتفاع في الجدول رقم (٢٢) والمأخوذ عن (دايـون-١٩٨٦) والذي استخدم فيه المعادلة أدناه للحصول على قيم الجدول المثبتة.

$$\text{الطاقة الحركية} = \text{الطاقة الكامنة}$$

$$\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2 = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل الأرضي} \times \text{الارتفاع} \quad \text{أو}$$

ومقصود بالارتفاع هنا هو المسافة العمودية

$$\frac{(\text{السرعة})^2}{\text{المسافة العمودية}} = \frac{2}{2 \times \text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\frac{(\text{السرعة})^2}{19,6} = \frac{(\text{السرعة})^2}{9,8 \times 2} \quad \text{المسافة العمودية} = \frac{(\text{السرعة})^2}{9,8} \quad \text{أو}$$

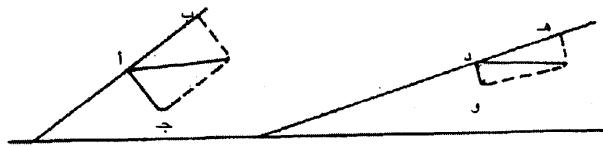
ଆମେ କାହାର ପାଇଁ କାହାର ଜାଗରଣ କରିବାକୁ ଆପଣଙ୍କ ନାହିଁ ।

સ્વરૂપ (૧૫)

ان سرعة الاقتراب العالية تمكن القافز من رفع قبضته للعصا مسافة اعلى لهذا فان استخدام العمود الزجاجي يساعد القافز بالزانة على استخدام قبضة عالية وفي الاستفادة من الطاقة الكامنة التي يخزنها في رفع مركز ثقل القافز مسافات عالية مقارنة بعمود الالنيوم.

٢ - الارتفاع (النهوض)

ان غرس العصا في صندوق القفز يؤدي الى فقدان جزء من سرعة العصا وطاقتها الحركية التي كونتها خلال الركضية التقريبية للقافز.



شكل (٧٨)

علاقة زاوية غرس العصا بالسرعة الاقتصادية

وهذه السرعة قد تكون مفيدة وتخدم الواجب الحركي للقفزة لانها تعمل بشكل عمودي على عصا الزانة. كما في الشكل (أجدو) واخرى باتجاه صندوق القفز وتعمل على دفع عصا الزانة نحو الصندوق كما في الشكل (ب، ده) والسرعة تكون فائتها اكبر عندما تكون الزاوية المحسوبة بين العصا والارض كبيرة.

ان القافز الجيد هو القافز الذي لا يعتمد على سرعة للاقتراب فقط في اتمام عملية النهوض بل يجب عليه زيادة هذه السرعة وتوجيهها باتجاه صحيح لخدمة التكتيك الصحيح عن طريق التحكم بعملية الدفع للسان الناهضة والقفز نحو العصا. وخاصة عندما يقبض على عصا الزانة من نقطة عالية لكي يصغر الزاوية المحسوبة بين عصا الزانة والارض كم في الشكل (٧٨).

ان الخاصية التي تمتلكها العصا الزجاجية للزائكونها ذات طبيعة مرنة يمكن ان تخدم القافز بشكل كبير اذا ما استغلت لغرض الاستفادة من الطاقة الحركية التي تعطيها عند تقوسها لامتصاص زخم الرياضي اثناء النهوض.

وان هذا الاستغلال للطاقة يعتمد على التوقيت الصحيح حيث ينهض القافز بعد وصول التقوس للعصا الى اشدده ويكون نهوضه تحت قبضة العصا مباشرة. كما ويمكن مد مرفقه قليلاً مع وضع قليل من الرمل في صندوق القفز لامتصاص قسم من الصدمة في لحظة النهوض.

٣ - المراجحة

ان المراجحة تبدأ بعد ان تغرس العصا في الصندوق مباشرة. ويمكن للقافز خلال هذه اللحظة زيادة سرعة دوران العصا عن طريق مد جسمه بشكل وقتي بغرض جعل مركز ثقله قريباً من قاعدة العصا(المحور) مما يزيد من سرعة حركة العصا الدائرية حسب قانون حفظ الزخم الدائري وتحدد وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{الزخم الدائري} = \text{عزم القصور الذاتي} \times \text{السرعة الدائرية}$$

وكما ذكرنا سابقاً فان الزخم الدائري لجسم ما هو مقدار ثابت لا يتغير الا اذا اثرت عليه قوة خارجية. لهذا فان القافز يستطيع التحكم بسرعة دورانه عن طريق تغيير قيمة عزم القصور الذاتي وذلك بتقريب او ابعاد اجزاء الجسم عن محور الدوران. وان محور الدوران هنا هو نقطة اتصال العصا بصندوق القفز. وعندما يعمل القافز على تقريب جسمه من هذه النقطة (محور الدوران) وذلك بعد جسمه فان القيمة الحسابية لعزم القصور الذاتي ستقل. وحيث ان كمية الزخم الدائري ثابتة عند وجود قوة خارجية فان قلة عزم القصور الذاتي ستقود الى زيادة في سرعة الدوران.

ان حركة التعلق مع تقوس الظهر ضرورية لايصال العصا الى الوضع العمودي. ويجب عدم المبالغة في هذا الوضع الى الحد الذي يصعب فيه بعدها بثني الورك والركبة ضد الجانبية الارضية. خاصة وان القافز يواجه مقارمة القوة اللاماركينية العالمية التي تعمل على سحب القافز بعيداً عن عصا القفز وخاصة بالنسبة للقافزين الذين يتميزون بطول القامة حيث يبعد مركز ثقلهم عن قبضة اليدين بشكل اكبر من قصار القامة.

ان هذا الوضع يتطلب ان يستغرق فترة زمنية غير طويلة وذلك لأن عليه استغلال الوقت وتوزيعه على الحركات بشكل يضمن تنفيذ الحركات الباقية والضرورية في اجتياز العارضة كم وان عليه ان لا يبدأ بحركة السحب مبكراً بحيث ان رد الفعل للقوى المستخدمة في رفع مركز ثقله عالياً أثناء السحب سوف يكون بنزاوية مع العصا مما يؤدي الى ميكانيكية خفض سرعة العصا. ان لحركة التعلق الوقتي فائدتين اخري حيث انها سوف تؤدي الى زيادة عنم القصور الذاتي لجسم القافز حول قبضة يديه للعصا مما يؤدي بالنتيجة الى اعطاء سرعته وبقائه خلف العصا. فإذا ما تحرك مركز ثقله بسرعة امام العصا فان ذلك سوف يؤدي الى فقدان العصا جزء من سرعتها. وعندما يكون مركز ثقل القافز على الخط الوهمي الذي يصل قاعدة العصا بقضيته للعصا يستطيع القافز ان يستخدم قوته في السحب من دون أن يؤدي ذلك الى خفض سرعة العصا. قبل البدء بالنسبة للقافز بالسحب تكون سرعة مركز ثقله العمودية واطنة.اما بعد ذلك حيث يبدأ بالسحب فان عليه رفع مركز ثقله بسرعة مع اخذ وضع يستفاد منه في استعادة العصا بشكلها المستقيم لزيادة سرعة مركز ثقله. وان العصا تمتلك طاقة كامنة يمكن القافز الاستفادة منها في زيادة سرعته العمودية اضافة لذلك فان حركات السحب والمد التي يقوم بها تعتبر مصادر مضافة تعمل على زيادة سرعة مركز الثقل العمودية للقافز خلال هذه المرحلة. والشيء الاساسي والذي يجب ملاحظته خلال هذه المرحلة هو تبنيه القافز على ابقاء مركز ثقله قريباً من عصا الزانة قدر المستطاع.

ان القافز الجيد هو القافز الذي يحاول اثناء دورانه حول قبضته للعصا من تقليل عنم القصور الذاتي لجسمه وبالتالي يعمل على زيادة سرعته الدائرية بطريق رفع الورك والساقيين مع بقاء الرأس والجزء العلوي من الجذع وراء العصا. وهنا يجب ثني الورك والركبة بقمرة مع سحب الرجلين باتجاه المصدر وبين نفس الوقت يمرجع الرأس والجزء العلوي من الجذع وراء الذراعين المستقيمين بحيث يصبح ظهره موازياً للارض تقريباً. ان حركة المراجحة هذه ستزيد من القوة الامرکزية بشكل كبير / وهذا يقلل اسباب عدم قدرة القافز ذي القوة الضعيفة من ابقاء رأسه وجذعه وراء العصا خلال هذه المرحلة.

ان هذه الحركة المرتجحة للاعلى ستؤدي الى اعطاء الحركة الدائرية للبندول المزيد بين الرياضي والعصا بسبب ابعاد قاعدة العصا (المحور) والتقويم الصحيح يقلل من التأثير السلبي لهذه الظاهرة.

٤- السحب والمد والدفع:

ان القدرة على اجتياز العارضة في المستويات العالية تستوجب القيام بحركات السحب والدفع القوية للذراعين وحركة المد القوية والسرعة للرجل القائدة. واما حركات السحب والدفع فانها تعمل على ايقاف حركة العصا. ووفقاً لذلك فان القافز يجب ان يكون قريباً من العصا قدر المستطاع خلال مراحل الحركة لكي يحافظ على سرعة العصا.

ان حركة السحب تبدأ في الوقت الذي تصل فيه سرعة مركز ثقل الجسم العمودية اقصاها في مرحلة المرجة للاعلى حيث ان حركة السحب ت Kelvin حركة المرجة في تعجيل مركز الثقل للقافز. والسحب المبكر سوف يؤدي الى نقصان سرعة العصا وبالتالي سرعة مركز ثقل جسم القافز. واذا كان السحب متاخرأً سوف يضطر القافز ان يدور حول العارضة بسرعة مما يؤدي بالنتيجة الى اسقاطها.

لهذا فأن التكين الصحيح لعملية السحب يستوجب ان يبدأ السحب في نهاية مرحلة المرجة وعندما تكون السرعة العمودية لمركز الثقل عالية وعندما يكون الورك في وضع مرتفع والذراعان مستقيمين والظهور موازاً للارض تقريباً.

ان حركتا السحب في الذراعين والمد في الرجل القائدة تحدثان في وقت واحد وتكون القوتان الناتجة عن هاتين الحركتين باتجاه نقطة اتصال قاعدة للعصا بصناديق القفز خلال المحرر العمودي للعصا بحيث تكون محصلة القوتين قوة دافعة وليس قوة مدورة. كما وان هاتين الحركتين يجب أن تؤديان باقصى سرعة ممكنة.

ان دوران القافز ينشأ من جراء الحركة المقصبة للرجلين فعندما تتمدد الساق القائدة بقوة وسرعة للاعلى فان الساق الناهضة المثلثية من مفصل الركبة تقطع خلفها مدورة بذلك الورك. وحركة الدوران هذه تساهم فيها جزئياً وضع اليدين على العصا واحدة فوق الاخرى مما يؤدي الى لف الاكتاف.

ان السرعة لدوران الجسم تتاسب طردياً مع سرعة السحب أما حركة الدفع فهي مكملة لحركة السحب في تعجيل مركز ثقل الجسم بالاتجاه العمودي ويجب ان يكون اتجاهها من خلال المحرر العمودي للعصا نحو الارض بدون خلق قوة مدورة تقلل من رد فعل الارض من خلال العصا في دفع مركز ثقل القافز نحو الاعلى.

ان حركات الاقتراب والنهوض والمرجة والسحب والمد والدفع يجب ان تكون متسلسلة الاداء للحصول على اقصى تعجيل عمودي لمركزي ثقل القافز ويجب ان تتصف الحركات ايضاً بالاستمرارية ودون اي انقطاع او تأخير او توقف لحركة مركز ثقل القافز وذلك ان هذا يؤدي الى خسارة وفقدان للقوة التي تستخدم في زيادة التعجيل والتي تؤدي بدورها الى نقصان او فقدان السرعة تماماً.

ان الساقين تمتد للالعلى في نهاية حركة الدفع وتترك اليدين السفليتين لتسمح للاكتاف بالارتفاع ويستمر الدفع في النزاع العلبي وهنا تبدأ الساقين بالسقوط خلف العارضة. هنا السقوط للساقين سيؤدي الى ارتفاع البرك فوق العارضة. وعندما يعبر الورك العارضة فان الاكتاف ترفع وتترك اليدين العلبيين ليعبر الجذع وبقية اجزاء الجسم.

ان التوقيت الصحيح للحركات في هذه الفعالية يعتمد على مرحلة العصا وذلك لانه يساعد على استخدام القبضة العالية واستغلال الطاقة الكامنة التي تمتلكها العصا الزجاجية بسبب مردودتها في دفع مركز ثقل القافز للالعلى اما العصا الصلبة فانها لا تستمع ولا تعطي هنا استعراض الفروقات والاختلافات بين الاسس الميكانيكية المستخدمة عند استعمال العصا المرنة (الزجاجية) والعصا الصلبة. ومن ابرز النقاط الخاصة بالفروقات بينهما والتي حدودها حسين والطالب (١٩٧٩) هي كما يلي:

- ١ - ان سرعة الاقتراب وغرس العصا بالصندوق عوامل مهمة في خدمة التكنيك الصحيح الذي يرتكز على الحصول على الطاقة الكامنة المترتبة على الاحماء الكبير في العمود الزجاجي. والقابلية على اخناء العصا يمكن ان يستفاد منها في تحقيق القفزات ذات المستويات المرتفعة العليا للعمود الزجاجي وذلك لأن العلاقة بين مقدار الاحماء للعصا وارتفاع العارضة هي علاقة طردية.
- ٢ - عند غرس العمود الزجاجي بصندوق القفز فان النراعين تكونان ممدودتين وذلك لأن العمود يمتص الصدمة ولا داعي لاستخدام المرفق وشيء كما هو الحال عند استخدام عمود الالتيوم.
- ٣ - ان القافز يقوس ظهره عند تركه الارض في حالة استخدام كلا العمودين الا انه لا يبدأ السحب في طريقة العمود الزجاجي بنفس السرعة.

- ٤ - يبدأ الدفع بعد السحب مباشرةً أي بعد أن يعبر مركز ثقل الجسم ارتفاع اليدين ويزداد الدفع عمودياً قدر المستطاع للحصول على أكبر مسافة عمومية ممكنة.
- ٥ - يكون وزن القافز تحت يديه ولكنه سيكون بعيداً عن العصا بسبب التقوس الحاصل في العصا.
- ٦ - عند استخدام العصا الزجاجية يتمكن القافز من توسيع المسافة بين قبضة يديه للعصا مما يزيد من سيطرة القافز على حركاته أثناء القفز.
- ٧ - تتعرض العارضة بعد من صندوق القفز عند استخدام العمود الزجاجي بالمقارنة مع استخدام العمود الصلب ولذلك يقوم العمود الزجاجي بدفع القافز للأعلى وللمام عند استقامته من التقوس.
- ٨ - إن مقدار التقوس الممكن حدوثه في عصا الزانة مقاس بالنسبة لوزن القافز بحيث أن الجميع يستفادون من هذا التقوس على حد سواء من ناحية الفائدة الميكانيكية.
- ٩ - قبل بداية سقوط القدمين وراء العارضة وعند انتهاء حركة الدفع يفقد جسم القافز وزنه عندما يصبح تعجيله صفرًا في أعلى نقطة، وخلال هذه اللحظة سوف ينعدم الضغط على العصا مما يؤدي إلى استقامته وعودته إلى طوله الطبيعي ويؤدي ذلك إلى دفعه عالياً لاجتياز العارضة.
- ١٠ - بعد ذلك مباشرةً تسقط القدمان وراء العارضة ويرتفع الورك ليجتازها ويترك القافز العصا بنفس الطريقة المستخدمة من العصا الصلبة.

العضلات العاملة في فعالية القفز بالزانة

ان العضلات المشاركة عند اداء الركضية هي نفس العضلات المشاركة عند الركض، أما بعد ان ينهض القافز فان اهم العضلات المشاركة في هذا الواجب هي عضلات الجذع والذراعين ولكن يمكن القافز من اداء حركة المرجة بشكلها الصحيح يجب عليه تقوية العضلات التي تعمل على ثني الورك مثل العضلات الحرقفية والقطنية والمستقيمة والفصخية والعانية، اضافة لعضلات الورك فان عليه تقوية العضلات التي تثني العمود الفقري كالمستقيمة البطنية والمنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية.

اما اثناء السحب فان القافز يستخدم عضلات ثني الرسخ وثني الاصابع لفرض الحصول على قبضة قوية تساهم في حركة السحب التي يحصل فيها ثني مفصل المرفق وثدي مفصل الكتف. ومن ابرزها عضلات ثني مفصل المرفق هي ذات الرأسين العضدية والعضدية الامامية والعضدية الكعبية والباطحة والمستديرة. اما ابرز عضلات مد مفصل الكتف فهي العضلات العريضة الظهرية والمستديرة الكبرى والدالية الخلفية وذات الثلاثة رفوس العضدية. اما العضلات المشاركة في الدفع فهي العضلات الصدرية الكبرى والدالية الامامية وذات الرأسين العضدية وذات الثلاثة رفوس العضدية والمرفقية.

الباب الرابع

التحليل الحركي للألعاب الفرقية والفردية

الفصل الأول: التحليل الحركي للسباحة Swimming

الفصل الثاني: التحليل الحركي لرفع الأثقال Weight lifting

الفصل الثالث: التحليل الحركي للتصوير في كرة السلة Shooting

الفصل الرابع: التحليل الحركي للرفس بكرة القدم Kicking

الفصل الأول

التحليل الحركي للسباحة

- التحليل الحركي للسباحة
- القوى المؤثرة على حركة السباح
- الأسس والقوانين الميكانيكية للسباحة
- نموذج لتحليل حركي للأخطاء الشائعة في سباحة الزحف.

$$\text{દરી } \text{ ||સર્વિલ } = \frac{\text{A1}}{\text{A1}} = \text{A1} \cdot \text{સર્વિલ } / \text{સર્વિલ}$$

$$\text{દરી } \text{ ||સર્વિલ } = \frac{\text{A1}}{\text{A1}} = \text{A1} \cdot \text{સર્વિલ } / \text{સર્વિલ}$$

(૧) એ એ નારી દરી ||સર્વિલ કાંઈ?

સ્વરૂપ દરી ને | કરું (૦૧) કાંઈ રીતો હાજરી નાનાંની ||સર્વિલ (૦૧ કાંઈ) કરી ને હાજરી

માટે હાજરી કરી શકતી:

$$\text{નારી દરી } \text{ ||સર્વિલ } = \frac{\text{નારી } \text{ ||સર્વિલ } \text{ કાંઈ}}{\text{નારી } \text{ ||સર્વિલ } \text{ કાંઈ}}$$

સ્વરૂપી હણી પાણી:

અ - દરી કરી નું: કરી નારી એ દરી ||સર્વિલ કરી કરી કરી ને એ કરી

$$\text{નારી } \text{ દરી } \text{ ||સર્વિલ } = \frac{\text{એ દરી } \text{ ||સર્વિલ }}{\text{નારી } \text{ દરી } \text{ ||સર્વિલ }}$$

કાંઈ? કિન્તુ? ||સર્વિલ ને કારી પાણે કાંઈ:

૧ - એ દરી કરી નું: કરી નારી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ:

નારી ||સર્વિલ:

દરી ||સર્વિલ કરી નું: કરી નારી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ:

દરી ||સર્વિલ કરી નું: કરી નારી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ એ દરી ||સર્વિલ:

ولما كانت السرعة كما ذكرنا في بداية موضوعنا هذا تحدد بانتاج العاملين طول الضربة لليد وتكرارها اذن يمكن الحصول على هذا الانتاج الذي يحدد سرعة السباح من خلال العلاقة التالية:

$$\text{معدل السرعة} = \text{طول الضربة} \times \text{تكرارها}$$

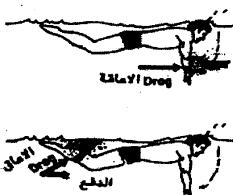
$$= ٦ \text{ قدم / دائرة} \times ٨٣ \text{ دائرة / ثانية}$$

$$= ٤٩٨ \text{ قدم / ثانية}$$

وما دامت السرعة تتحدد للسباح بطول وتكرار الضربة لهذا فمن المناسب الاهتمام بهذين العاملين عند التدريب والتعليم لمهارات السباحة.

طول الضربة أو الجذفة

أن طول الضربة تتحكم بها القوى التي يعطيها السباح. وهذه القوى هي القوى الدافعة والقوى المقاومة الدافعة هي تلك القوى التي تدفع السباح للأمام خلال الماء كرد فعل للحركات التي يقوم بها. ان القوى المقاومة هي تلك القوى التي يعطيها الماء للسباح لمعاكسة تلك الحركة «القوى النافعة» كما في الشكل (٧٩).



شكل (٧٩)

إعارة الدفع

ومع أن القوى الموجهة على السباح كرد فعل لحركات هي نزاعية تعتبر المصدر الأولي لدفعه باتجاه الأمام الا أن هناك أراء تختلف مع هذا الرأي فيما يخص مقدار المساعدة لهذه القوى من الذراعين وهذه الآراء التي يمكن تلخيصها عن جميس هاي (١٩٧٨) كما يلي:

كاربوفيج (Karpovich 1935) حدد السرعات التي يمكن تطويرها للسباح في سباحة الزحف الأمريكية مستخدماً الذراعين لوحدها مرة ثم الرجلين لوحدهما ثم استخدام الرجلين والذراعين. واستنتج من خلال هذه التجربة أن السباح الماهر في سباحة الزحف يستمد (٧٠٪) من السرعة الأمريكية من ذراعيه و(٢٠٪) من قدميه في حين يقول (Armbruster,Allen,&Billingsley,1970) بأن الذراعين تزود حوالي (٨٥٪) من القدرة الكلية لضريبات الزحف السريع.

أما كونسلمان (Counselman 1968) فإنه اعطى أهمية كبيرة جداً للذراعين في جميع أنواع السباحة وأشار إلى أن ضربة أو جنفة الذراع في الزحف تعتبر المصدر الرئيسي للدفع لكافة السباحين وهي المصدر الوحيد للدفع.

الآن موسترد (Mosterd and Jongbloed,1963) اختلف مع الآراء السابقة حيث استنتج بأن القوى التي تعطيها الذراعين والساقين في ضربة الفراشة كانت متساوية في الكمية بينما في سباحة الصدر كانت القوى التي تعطيهما الساقان أكثر قليلاً من القوى التي تعطيهما الذراعان. ومع ذلك فإن أهمية الذراعين كمصدر للدفع تبدو واضحة الأهمية إلا أن المقدار الدقيق التي يحصل عليها هذا الدفع تبقى مسألة مهمة ومصدراً قابل للنقاش العلمي المفتوح.

قد يُعتبر القوى الخلفية للماء المسؤولة ضد ذراعين السباح كرد فعل لجهوده في تحريكهما خلافاً هي المسؤولة عن الحركة الأمريكية للسباح فوق الماء. إلا أن الآراء الحديثة ونتيجة للبحث العلمي في مجال السباحة أثبتت أن الرفع وليس الدفع للقوى الخلفية للماء هي المصدر الرئيسي للدفع الذي تولده الذراعان. ولو توسعنا المسار الحركي للذراع عند حركتها في سباحة ضربة الصدر فأننا نجد الذراع ترسم مساراً دائرياً حيث تتحرك اليدين في البداية للأمام ثم للخارج ثم للداخل ثم تعاد للأمام مرة أخرى وهكذا. وإذا ما تحركت اليدين في اتجاه يشكل زاوية قائمة مرة أخرى وهكذا. وإذا ما تحركت اليدين في اتجاه يشكل زاوية قائمة مع اتجاه حركة السباح فإن مركبة الرفع بقوّة المحصلة تعمل في الاتجاه الذي يتحرك بموجبه وتخدمه في دفع جسمه للأمام. أما مركب الرفع الخلفي للماء الذي يعمل بزاوية قائمة للاتجاه حركة السباح فإنها لا تؤثر على الحركة الأمريكية وخلال قسم الإعادة أو (المراجحة) لخدمة الذراع فإن الكفين لذراعين السباح توجهان باتجاه الداخل ثم للخلف ومركبات الدفع لقوى المحصلة على الذراعين تعملان مرة ثانية على دفع السباح للأمام من هنا يمكن ملاحظة الأهمية الكبيرة التي يلعبها الرفع ودوره الواضح في دفع السباح خلال الماء.

أن الوضع الذي يجب ان تأخذه اليدين والأصابع له أهمية ودور في خدمة القوة الدافعة المسببة لحركة السباح وأن الوضع الصحيح لليد والأصابع يفضل مدار نقاش مفتوح وذلك لأن الكثير من وجهات النظر مطروحة في هذا المجال. ولقد اجري بحث قام به كونسليمان (Counsilman,1968) حيث صنع جبيرة لنفس اليد ووضعها في خمسة اوضاع مختلفة في مواجهة قناء هوائية في الماء وحدد قوى الدفع الخلفية للماء ضد الجبيرة الاصطناعية.

ووجد ان تسجيل قوى الدفع الخلفية للماء يقل بترتيب وفقاً للسلسل الآتي:

١ - اليد مسطحة والأصابع والأبهام مع بعضهما.

٢ - اليد مسطحة والأصابع مع بعضها والأبهام بعيد للجانب.

٣ - اليد مسطحة والأصابع مبتعدة.

٤ - اليد مقوسه على شكل كوب والأصابع مع بعضها.

٥ - اليد مسطحة والرسخ والأصابع محدود قليلاً.

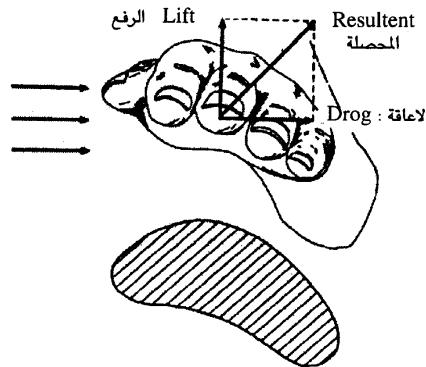
واستنتج ان هناك فروقات قليلة للنتائج التي حصل عليها بين الاوضاع الثلاثة الأولى وفرقetas كبيرة بين الاوضاع الثلاثة الأولى والوضعين الآخرين. وأوصى بأن لا تكون يد السباح على شكل قوس أو يعمل على مد الرسخ مادام ذلك الوضع يسبب له فقدان بعض من قوى الدفع لاحظ شكل (٨٠). وبغض النظر عمما ذهبنا إليه فإن الاعتقاد السائد والشائع هو أن الأصابع يجب أن تكون متلاصقة مع بعضها بتماسك. وبالاضافة لذلك فإنه لا يتطلب استخدام العضلات للمحافظة على تلاصق الأصابع مع بعضها وهذا الاستخدام الزائد للمجاميع العضلية غير ضروري وذلك لأن عضلات الأصابع لو تركت مرتخية بحرية فإن الأصابع ستكون متبااعدة قليلاً. يقول (Goodhew-1988) أن المسافة بين الأصابع الصغيرة جداً سوف لا تسمح بمرور الماء بحرية كافية وكذلك التباعد الكبير يعطي اليد قدرة سحب كبيرة للمرور على الماء.

هناك ثلاثة وظائف مفيدة تتسبّب بها حركات الرفس للقدمين. وهذه الوظائف هي:

١ - أنها ستساعد على انتاج قوى الدفع.

٢ - أنها ستخدم في عملية تقليل القرى المقاومة والمعاكسة الحركة الجسم خلال الماء وخاصة في سباحة الزحف الأمامي والزحف الخلفي.

٣ - أنها ستساعد في زيادة القرى الدافعة مع تقليل القرى المقاومة.



شكل (٨٠)

مقاومة الماء لحركة اليد

ان وظيفة دفع السائقين للسباح مهمة فعندما يدفع السباح كما في الشكل (٨٩) للأسفل ثم للخلف عندما ينجز الضربة الأولى لرقصة الدolfين فإن المركب الأفقي لقوى الدفع الخلفية التي تعمل على الرجلين يسبب تعجيلاً أفقياً للسباح. وأن مسألة الرفع التي نوهنا عنها تعتبر هنا أيضاً مصدرأً أساسياً للدفع الماخوذ من الرجلين.

القوى المقاومة والمعاكسة

توجد هناك ثلاثة اشكال من القوة المقاومة التي تعمل على حركة السباح لتقليل طول الجذبة

وهي:

- ١ - شكل القوى الخلفية للماء.
- ٢ - شكل القوى الخلفية للماء.
- ٣ - موجة القوى الخلفية للماء.

أن شكل القوى الخلفية المقاومة والمواجهة للسباح يتحكم بالسرعة التي ينتقل بموجبها السباح للأمام خلال الماء وكذلك بمنطقة التقاطع التي يواجهها عند مواجهة جريان الماء. وما دامت كل محاولة لتقليل شكل القوى الخلفية للماء على السباح.

وتهدف إلى زيادة السرعة الأمامية فإن أي تقليل تحصل عليه بواسطة انقصان السرعة الأمامية سيتغلب على الهدف الكلي للحركة والانتقال من منطقة التقاطع المواجهة للسباح تساعده في اعطاء الوسائل التي تقلل من شكل القوى الخلفية وتعود إلى زيادة سرعة السباح الأمامية.

أن سطح القوى الخلفية للماء الموجهة ضد السباح من الكبر الكافي لكي تكون أكثر أهمية عملياً. أما موجة القوى الخلفية للماء فإنها تعتمد على سرعة السباح وشكل جسمه والحركات التي يقوم بها على سطح الماء. وإن تأثير سرعة السباح على مقدار وحجم الموجة يتعدد من خلال:

- ١ - يأخذ شكل التقوس الواضح للموجة بالتصوّف كلما تزداد السرعة للسباح.
- ٢ - وحدة التطابق تزداد في معدلها عندما تزداد القوى الخلفية للماء نسبياً مع زيادة السرعة.

تكرار الجذفة أو ضربة الماء

أن تكرار الجذفة يعتمد على الوقت الذي يصرفه في انجاز كل قسم من قسمى جذفة النزاع وهما قسم السحب وقسم الاستعادة أن قسم الاستعادة يبدأ عندما تستعاد اليدين خارج الماء.

أما قسم السحب فإنه يبدأ عندما تكون اليدين داخل الماء. وقسم الاستعادة يميل إلى أن يكون أقصر من قسم السحب. ولقد ثبت ونكروديريان (1969) (Ringer & Adrian) من خلال بحثه الذي طبقه على مجموعة من السباحين في مستوى الجامعة بأن التوقيت المستغرق لقسم السحب يعادل (٦٥-٦٦٪) من الوقت الكلي المستغرق في إداء جذفة الزحف الأمامي.

أما قسم الاستعادة فإن وقته المستغرق كان (٣٤ - ٣٥٪) من خلال قسم الاستعادة هي أقل من نظيرها في قسم السحب إلا أن قسم الاستعادة يبقى أقل من ناحية الاستمرار. أن الاستمرارية لاقسام السحب والاستعداد تحدد من خلال:

- ١ - أرضاع اليدين والساعد والعضد. فإذا ما تساوت كافة الحالات فإن عزم القصور الذاتي القليل للنزاع يستغرق وقتاً كفيراً بتحريكتها خلال المدى المطلوب.

(۱۸) (۱۷) (۱۶) (۱۵) (۱۴) (۱۳) (۱۲) (۱۱) (۱۰) (۹) (۸) (۷) (۶) (۵) (۴) (۳) (۲) (۱) (۰)

- ୧ - ପାରି କିମ୍ବା କିମ୍ବା ? କାହାରେ ?
 ୨ - କାହାର ଦର କିମ୍ବା ? କାହାର ?
 ୩ - କାହାର କିମ୍ବା ? କାହାର ?

جدول رقم (٢٣)

طول وتكرار الجذفة لبعض الاداءات المختارة عن East

التحليل الميكانيكي للبداية في السباحة

والبدء هو عملية تحريك الجسم من الثبات من فوق قاعدة البدء الأكبر مسافة ممكنة للأمام في أقل زمن ممكن. وينقسم البدء إلى أربعة مراحل هي:

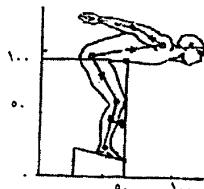
- ١- التحفيز -٢- الانطلاق -٣- الطيران -٤- دخول الماء

وستتناول كلًّا منها فيما يلي بالمناقشة والتحليل.

١- وضع التحفيز

وهو الوضع الذي يتخده السباح استعدادً للقفز في الماء. والغرض منه هو المحافظة على اتزان وخفض مركز ثقله تمهيداً لعملية الدفع ونقله للأمام. وللحفاظ على الاتزان في هذا الوضع يجب أن يكون خط النقل واقعاً عمودياً على مركز القاعدة التي تتكون من القدمين والمسافة المحسورة بينهما (التي تتناسب مع اتساع الحوض) (شكل ٨١).

ومما هو جدير بالذكر أن مركز الثقل في وضع الوقوف يحدد بمنطقة السرة. وحيث أن عملية الدفع ونقل الثقل للأمام لا تتم بصورة جيدة إلا إذا مهد لها بخفض مركز ثقل الجسم وذلك عن طريق ثني الركبتين الذي يقاوم مقداره بين سباح وأخر تبعاً للاختلافات الفردية وبالرغم من أن هذا يؤدي إلى إنتاج قوة دفع كبيرة. إلا أنها تفضل عدم ثني الركبتين كاملاً حيث أنه سوف يعمل على خفض مركز الثقل إلى درجة كبيرة تحتاج إلى زمن ومسافة أكبر لرفعه ونقله للأمام مما يتسبب عنه أن يأخذ السباح في الانطلاق من مكعب البدء.



شكل (٨١)

ويوضح مكان مركز وخط الثقل على منصة القفز

٢- الانطلاق

إذا انطلق جسم انسان لللامام او لاعلى فإنه ينطبق عليه ما ينطبق على جميع الاجسام المعنونة في الهواء . ولما كان الانسان يتحرك بنفسه كي ينطلق، أصبح لزاماً عليه ان يجمع القوى التي تمكنه من اتمام هذا الانطلاق بالسرعة الماسية . و ايضاً عليه ان يحدد الزاوية التي سوف ينطلق بها متناسبة مع الهدف الذي يريد تحقيقه (انطلاق لاعلى او الانطلاق لللامام) . وعلى هذا فإن العناصر الهاامة الأساسية في عملية الانطلاق من مکعب البدء محصورة في نقطتين اساسيتين هما:

- زاوية الانطلاق.

- سرعة الانطلاق

والقانون الانطلاق الذي يحكم في عملية البدء هو، قانون القذائف على الاسطح.

$$\frac{\text{الافقية المسافة}}{\text{الجانبية الأرضية}} = \frac{\text{مربع السرعة}}{\text{جيب ضعف الزاوية}}$$

- زاوية الانطلاق

عندما تتطابق اشارة البدء ، يميل السباح للامام حتى يحدد الزاوية التي سوف ينطلق بها (شكل ٨٢).



شكل (٨٢)

ويوضح عملية الانطلاق بزاوية ٤٥°

لذلك فعليه ان ينطلق بزاوية 45° درجة تقريرياً لكي تكون مناسبة لقطع مسافة كبيرة للأمام. ولكن بمجرد ميل السباح للأمام وخروج مركز ثقله عن قاعدة إرتكازه تشد الجاذبية الأرضية على الجزء العلوي من جسمه، والجزء السفلي مازال متوكلاً على مكعب البدء ونتيجة لذلك تتنج كمية حركة دائريّة في الجزء العلوي تعمل على جذبه لأسفل. وإذا ما استمرت كمية الحركة هذه فإن جسم السباح سوف يسقط في أقرب نقطة بزاوية أقرب ما تكون إلى القائمة مما يسبب فقده لمسافة بعيدة. وبناء على ذلك فيجب تجنب استمرار كمية الحركة تلك عن طريق مرحلة الذراعين تماماً عالياً.

- سرعة الانطلاق

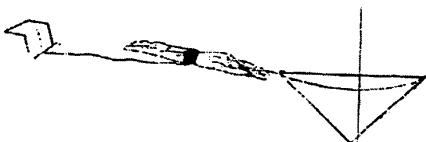
ويقصد بها السرعة التي ينطلق بها جسم السباح من على مكعب البدء في الزاوية المذكورة سابقاً لكي يجني احسن مسافة ممكنة للأمام. وتعنى السرعة من الوجهة الميكانيكية المسافة/الزمن. ومعنى ذلك أن على السباح أداء هذا الانطلاق في أقل زمن ممكن للتفاوت على قصور الجسم الذاتي نتيجة للوضع السابق وهو وضع الاتزان. ويتوقف ذلك على اخراج كمية الدفع التي سوف ينطلق بها عمودية خلف مركز ثقل الجسم على الخط الواصل بينه وبين نقطة الارتكاز. والتي تستطيع تحديده بمحصلة لركبة راسية ناتجة من دفع الرجلين لأسفل على مكعب البدء. ومركبة افقية ناتجة من مرحلة الذراعين وميل الجسم للأمام ونهاية عملية الدفع التي تتم بمشطى القدمين للخلف. ومرحلة الذراعين للأمام تساعد في انتاج كمية حركة ذات مركبة افقية للأمام تنتقل كمية الحركة هذه إلى الجسم بمجرد توقيف مرحلة الذراعين.

٣- الطيران

ويستهدف هذا الوضع المحافظة على سرعة الانطلاق التي تنتج من تطبيق قوة خلف مركز الثقل. وللهذا فإن أقل الاوضاع مقاومة (الماء) هو الوضع الافقى ولذا لقلة المساحة المعرضة منه (سمك الجسم) وإذا يراعي عدم ايجاد اي انشاءات او زوايا في الجسم. فلو فرضنا ان زاوية طيران الجسم كانت 45° لاعلى. لعملت الجاذبية على شد الجزء السفلي من الجسم لأسفل نظراً لشقل وزنه مما يؤدي إلى سقوطه بسرعة وفي اقرب نقطة في وضع راسى. وإذا ما قلت هذه الزاوية اسفل المستوى الافقى فإن السباح سوف يسقط بزاوية أقرب ما تكون إلى القائمة في عملية دخول الماء وبالتالي يتعرض لاخفاء فنية.

٤ - دخول الماء

يختلف الاصطدام بالماء عن الاصطدام بسطح صلب مثل الأرض وذلك بسبب أن الماء الذي يتعرض لقوة اصطدام الجسم يسمح بمرور الجسم خلاله وتشتت الماء أسفل الجسم نتيجة لاصدامته يقلل من قوة تلك المصادمة. وكلما كبرت مساحة الماء الملمس للجسم كلما زادت مقاومته وعلى ذلك لكي تتضمن قوة مصادمة الماء يجب علينا ان ننقل سطح الجسم الملمس بقدر الامكان عند دخول الماء. فمساحة الجسم الصغيرة عند دخول الماء تقاوم بمساحة صغيرة من الماء ويدفع الماء لاسفل وللأمام وللخارج نتيجة لذلك، وقوة رد فعل الماء تكون للداخل وللخلف وعلى هذا فإن قوة رد فعل الماء لا تكون لاعلى مباشرة على الجسم عند الدخول مما يجعل الماء أقل تأثيراً في مقاومة حركة الجسم خلاله، وعندما تتلامس مساحة كبيرة من الجسم مع الماء عند عملية الدخول فإن مساحة كبيرة من الماء سوف تخرج قوة مباشرة لاعلى تعيق حركة الجسم للأمام وتخرج مقاومة كبيرة ضده وعلى ذلك يجب ان يكون الجسم مستقيماً ومتماساً في مستوى افقى تقريباً بزاوية من 10° إلى 20° عند دخول الماء بمساحة صغيرة حتى تكون مقاومة قوة المصادمة أقل ما يمكن حيث ان السطح المعرض من الجسم سوف يكون صغيراً ولو فرضنا ان زاوية الدخول كانت أكبر من ذلك بقدر كبير لاستمررت حركة الجسم في الماء لعلق اكبر، مما يتطلب تغيير اتجاه الجسم بعد فترة لاعلى حتى يصل إلى مستوى سطح الماء لبداية الضربات. وبناء على القانون الهندسي الذي ينص على ان «المستقيم هو أقصر الخطوطواصلة بين نقطتين» لامكنا القول بأن الزاوية التي تقدرها من 10° إلى 20° هي انسنة الزوايا للدخول حيث أنها تعمل على عدم تعمق الجسم أكثر من اللازم، وعلى النزاعين عند دخول الماء الا تؤدي اي حركات حيث أنها هي التي تقود عملية الدخول، ويتحركها ستقوى في الاتجاه غير المرغوب فيه (شكل ٨٣).



شكل (٨٣)

ونفي يتضح ان عملية دخول الماء بزاوية من 10° - 20° درجة تعمل على عدم غوص الجسم لدرجة كبيرة.

ميكانيكية البدء على الظهر

يؤدي هذا النوع من البدء من داخل الماء.
وينقسم البدء على الظهر إلى المراحل التالية.

- ١ - وضع التحفز.
- ٢ - الانطلاق.
- ٣ - الطيران.
- ٤ - دخول الماء.

١ - وضع التحفز

ويمكن الجسم فيه مواجهًا لجدار الحمام عكس اتجاه السباح. وفيه يمسك السباح المقابض بيدية مع وجود اثناء في المرفقين وقديمه موضوعتين على جدار الحمام أمامه والمقدمه تقاد تلامس العقبيين والساقيين ملتصقتين بالفخذين والركبتين مثبتتين. وهدف هذا الوضع هو الاتزان الذي يتتوفر بواسطه التعلق بالذراعين والاستناد بالقدمين على الجدار لحصر ثقل الجسم بين تلك النقطتين والحصول على وضع متكرر للجسم لغرض الاستفادة منه اثناء الحركة للأمام.

٢ - الانطلاق

تتحقق كفاءة هذا الانطلاق على نقطتين أساسيتين مما:

- زاوية الانطلاق: وهي تتراوح ما بين ٤٠° - ٢٥° وتحدد بواسطة ارتكاز القدمين ونقطة مركز الثقل التي تتحرك للخلف عن طريق نفع الجزء العلوي من الجسم خلفاً ومرجحة الذراعين عالياً خلفاً.
- سرعة الانطلاق: وهي عملية امتداد سريعة في عضلات الرجلين مطبقة قوتها العمودية في خط واصل بين نقطة مركز الثقل ونقطة القدمين.

هذا الدفع له مركبة لاسفل قليلاً ومركبة للخلف اتجاه جدار الحمام. هذه المركبات لها ردود افعال عكسية لاعلى وللامام محصلتها عبارة عن مركبة في زاوية تتراوح ما بين 40° - 45° تقريباً. كما ان مرحلة الذراعين عالياً خلفاً تولد كمية للخلف في اتجاه حركة الجسم تنتقل اليه عندما تتوقف حركة الذراعين.

٣- الطيران:

بعد انتهاء عملية الانطلاق بقوس الجسم وتدفع الذراعين للخلف، حتى يتم الطيران في خط افقي لتقليل سطح المقاومة وتحاشي سقوط المقعدة لاسفل حيث أنها متحركة من اسفل سطح الماء. ثم يستمر هذا الطيران إلى اطول مسافة ممكنة.

٤- دخول الماء:

يدخل الجسم الماء في زاوية من $12:8$ درجة مما يعرض سطحاً كبيراً من الجسم للاحتكاك بالماء أكثر من البدء في الزحف على البطن (انظر دخول الماء في البدء من المكب). وتدخل اليدين اولاً ثم الذراعان تتبعها بقية أجزاء الجسم في خط مستقيم مع مراعاة ان يكون الرأس بين الذراعين. بعد ذلك ينزلق الجسم في الماء دون أداء اي حركات تعمل على مقاومة حركته. وتستمر هذه الحركات حتى تقل نتيجة للاحتكاك وتدفع الذراعان للامام اتجاه السطح حتى تقود حركة الجسم لاعلى. عندئذ تبدأ الرجلان في ضرباتها بقوة.

التحليل الميكانيكي للدوران

تؤدي جميع اشكال الدوران في طرق السباحة المختلفة حول محاور الجسم الاساسية. ويتعرض جميع اشكال الدوران لنفس القوانين الميكانيكية تقريباً وينقسم الدوران الى المراحل التالية:

- ١ - لمس الحائط.
- ٢ - الدوران.
- ٣ - دفع الحائط.
- ٤ - إنزال الجسم وخروجة لسطح الماء.

١- لمس الحائط.

قبل أن تؤدي عملية اللمس يكن جسم السباح متقدما بكثيأر حركة في المركبة الأفقية اتجاه الحائط. وإذا ما استمر الجسم في هذا الاتجاه حتى ملامسة الحائط فإن كمية حركته سوف تتحول إلى كمية اصطدام توقف من تقدمه بسبب القصور الذاتي ولما كان الهدف من الدوران هو تغيير الاتجاه بسرعة فعلى السباح ان يثنى زراع اللمس عند بداية لمسه للحائط بيدها حتى يقترب جسمه من الحائط دون توقف لحركته ليؤدي الدوران في أقرب نقطة من الحائط من دفعها بكفأة. وفي الطرق التي يتحتم اللمس فيها باليدين يؤدي ما طبق على زراع واحدة فيما سبق.

٢- دوران الجسم:

بعد أن يؤدي اللمس وثنى الزراع (أو الزراعان) يدور الجسم إما حول المحور الجانبي أو حول المحور الأفقي، على سبيل المثال لا الحصر.

ولما كان هدف هذا الدوران هو السرعة، فيجب تقصير نصف قطر الدوران حتى يتحقق الهدف. ويتمثل نصف قطر الدوران هذا في الطرفين السفلي والعلوي (الذراعين والرجلين).

وببناء على ذلك فإن الدوران الإمامي أو الخلفي حول المحور الجانبي (Somersault) يجب أن يؤدي من وضع التكروت حتى يقصر قطر الدوران إلى أقل ما يمكن. وفي الدوران الذي يؤدي حول المحور الأفقي على أي جانب أيضا يجب ان تثنى فيه الرجلان في اتجاه الجسم حتى تتحقق الهدف السابق.

٣- دفع الحائط

وبعد اتمام نصف دورة تصبح الرجلان في اتجاه الحائط وهي مثنية لتؤدي عملية الدفع الذي يجب ان يتم بسرعة وقرة خلف مركز الثقل وفي نقطة تأثير امامية حتى يندفع الجسم في خط مستقيم لللامام ، وتتأثر سرعة الجسم في خط مستقيم لللامام على ما يلي:

- زاوية الدفع : يجب ان تكون موازية لسطح الماء بقدر الامكان ، والذي يحددها هو مكان مركز الثقل ونقطة الدفع(مكان القدمين على جدار الحمام) ، ولما كان الهدف هو التحرر لللامام في مستوى افقى فيجب ان تكون نقطة الدفع ومركز الثقل على خط افقي واحد.

- سرعة الدفع : وتحقق السرعة عن طريق الامتداد السريع في عضلات الرجلين في نقطة تأثير عمودية على جدار الحمام ومركز نقل الجسم بناء على قانون رد الفعل الذي ينص على أن (كل فعل له رد فعل متساو له في مقدار مضاد له في الاتجاه). ولتحقيق أكبر مقدار من الدفع لا بد ان تكون زاوية الفخذين مع الساقين قائمة. لأنها احسن زاوية ليكانيكية العمل العضلي، حيث ان العضلة تؤدي اكثرا عمل لها عندما تكون اليافها عمودية على العظم الذي تعمل عليه. وفي نفس وقت الدفع تتحرك الذراعان للأمام ببطء حتى تقل مقاومة تحركهما في اتجاه حركة الجسم ليصللا بجوار الاذنين ويهما مقربتان.

٤- انطلاق الجسم وخروجه لمستوى سطح الماء

يعقب عملية الدفع انطلاق الجسم اسفل سطح الماء لمسافة قد تطول او تقتصر بناء على زاوية تحركه وقوة الدفع، مع مراعاة عدم توسيع هذه الزاوية حتى لا يتعرض سطح كبير من جسم السباح لمقاومة الماء. مما يقلل من كمية حركة لللامام.

ولما كان لزاما ان يخرج السباح فوق سطح الماء حتى يكمل بقية السباق فإن زاوية تحركه سوف تتجه لاعلى عن طريق انشاء الجذع ودفع الذراعين اتجاه سطح الماء لتوجيه الجسم ناحية السطح ويجب عدم اداء اي حركات للذراعين او الرجلين حتى يصل الجسم الى سطح الماء، وبدأ بضربيات الرجلين اولاً.

العمل العضلي في السباحة

ان دراسة الجسم البشري تعتبر دراسة مركبة لحركات العضلات فعند ممارسة اي نشاط رياضي يحدث دالما انتقال معنوي يؤثر تأثيراً سلبياً على تحسين وتطوير الناحية النفسيتوالبدنية، وهذه الآثار الحركية تؤثر بصورة خاصة على تكوين وبناء العضلات ولها كذلك تأثير وفاعلية على تحسين وتطوير شكل الجسم عموماً.

وهذا الفصل يهدف الى ايضاح المبادئ الاساسية لعلم التشريح من الناحية العضلية حتى يمكن ان تفهم التغيرات والمصطلحات العلمية والحركات ووصفها، واذا لم تكن قواعد علم الحركة واضحة في اذهان العاملين في الميدان الرياضي فإن ميكانيكية العمل العضلي في الجسم لا يمكن تقديرها بدقة تامة.

فكل حركة صادرة من الجسم كله أو أحد أعضائه إنما هي عبارة عن عضلات تتحرك بواسطة الجهاز العصبي في حالة انقباضها أو انبساطها أو ثباتها ويزيد اهتمامنا بالاستفاضة في هذا النوع لأن اوضاع وحركات السباحة لها طابع ميكانيكي وتشريحي خاص لاختلاف الوسط الذي تؤدي فيه وهو الماء عنه فيما لو أدى الشخص نفس هذه الحركات على الأرض وشتان بين التقىضين. والأشكال الميكانيكية الثلاث لحركة العضلات التي تتم في الجسم تتعرض لها أولاً حتى تكون المرشد نحو فهم ما نصادفه من مصطلحات عملية خلال شرحنا القادم فالانقباض العضلي يتم عادة بالصور الآتية:

ميكانيكية العمل المركزي

١ - الانقباض العضلي المركزي

ويحدث هذا النوع من الانقباض عندما يحمل الجسم أو بعض الأجزاء بواسطة انقباض العضلات في اتجاه المركز حيث تقصير إزاء عملها ضد مقاومة الجسم أو أي مقاومة خارجية أخرى، وحيثندن تنقبض العضلات نحو مركزها ويسمى هذا بالانقباض المركزي. وللنعطي مثالاً لهذا النوع من الانقباض: الشد بالذراعين في سباحة الصدر يحدث تقارب الساعد من العضد إلى حد ما بين بداية المسك حتى نهاية الشد وبالتالي تقصير العضلة ذات الراسين العضدية وتنبه نحو مركزها ويهزء هذا الانقباض واضحًا عند تقارب الذراعين من الصدر استعدادًا للحركة الرجوعية وكذلك في الحركة الراجوية للرجلين حيث يتقارب الفخذان من الجذع عن طريق انقباض العضلتين الأساسية والعانية نحو مركزهما.

٢ - الانقباض العضلي اللامركزي

ويحدث هذا النوع من الانقباض عندما تعمل العضلة وهي تطول لكي تسمح للجسم أو بعض أجزائه أو لبعض أنواع المقاومة الخارجية من ان تنخفض بطريقة متحكم فيها، ومثال ذلك في حركات السباحة: الحركة الراجوية للذراعين في سباحة الصدر حيث تعمل العضلة ذات الراسين العضدية ضد مقاومة الماء وهي تطول، أو تبعد عن مركزها، كذلك الحركة الراجوية للذراعين في سباحة الزحف حيث تعمل العضلات الماء للذراعين وهي تطول لتحكم في وزن الذراع أثناء مدة اللامز.

٣- الانقباض العضلي الثابت

تعمل العضلات وهي ثابتة عندما تضطر إلى العمل في وضع ثابت ومثال ذلك عندما تقف فجأة أثناء اداء حركة فان العضلة التي اضطرت لايجاد هذا الوضع تعمل في حالة ثبات ويظهر هذا واضحًا في تلك العضلات التي تعمل على انتصاف العمود الفقري خلال عملية الوقوف وكذلك عضلات الجزء اثناء السباحة حيث تتقبض وهي ثابتة لتكون القاعدة التي تعمل عليها المركبات.

وهذه الثلاث انواع من العمل العضلي تعرف بالاصطلاحين الآتيين:

- العمل العضلي المتحرك Isotonic Muscle work

- العمل العضلي الثابت Isonetic Muscle Work

ويعني العمل العضلي المتحرك ما يعنيه كلا من العمل العضلي المركزي والعمل العضلي الالامركزي اما العمل العضلي الثابت فيعني كلمة العمل في حالة ثبات. ويجانب طرق العمل الثلاث المذكورة تعمل العضلات في حركات خاصة اخرى، ولهذا السبب قد قسمت العضلات إلى مجموعات أطلقت عليها الاسماء تتناسب مع طابع الحركة التي تؤديها هذه الاسماء هي:

- **الحركات الاولية:** وهذه العضلات هي المسؤولة عن توليد العمل العضلي المركزي وتسمى ايضاً بالعمل العضلي الالامركزي. ومثال هذه الحركات في السباحة ما سبق أن ذكرناه.

- **المجموعة العضلية المقابلة:** وهذه المجموعة هي العضلات الموجودة على الجانب المضاد للعضلات العاملة كمحركات اولية على مفصل ما، ومثال ذلك اثناء عملية الشد في سباحة الصدر تتقبض العضلة ذات الراسين العضدية نحو مركزها وتطول العضلة ذات الثلاث رؤس العضدية بعيداً عن مركزها.

- **العضلات المثبتة:** وهي مجموعة العضلات التي تعمل كمبنيات لثبيت جزء من اجزاء الجسم في وضع ما بينما يؤدي عمل عضلي مركزي او لا مركزي في جزء آخر من اجزاء الجسم وذلك كما يحدث عند ثبيت عضلات الجزء له في عملية السباحة لتوقي الذراعان والرجلان حركاتها.

ومن هذا يتضح لنا ان العضلة يمكن ان تؤدي دورها اما كمحرك اولي او مضاد لعضلات تعمل على مفصل وأهمية معرفة اي العضلات هي التي تعمل خلال مراحل مختلفة من تمرين

معين تعتبر شيئاً حيوياً جداً بالنسبة للمدرب واللاعب، ولكي تحصل على تقدم كبير لقوة العضلات فيجب أن يكون العمل الملقى على المدى الداخلي كبير (١) (مقاومة كبيرة). وتعمل العضلات في احسن حالاتها وأوضاعها الميكانيكية عندما تكون عمودية على العظم الذي تحركه.

التحليل العضلي للطرق الفنية للسباحة

تواجهنا في حركات السباحة مجموعات عضلية كبيرة تعمل على اجزاء الجسم جميعاً حيث يقوم كل جزء بدوره نحو تكلمة عمل الجزء الآخر حتى تصل الى درجة الشمول العضلي للجسم تقريباً. لكنها حركات مستمرة دون توقف فهي تحتاج الى انسياب حركي على مستوى كبير. ويجدر بنا قبل ان نستطرد في شرح العمل العضلي في كل طريقة على حدة ان نذكر اهمية هذه المجموعات العضلية من الناحية العملية وكذلك العضلات التي تحتويها كما يلي:

- مجموعة عضلات الجذع

تعمل على ثبيت القاعدة التي تتحرك عليها عضلات الذراعين والرجلين في السباحة، ويتم في هذا العمل احد انواع الاقباض العضلي الذي يتصرف بالثبات المستمر في الجذع، فيجب ان يحتفظ بالعمود الفقرى مستقراً بقدر الامكان وهذا يتطلب قوة كبيرة في مجموعة عضلات الجذع وهي كما يلي:

المجموعة العضلية	
١ - العضلة الترقوية القصبة الخلفية.	١ - العضلة الترقوية القصبة الخلفية.
٢ - الربطة المنحرفة	٢ - العضلة الصدرية العضلى والصفرى
٣ - الجزء الاسفل من العضلة المنحرفة الطويلة.	٣ - العضلة المستقيمة البطنية.
٤ - العضلة المبنية الكبرى والصفرى.	٤ - العضلات المنحرفة البطنية
٥ - العضلة العريضة الظهرية.	٥ - العضلة المستقمة الامامية
	٦ - العضلة تحت الترقية.

- مجموعة عضلات الجزء السفلي

يتشبه عمل عضلات الرجلين في كل من سباحتي الزحف على البطن والظهر وتختلف حركات الرجلين في سباحة الصدر عن بقية الطرق. وفيما يلي العضلات التي تعمل في حركات الرجلين.

العضلة	الوظيفة
١ - الايون العظمي	١ - العضلة الابسوساوية
٢ - عضلات خلف الفخذ	٢ - العضلة العانية
٣ - العضلات الباسطة للاصابع الطويلة	٣ - العضلة ذات الاربع رؤوس الخندية
٤ - عضلات خلف الساق	٤ - العضلة الايونية الصغرى والمتوسطة
٥ - العضلات قصبية الخلفية	٥ - العضلة الشادة للصفاق الفخندي
	٦ - العضلة القابضة للاصابع الطويلة
	٧ - العضلة القصبية الامامية

- مجموعة عضلات الذراعين والكتف

ان المجموعات العضلية للذراعين والكتفين والتي تؤدي عملها اثناء الشد بالذراع هي نفسها في جميع طرق السباحة وهي عضلات الساعد والعضد، والتي تعمل متضادة لبعضها البعض كثبيبات لكي تخدم متطلبات الشكل الذي يجب ان يسير عليه الذراع واليد ضد مقاومة الماء.

وفيما يلي عضلات الذراع والكتف:

العضلة	الوظيفة
١-العضلة الدالية	
٢-العضلة الغرابة العضدية	
٣-العضلة تحت الشوكة	
٤-العضلة الدملجية الصغرى والكبرى	

- ١ - العضلة ذات الرسين العضدية
- ٢ - العضلة العضدية
- ٣ - العضلة الغرابية العضدية الخلفية : لعضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية.

- ٤ - العضلة الكابة المستديرة
- ٥ - العضلة القابضة للرسغ الكعبية
- ٦ - العضلة القابضة للأصابع الطويلة
- ٧ - العضلة القابضة لليهام الطويلة
- ٨ - العضلة الكابة المريعة
- ٩ - العضلة القابضة للرسغ الزندية

القوى المؤثرة على حركة السباح

١- المقاومة الامامية

هي تلك القوة المعاكسة لحركة السباح نحو الامام والتي تنشأ في الوسط المائي المتواجد امام السباح او قريبا منه او من اي جزء من جسمه. ان تلك المقاومة تبقى تقاوم حركة السباح الامامية مادامت هي نتيجة للوسط الذي يهدف السباح على نقل جسمه بقوته من خلاه وهذه المقاومة لا يمكن خافتها اطلاقا الا انه يمكن التقليل من تاثيرها الى حدودها الدنيا عن طريق وضع الجسم طافيا بشكل مائل وانقفي في الماء بحيث يواجه الجسم تلك المقاومة باقل ما يمكن من ناحية المسافة الامامية للصدر والراس « الخفاجي ١٩٨٤ ». فالوضع الانقفي للجسم يساعد الاطراف على العمل بكفاءة عالية كما وان رفعة الساق تساعده على استمرار الوضع الصحيح للرأس والوركين والقدمين على خط مستقيم.

وهذه الحركات والوضاع للجسم تؤثر على الساقين المناسبة ومن ثم التغلب على المقاومة الامامية واحسن مثال لذلك يمكن ملاحظته هنا هو عندما يقوم برفع الراس عاليا جداً فان القدمين والورك ينخفضان للأسفل للزيادة في كبر المسافة الجسمية المواجهة للمقاومة الخارجية.

٢ - مقاومة احتكاك الجلد:

وهي المقاومة التي تحدث لتلامس الماء لسطح الجلد والشعر. ان هذه الملامة تسبب ببعض تدريجات صغيرة على مسطح الجلد. لهذا فأن الجلد الاملس يكون اقل عرضة لمثل هذه التدويمات.

٣ - مقاومة الدوامات:

يقول العطار وحلمي (١٩٨٠) ان هذه تنشأ بسبب عدم قدرة الماء على مليء، جانب الاجزاء الغير انسانية للجسم ولذلك يقوم الجسم بشد الماء بأسلوب معين. ومقاومة التدويم تحدث عندما تصطدم الدوامات في الماء وت تكون مقاومة سببها وجود مناطق في الجسم انسانيايتها ضعيفة والماء عاجز عن ملئها مسبباً حدوث مناطق للضغط المنخفض حول السباح.

٤ - مقاومة الامواج:

ان الامواج الكثيرة تؤثر تأثيراً سلبياً على حركة السباح الانتقامية ويمكن التخلص من تلك الامواج العالية عن طريق مد الجسم مع الثني البسيط وحركات منتظمة للذراعين بالتناسق مع رفses صغيرة للرجلين.

الاسس والقوانين الميكانيكية للسباحة

تشبه السباحة عملية المشي والجري من حيث أنها وسيلة للحركة الناتجة من دفع جسم ضد سطح ما، وهذا السطح بدوره ينتج قوة مضادة للقوة الدافعة من الجسم.

ويعطي الجسم كل حركة مستقيمة نتيجة لحركات دائيرية مركبة للاطراف من المفاصل. وتختلف السباحة عن المشي والجري في ان السطح (الوسط) الذي يؤدي الدفع ضدده ليست له المقاومة المعهودة في الوسط المحيط بالفرد اثناء المشي - ففي السباحة يلقي الجسم مقاومة كبيرة

(في كلا السطحين يلقى الجسم مقاومة كبيرة (في كلا السطحين يلقى الجسم مقاومة للقوة الناتجة منه)- وفي السباحة يتحرك في المستوى الأفقي بخلاف المستوى الرأسي الذي يتحرك فيه أثناء المشي، ومن هنا تقل قوة الجاذبية الأرضية إلى أقل حد لها وتقى تتلاشى كلية كما سنرى فيما بعد. وليس للماء خاصية المقاومة بنفس درجتها كما في الأرض. وبالتالي تختلف قوة رد الفعل الناتجة من الماء عن الأرض، وعلى ضوء ذلك فإن جميع القوى المبذولة من السباح لا تتجه جميعها في التأثير الكامل على حركته، فبعض هذه القوى تفقد في ازاحة الماء للخلف وبالتالي يصبح التقدم للأمام بطيناً ويطلب مجهوداً أكبر، وفي المشي يتحرك الجسم ضد مقاومة الهواء (التي تقل كثافتها عن الماء) وبالتالي تصبح المقاومة في السباحة أكبر بكثير عن مثيلتها في المشي، وحركة السباح في الماء هي مقاومة ضد سطح يتعرض لهـ فكلما صغر هذا السطح اثناء الحركة كلما قلت المقاومةـ وتعتبر هذه من أهم الاسس الميكانيكية التي يستند عليها التحليل الميكانيكي في السباحة. وفي نفس الوقت يحمل السباح جاهداً على جعل الوسط الذي يقاوم تقدمه وسيلة لمنددة بالقوة الدافعة للأمام، وذلك بزيادة مقاومة الماء في الجهة المضادة لحركة تقدمه. وجسم الإنسان في السباحة سواء كان ثابتاً أو متحركاً يرتكز على الماء، وتختلف المشاكل الميكانيكية التي تحدث في الماء عن تلك التي قد تحدث من سطح أكثر خشونة، أو عندما يحاط الجسم بالهواء فالجسم المترتكز على الأرض يجد سطحاً قوياً بما فيه الكفاية لمقاومة وزنه، أو أي قوة إضافية ناتجة من تحريك أجزائهـ أما إذا كان الجسم مرتكزاً على سطح الماء فسوف يجد أن الماء ليس له القدرة على مقاومة وزنهـ حيث يحدث ممراً في الماء أسفل الجسم ويفغوص كلياً أو جزئياًـ ويستمر في غوصة حتى يتعادل وزن الماء المزاح مع وزن الجسم فإذا ما تعادل وزن الماء المزاح مع وزن الجسم قبل أن تغمر جميع أجزاءه يطفو الجسمـ والمعرفة المبكرة لعلاقة هذا الوزن ترجع إلى (أرخميدس ٢٨٧-٢١٢ قبل الميلاد).

أ- الطفو

وهو بقاء الجسم كلياً أو جزئياً فوق سطح الماء بوتensus قاعدة أرخميدس على أنه (إذا غمر جسم في سائل فإنه يلقي دفعاً من أسفل إلى أعلى، قوته تعادل وزن السائل المزاح).

وهذه القوة التي تتجه لأعلى اتجاه جسم السباح تتسارع وزن حجم الماء المزاح، وتكون متساوية لحجم الجزء الغموري من جسمه في الماءـ ومن هذا يتضح لنا أن دفع الماء من أسفل إلى أعلى

يعتمد على العلاقة بين وزن وحجم الجسم الطافي - فكلما زاد ثقل الفرد نسبياً عن حجمه كلما قلت عنده فرصة الطفو، وعادة فإن الجسم يطفو بسبب خاصية جاذبيته (الوزن بالنسبة للوحدة الحجمية) التي تعتبر أقل من خاصية جاذبية الماء.

$$\frac{\text{وزن الجسم}}{\text{خاصية الجاذبية}} = \frac{\text{وزن كمية معادلة من الماء}}{\text{وزن كمية الماء}}$$

وتختلف الأجسام البشرية من حيث خاصية جاذبيتها، فالذين يملكون نسبة كبيرة من العظام والعضلات يكونون أثقل من غيرهم، حيث أن العظام والعضلات لها خاصية جذب عالية بينما الأنسجة الدهنية تتميز بخاصية جذب أقل، وعلى ذلك فإن الأجسام التي تتربك من نسب عالية من العظام والعضلات تقل فيها خاصية الطفو، عن الأجسام التي يدخل في تركيبها نسبة عالية من الدهن. ولهذا السبب تطفو البنات والسيدات عموماً أكثر من الرجال.

وبالرغم من أن جميع الأجسام مقاربة من حيث خاصية جاذبيتها في بعضها أكثر قليلاً من معدل خاصية الجاذبية وبعض أقل قليلاً منها، إلا أنه يمكننا تحديد خاصية جاذبية الجسم الإنساني بعدة طرق. فإذا كان جسم الإنسان منتظم هندسياً ومتجانساً من حيث الصلابة لامكنا قياس ابعاده ومعرفة حجمه، وإذا عرف الحجم نستطيع مقارنة وزن الجسم بوزن حجم معادل له من الماء، وحيث أن جسم الإنسان غير منتظم الشكل أو متجانس المادة فإننا نحصل على خاصية جاذبيته عن طريق غمره في ما، ثم تحديد وزن الماء المزاح، لأن وضع الجسم في الماء كلياً يزيح كمية ماء ليحل مكانها ، وهذه الكمية المزاحة من الماء تسمى بالماء المفقود(الماء المزاح) كما في المعادلة التالية:

$$\frac{\text{وزن الجسم}}{\text{خاصية الجاذبية}} = \frac{\text{وزن الماء المفقود}}{\text{وزن الماء المزاح}}$$

ويجاوز تلك التجربة على ٢٧ سيدة جامعية مع إضافة اخذ الشقيق، وجد (روك، هل براندت) ان متوسط معدل خاصية جاذبيتهن هو ٩٨١٢ مترارواحا ما بين ٩٦٣٥ و ٩٦١٤ ر.ا. وعند تفريغ الرئتين من الهواء وصل المعدل إلى ١٧٧ ر.ا وجد أن هناك خمسة من المختبرات فقط كان لهن خاصية جاذبية أقل من واحد صحيح بعد إخراج الزفير كاملاً. وقورت استنتاجات هؤلاء

الباحثين بتلك الأبحاث التي أجريت بواسطة باحثين سابقين، فوجد ان خاصية جاذبية النساء أقل
عامة عن خاصة جاذبية الرجال والأطفال.

وإذا نظرنا إلى جسم الإنسان، نجد مكوناً من مجموعة من المواد بعضها كثافتها أكبر من كثافة الماء، مثل العظام والغضاريف، وهذه تمثل المجموع الكبيرة من الجسم ومواد أخرى كثافتها أقل من كثافة الماء مثل الدهون، وهو موجود بنسبة أقل من المادتين الآخرين، ولكننا يجب لا ننسى تجويف الصدر، وهو حجم لا يتأثر بالنسبة لحجم يحتوي على الرئتين الممتلئتين بالهواء، كثافة هذا الهواء أقل بكثير جداً من كثافة الماء. وعلى هذا فإن جسم الإنسان يتكون من مواد غير متحانسة الكثافة، بل له كثافة خاصة تسمى بالكثافة النسبية.

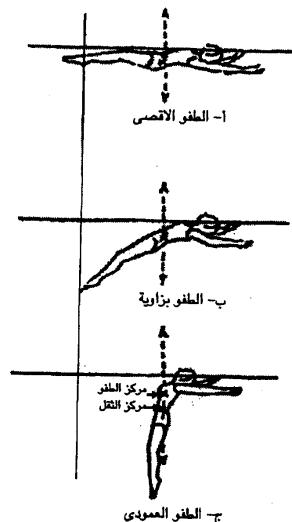
يعتَد طفو الإنسان في الماء على قوة الدفع المائية من أسفل إلى أعلى والكتافة النسبية للجسم. فمثلاً يلاحظ أن أجسام السيدات والنساء بوجه عام ، تطفو بسهولة عن أجسام الرجال، ويرجع السبب في ذلك إلى أن نسبة الدهن في الرجل العادي حوالي $\frac{1}{17}$ من وزنه، بينما ترتفع هذه النسبة في المرأة إلى حوالي $\frac{1}{24}$ من وزنها مما يجعل كثافة الأنثى النسبية أقل من كثافة الرجل النسبية. ويوفِر دفعاً مائياً كبيراً على أجسامهن.

ويسبب إحتواء منطقة الصدر على الرئتين الممتلتتين بالهواء، تضيّع خفيفة الرزن جداً إذا ما قورنت بحجمها ، وعلى هذا تعتبر منطقة معرضة للدفع المائي أكثر من أي منطقة أخرى في الجسم ويدور جسم الإنسان في الهواء حول محور يمر بمركز ثقله، أما في الماء فسيدور حول مركز الطفو (Buoyancy) في منطقة الصدر فوق مركز الثقل الموجود في منطقة الحوض تقريباً.

ويتركب الرجلين كما ذكرنا من نسب عالية من العظام والعضلات وبالتالي تتمتع بخاصية جذب عالية، بالإضافة إلى طول ذراع الرافعة الواقع ما بين مركز الطفو حتى مشط القدم. إذا قورن بطول الذراع الآخر للرافعة من مركز الطفو إلى نهاية الرأس.

ومن هذا يتضح لنا عند تطبيق نظريات الروافع- أنه كلما بعد مركز الثقل عن محور الارتكاز (مركز الطفو) كلما زاد تأثيره كنتيجة لزيادة طول ذراع المقاومة. ومن هنا يبدأ الجسم في الدوران حول مركز الطفو ويفقد توازنه في الماء. ونتيجة لذلك تهبط الرجالات لأسفل- والحالة الوحيدة التي لا تسبب فيها الرجالان هذه الظاهرة هي أن ترتفع فيها النسبة التركيبية للأنسجة الدهنية فتقل علىها خاصية الحذب. وبالتالي تزداد نسبة حجم الماء المزاح عند الرجالين، فيتساوى وزنها أو

يزيد، وهنا لا يقع مركز الطفو في الصدر، ولكن ينحني تجاه الرجلين حتى ينطبق على مركز الثقل، وعندئذ يتنزن الجسم تماماً في الماء ويطفو الجسم في الوضع الأفقي. وعندما لا تتحقق هذه الحالة حيث أنها لا تتحقق في الغالبية العظمى- فإن القدمين يهبطان حتى يقع الثقل أسفل مركز الطفو (شكل ٨٤).



شكل(٨٤)

أوضاع الطفو الناتجة من اختلاف اوضاع مركز الطفو

ويمكن أن يزداد الطفو والاتزان، بزيادة حجم الجسم دون زيادة وزنه ، ويرفع مركز الثقل حتى يقترب من مركز الطفو (محور الإرتكان) وبالتالي تقصير ذراع المقاومة.

ووضع الطفو الذي تكون فيه جميع أجزاء الجسم متجمعة مع بعضها في نقطة خط الدفع المائي. بالإضافة إلى امتلاء الرئتين بالهواء مما يزيد من حجم الصدر ، يمثل أفضل وضع للطفو يمكن للجسم أن يتخلze حيث يكون مركز الثقل ومركز الطفو متطبقين تماماً.

وهذا هو الوضع الذي يستخدم في تحديد ما إذا كان الشخص يعاني من مشاكل بالنسبة للطفو على الظهر حيث عندن سوف لا يطفو ظهره فوق سطح الماء، وإذا ما حدث ذلك رغم امتلاء الرئتين بالهواء ، فإنه لا فائدة من التقدم معه في اوضاع طفو أخرى ثابتة. وفي الطفو على الظهر يحتاج معظم الأشخاص إلى توزيع نقل الجسم حول مركز الطفو. وتحريك النزاعين إلى وضع فوق مستوى الرأس. يعمل على إطالة وإضافة ثقل إلى هذه الرافعة التي تعتبر فوق نقطة الارتكاز (مركز الطفو) ويؤثر ذلك في مساعدة إتزان الرجلين الأكبر ثقلاً ، ويعمل أيضاً على رفع مركز ثقل الجسم وتقريره من مركز الطفو. كما يمكن العمل على رفع مركز ثقل الجسم إلى نقطة أعلى بواسطة ثني الركبتين وسحب القدمين اتجاه الجسم حيث يؤدي ذلك إلى تقصير رافعة الرجلين. وهي لا تزال محتفظة بكمال تأثير حجمها.

وعند تقوس الظهر وإقامة الرأس خلفاً في الماء يتسع الصدر ويسمح بزيادة دخول الهواء الذي يزيد بدوره من حجم الصدر بالإضافة لحجم الماء المزاح الذي تسبب من إقامه الرأس خلفاً. ومن هنا يتضح لنا اختلاف الدفع المائي الواقع على الجسم باختلاف مقدار الهواء الموجود بالرئتين. فالشخص الذي ثقل عنده ظاهرة الطفو يمكنه تحسين ذلك عندما تمتلي رئتيه تماماً بالهواء، وإذا أراد أن يطفو ظفوا ثابتاً دون اداء أي حركة، فمن الأفضل له أن يأخذ تنفساً عميقاً وسريعاً ويحتفظ به حتى يرفع جسمه لارتفاع كاف في الماء يعمل على تحاشي سقوط جسمه عند عملية التنفس التالية. وحيث أن مركز ثقل الجسم في معظم الأفراد يقع أسفل مركز الطفو مما يتسبب عنه حدوث قوة عزم تسبب الدوار. فإن وضع الطفو للغالية العظمى يصبح فيما بين الوضع الأفقي والوضع العمودي. وهناك بعض الأشخاص يستطيعون الطفو وارجلهم تحت الصدر مباشرة في الوضع العمودي. وهذا يعني أنه عند اتخاذ الوضع الأفقي الثابت للطفو تهبط الرجلان، ونتيجة لذلك تتولد كمية حركة بسبب العجلة الحادثة من شد الجانبية الأرضية للرجلين. وكمية الحركة هذه تجذب الشخص لأسفل سطح الماء حتى ولو سمحت خاصية الطفولة باتخاذ زاوية فوق العمودية، ففيما يمكن لقوه الدفع أن تستند الجسم، فإنها ليست كبيرة بالدرجة التي تتغلب بها على كمية الحركة المتولدة من سقوط الرجلين.

وعلى هذا فمن المهم وضع الجسم عمودياً في الماء قبل أن يتخذ لنفسه وضع الطفو الثابت، وفي هذه الحالة إن تجد الرجلين كمية الحركة لاسفل حتى تتغلب عليهما. وهنا سترتفع إلى نقطة الاتزان بدرجات تختلف طبقاً لاختلاف الأفراد.

ورفع الرأس لأعلى باستمرار يعمل على خفض القدمين لاسفل في الماء. حيث يكون وضع الجسم الأفقي رافعة من النوع الأول محور إرتكازها مركز الطفو وهي تشبه في ذلك الأرجوحة التي إذا قمنا برفع أحد طرفيها ينخفض الطرف الآخر. وبخاف كثير من المبتدئين عند نزولهم الماء من الغرق -وال المشكلة هي كيف يتعلم المبتدئ وضع الاتزان في الماء حتى يصبح الفم والأنف خارج الماء في فترات متقطنة تسمح له بالتنفس.

وبالإضافة إلى صعوبة الطفو عند المبتدئين - فإنه يشكل مشكلة خاصة عند البنات في بداية تعلمهن استخدام أجسامهن في الماء. فالفتاة التي تتميز رجالها بخاصية الطفو لدرجة كبيرة يصعب معها قدرتها على وضع قدميها على قاع الحمام، مما يجعلها غير قادرة على اتخاذ الوضع الذي تعودت عليه في حياتها العادي وهو الوضع الرأسي - وكثيراً ما يسبب لها عدم قدرتها فرعاً أكثر من تفكيرها في الغرق.

وطلي ذلك فمن الأهمية لكل فتاة أن تعرف عوامل تأخرها وأسبابه عن طريق التحليل الميكانيكي الذي يمكنها من إصلاح عيوب الحركة عندها. وحيث أن الرجلين في هذه الحالة تربحان قدرأً من الماء وزنه يفوق وزنهما، فإن الرافعة يجب أن تقصير حتى يزال أثراً الميكانيكي المكتسب من قوة الطفو عندما تطول الرافعة - فعند سحب الرجلين تجاه الصدر تقصير الرافعة ويصبح من السهل دوران المقعدة لاسفل بواسطة القوة الناتجة من التزاعين. وعندما يصبح الجسم على الظهر، فإن القرة الناتجة من التزاعين تصبح لاسفل وللخلف، وفي حالة اتخاذ الجسم لوضع الانتبطاح(الوجه لاسفل) فإن قوة التزاعين تصبح لاسفل وللخلف، ويعرف الجزء العلوي وتتشد المقعدة لللامام - كما يجب ملاحظة أن خفض الرجلين دائماً ما يكن يسبب زيادة رفع الرأس.

وعندما يصبح الورك أسفل الصدر، فإن بسط الرجلين يعمل على سقوط القدمين للاسفل باتجاه قاع الحمام يتخذ وضعها منحرفاً في اتجاه مضاد لقاع الحمام، ثم تعمل بعد ذلك قوة دفع الماء على رفعهما من جديد إلى السطح. ويسهل ذلك ، الحصول على الوضع الأفقي إذا ما كان الجسم متحركاً خلال الماء، أما لو كان الجسم في وضع طفو ثابت حيث أن مقاومة الماء تقidi إلى أن يكون الجسم في مستوى مسطح.

ولتحديد المسافة بين مركز الطفو ومركز الثقل عندما يكون الجسم في وضع الطفو الافقى،
أوجد الباحثان (روك، هيليراندت) المعادلة التالية:

$$f = \frac{c \times 1}{m}$$

f = المسافة بين المركزين.

c = القوة المطلوبة لحفظ الاجزاء السفلية من الجسم في الخط الافقى كقياس حصل عليه من المستوى المتعلق
بمفصلي الكتفين

1 = ارتفاع مركز الثقل.

m = وزن الجسم - c .

بـ - القوى التي تقاوم الجسم أثناء تحركه في الماء
يقاوم الماء الجسم أثناء تحركه نتيجة لعوامل كثيرة تتناولها بالشرح والتفصيل فيما يلي:
لقد وضح (كريوفتش) ان الابحاث التي اجريت على الطائرات والسفن قد دلت على أن تلك
المقاومة تعتمد اساساً على العوامل التالية:

١ - مقاومة الجلد(السطح الخارجي للجسم).

٢ - مقاومة الدوامات والامواج.

وتعتبر المقاومة العكسية للجلد اكبر هذه المقاومات جميماً. ويملاحظته لعملية سحب شخص
في الماء، وجد ان المقاومة تقل في وضع الطفو على البطن عنها في وضع الطفو على الظهر.
وببناء على ذلك فإن تحرك الجسم في الماء بوضع قطري سوف يتسبب في ايجاد مقاومة كبيرة
عنه لو اخذت الوضع الافقى، لأنه في الحالة الاولى يتيح تعريف مساحة كبيرة من الجسم لمقاومة
الماء الذي يعمل على التغلب عليها. وكلما كبرت هذه المساحة كلما زادت المقاومة على حركته،
وعلى ذلك فيجب ان يكون وضع الجسم في السباحة في شكل يسمح بعرض اقل مساحة ممكنة
لمقاومة الماء في اتجاه الحركة المطلوبة (شكل ٨٥) يثبت هذه الظاهرة.

०८४

मानकीय त्रिभुज का अनुपात व्याख्या करें।

मानकीय त्रिभुज का अनुपात व्याख्या करें। इस त्रिभुज का अनुपात व्याख्या करें।

$$R_1 = r_{\lambda} + (\text{अनुपात व्याख्या करें। इस त्रिभुज का अनुपात } (\lambda)).$$

$$R_{\lambda} = r_1 + (\text{अनुपात व्याख्या करें। इस त्रिभुज का अनुपात } (1)).$$

$$\frac{R_{\lambda}}{R_1} = \frac{r_{\lambda}}{r_1} / \frac{r_{\lambda}}{r_1} = \frac{r_{\lambda}}{r_1}$$

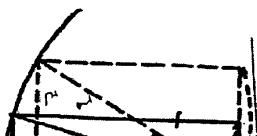
$$r_1 = r_{\lambda}$$

$$\text{अनुपात } = \frac{r_{\lambda}}{r_1}$$

$$\text{अनुपात } = \frac{r_1}{r_{\lambda}}$$

अनुपात व्याख्या करें।

उत्तम (०८)



وشكل (٨٥) يوضح حجم سطح الماء www.hollanduniversity.org س ٣٧م، كما يبين العلاقة بين هذا السطح وجيب الزاوية التي يتخذها الجسم كنتيجة لهبوط الرجلين والورك (المسافة لـ ٢ل).

ولقد وجد (كونسلمان) ان وضع الطفو على البطن له مقاومة اقل من وضع الطفو على الجانب، وتزداد المقاومة اذا التف الجسم نتيجة لقوة خارجية ويستمر التفافه ذاتيا.

ووجد (الاي) ان المقاومة في وضع الطفو على البطن تزداد تبعاً للسرعة التي يتحرك الجسم بها حتى تقريباً سرعة ٢ قدم في الثانية. وفي السرعات التي تتراوح ما بين ٥:٢ قدم في الثانية، يرتفع الجزء السفلي من الجسم لاعلى اتجاه الخط الانفي، وبالتالي تقل المقاومة نتيجة لهذا الرفع. وفي السرعات التي تزيد عن ٥ قدم في الثانية تزداد المقاومة مرة ثانية.

وعندما تصل السرعة إلى ٦ قدم في الثانية تنتج موجة كبيرة أمام الجسم تعمل على زيادة القوة العكسية للمقاومة. وجاءت تلك النتائج عن طريق ملاحظة سحب جسم في الماء دون تغير في الوضع النسبي لجزءه.

اماثناء السباحة، فإن هناك مقاومة كبيرة سوف تنتج من حركات الرجلين والذراعين. وهذا لن يزيد فقط من المقطع العرضي لسطح الجسم، بل قد ينحرف الجسم. اثناء حركة إعادة الذراعين- عن مساره في اتجاه مضاد لحركات الدفع، وتغيير السرعة يعمل ايضاً على إيجاد مقاومة، تزداد بعجلة ايجابية. وخفض الرأس في الماء اثناء سباحة الزحف عن طريق غمرها مع وضع الوجه مستويًا على الماء، يعمل على إيجاد مساحة صغيرة تقاوم حركة التقدم للأمام.

وبالرغم من ذلك فإن خفض الرأس هذا يعمل على التنفس خلال السباحة دون الاضطرار لرفع الرأس عالياً، حيث يعمل هذا الرفع- كما شرحنا من قبل- على سقوط القدمين لأسفل ويزيد من المقاومة عليهما وغالباً ما يتسبب عدم تساري القوة الناتجة من جانبي الجسم تحريكه في مسار متعرج (زجاج) تزداد معه مساحة سطح المقاومة (شكل ٨٦).

ويجب تقليل الحركة لاعلى ولاسفل الى حدتها الادنى اثناء السباحة، حيث تعمل على زيادة السطح العرضي للمقاومة وتسبب موجات تعرق تقدم السباح للأمام.

• تنتج مقاومة كبيرة للجسم اثناء فترة الاعادة والزحفلة، ولزيادة الحصول على الوضع الذي تقل فيه المقاومة يجب ان ينساب الجسم في حركته بقدر المستطاع.



شكل (٨٦)

المسار المتعرج (زجاج)

وعندما يصبح هدف السباح التقدم اماما فالمشكلة هنا هي كيفية اتخاذ الوضاءع التي تستغل فيها القوة للعمل في اتجاه خلفي حتى تستغل فيها القوة للعمل في اتجاه خلفي حتى تستغل فيها القوة للعمل في اتجاه خلفي حتى يصبح رد الفعل الناتج مساو للهذه القوة ومضاد لها في الاتجاه دون التعرض لمساحة كبيرة من سطح المقاومة.

وتدفع الرجلان للخارج بسهولة في السباحة الاولية على الظهر وكذلك ضمهمما ولذلك يجب ان يكون مقدار الدفع ومساحة السطح في كلا الرجلين متساوين حتى لا يتعرج الجسم.

وعند ثني الركبتين في حركة الاعادة للسباحة الاولية على الظهر يبدو ان مساحة السطح التي تتعرض للمقاومة كبيرة، برغم ان الرجلين متصلتان بجوار بعضها، حيث ان ذلك يعمل على سقوط الورك الذي يتسبب عنه حدوث مقاومة على ظهر السباح كله، واذا ما غير السباح طريقة الثني هذه، وادى ثني الركبتين للخارج اثناء الاعادة، فإن طولهما سوف يقصر، ولكن سوف تنتج مقاومة من الماء على الفخذين نتيجة لخروجهما عن الجسم وبالتالي تقل المقاومة عن ذي قبل لأن المقاومة لن تحدث على الظهر كما حدث في الوضع السابق.

وفي جميع حركات الذراعين للامام في اتجاه خط سطح الماء يجب ان يكون في داخل نطاق عرض الجسم وللامام حتى يستمر تحركه في خط مستقيم، ويجب ان تدخل اليدين الماء عن طريق اطراف اصابعها حتى يقل سطح القاومه، عما لو دخلت اليدين وهي مفرودة.

ووجد من البحث ان المقاومة تزداد زيادة تقربيه مع مرتفع السرعة وعلى هذا فان تجنب اي حركة سريعة تحت الماء في اتجاه حركة الجسم يعتبر امرا ضروريأ، وعند اداء جزء الاعادة اسفل سطح الماء كما يحدث في سباحة الصدر وسباحة الصدر المukoسة فإن مقاومة كبيرة سوف تنتفع وتسبب دفع الجسم للخلف، وعلى ذلك يجب ان تؤدي هذه الحركات ببطئ، مع الاحتفاظ بالاعضاء المتحركة بجوار الجسم بقدر المستطاع لتقليل سطح المقاومة . وحيث ان مقاومة الهواء تعتبر اقل من مقاومة الماء، فإن إعادة الذراعين خارج الماء يعمل على تقليل المقاومة إلى حدتها الاذنى كما يحدث في سباحة الرصف مثلا، وفي ضوء ذلك، فإن كفاية استخدام الذراعين إلى أبعد مدى فوق الماء يشكل دراسة أكثر أهمية من مشكلة سطح المقاومة بالنسبة لسباحة الرصف. حيث أنه برغم قلة مقاومة الهواء، إلا أن الذراعين تعتبران دفع طويلا تشكلا علينا على العضلات التي تحركهما إلى جانب الاخالل بإتزان الجسم، ولهذا فإن ثني الرفقين يؤدي إلى تقصير تلك الرافعة، مما يسهل عملها وإزالة العبء الواقع على الازان، والعضلات التي تؤدي هذا العمل ورفع المرفق الثنى وحمله للامام قبل الوصول باليد للماء، يجعل من السهل استرخاء عضلات الساعد خلال فترة من كل ضربة، وبالتالي لا يؤدي الذراع الا الجهد المطلوب فقط.

ولقد وجد (كيريفتش) ان مادة (الماليوه) تعتبر إحدى العوامل التي تؤثر في قوة إحتكاك الماء، ووجد أن (الماليوه) المصنوع من الصوف تتولد بسببه مقاومة اكبر من الماليوه المصنوع من الحرير، طبقا لخشونة سطح كل منها، كذلك وجد ان لباس البحر الغير محكم على جسم السباح، وخاصة عندما يكن ملتصقا في منطقة الفخذتين يزيد من المقاومة بسبب امتلاء الفراغ الموجود بين الجسم (الماليوه) بالماء، ويزيد من وزن وحجم الجسم، وعندما يتحرك الجسم بسرعة في الماء، يعمل ذلك على ايجاد منطقة ضغط منخفض خلفه، تسبب في حدوث قوة ماضة للخلف، تعمل على جذبه للخلف ايضا. وتأثير هذا التجويف المائي يكون كبيرا كلما ازدادت سرعة السباح، كما ان حركات الجسم او اي جزء منه، تعمل على انتاج دوامات مائية، تسبب في احداث منطقة ضغط منخفضة حول جسم السباح، وعلى ذلك يجب تقليل تلك الحركات التي لا تساعده على تقدم الجسم للأمام الى اقل حد لها.

وعندما يلتف الماء حول جسم السباح يؤدي إلى حقوقه التي تؤدي إلى اتجاه الجسم في خط مستقيم والوضع الذي تراص فيه أجزاء الجسم جيداً يعتبر أكثر كفاءة حيث أنه يؤدي إلى تحرك الجسم في خط مستقيم.

وأتجاه الجسم في خط مستقيم خلال فترة التزحلق في أي طريقة من طرق السباحة يمكن السباح من الحصول على أكبر مسافة تناسب مع مقدار القوة المبذولة بسبب قلة المقاومة.

جـ- القوى المحركة

يتحرك الجسم في الماء بواسطة حركات الشد والدفع بالذراعين بالإضافة إلى حركات الرجلين.

ويحيط أن الجسم يتحرك في اتجاه عكس تلك القوى المبذولة، فإن الحركة الخلف تعمل على تحريك الجسم للأمام، والحركة لأسفل ترفع الجسم لأعلى والحركة لأعلى تدفع الجسم لأسفل تدع الحركة ناحية اليمين ، تحرك الجسم ناحية اليسار والعكس بالعكس . وفي ذلك تطبيق لقانون (رد الفعل) والذي ينص على (كل فعل له رد فعل مساوله في القوة ومضاد له في الاتجاه).

وتزداد سرعة حركة الجسم نتيجة لنقص المقاومة عليه في اتجاه حركته ، وتزداد المقاومة كذلك بزيادة مربع السرعة (قانون ثيون الثالث).

وهنا يتضح أن الحركات التي تؤدي وتعمل فيها القوة في اتجاه حركة السباح تكون بمثابة عامل اعاقه لتقدمه ، ولهذا يجب أن تؤدي ببطء حتى تخفف المقاومةـ أما القوة الناتجة في اتجاه عكس حركة السباح والمسؤولة عن تقدمه للأمام يجب أن تؤدي بسرعة.

والحركات الإيجابية للبيدين والقدمين هي المسؤولة عن حركة الجسم، وهذه الأجزاء هي نهايات روافع الطرفين العلوي والسفلي، وللاستفادة من كفائتها يجب أن تأخذ الزوايا الملازمة لداء أقصى دفع ضد الماء.

ولهذا يجب أن يكون وضع البيدين قابلاً للتغيير خلال حركة النزاعين حتى تتمكن راحتهم من شد ودفع الماء للخلف مباشرة باستقرار.

كذلك الحال بالنسبة للقدمين حيث يكونا في وضع مع الساق يمكن تغييره على مدى الحركة، وهذا يتطلب توافقاً ، فقد يحدث للمبتدئين في تعلم السباحة عند اداءهم لحركات الرجلين دون

حركات الذراعين في سباحة الزحف على البطن أن يسلكوا للخلف بدلاً من الأمام ويرجع اختلاف الاتجاه هذا إلى وضع القدمين بالنسبة للساقين.

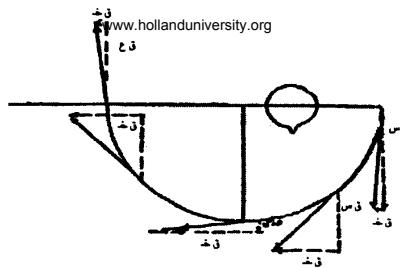
ولقد وضح الباحث (كوريتون) أن وضع القدمين يجب أن يكون بحيث يتمكن من دفع الماء للخلف في حركته لاسفل ولاعلى. وعند الدفع باليدين والقدمين يكون ذراع مقاومة الرافع هو كل الطرف بالنسبة لحور الكتف أو الفخذ.

ويضيق الجزء النهائي من الرجل (القدم) رافعة قصيرة أخرى عندما يعمل مفصل القدم. وبسبب إمكان وضع اليد في شكل يسمح بدفعها للخلف مباشرة ينتج عنه دفع الجسم بواسطة اليدين أكثر من القدمين.

و عند تحليل (كريوفتش) للقوى الدافعة للجسم في سباحة الزحف وجد ان السباحين المترافقين يحصلون على ٧٠٪ من حركتهم بواسطة الذراعين، و ٣٠٪ من الرجلين، و وجد ان السباحة ذوي المستوى المنخفض يحصلون على ٧٧٪ من حركتهم للأمام بواسطة الذراعين.

وتضرر مثلاً بذلك بسباحة الزحف على البطن، فعندما تبدأ اليد في حركة الشد بقوة عند سطح الماء. واستمررت في هذا الاتجاه حتى تصل بجوار الجسم، فإن القوة الناتجة منها لاسفل خلال الجزء الاول من الحركة، يعمل على رفع الجزء الطولي من الجسم، بينما لو حدث ذلك نهاية حركة اليد فإن دفعها يكن لأعلى، وبسبب خفض الجسم لاسفل، وحيث ان هذا الدفع يؤدي في منطقة بجوار مركز ثقل الجسم فإنه سوف يعمل على غرقه. ونتيجة لذلك تزدي حركات في الجسم لاسفل ولأعلى تزيد من مقاومة الماء. وإضاعة الطاقة، وبين (شكل ٨٧) معاملات القوة المبذولة في نقط مختلفة على طول قوس حركة النرايع وبما ان مركز هذا القوس (الكتف) في سباحة الزحف على البطن يتحرك للأمام عندما تتحرك اليد للخلف فإن مسار هذه القوى يمكن تبعاً لذلك اعمق مما هو موجود في الرسم التوضيحي السابق، (شكل ٨٨) بين ذلك.

وإذا ما حدث مسار القوس أثناء عملية الشد، ان قطعت اصابع اليد الماء لمسافة قليلة، قبل ان يكتمل امتداد النرايع للأمام في عملية دخول الماء، فإنه باكمال امتدادها استعداً لعملية الشد، تكون اليد قد وصلت اسفل سطح الماء ببضع بوصات مما يؤدي إلى رفع الجسم لأعلى. وعندئذ تزداد لارداء عملية الدفع بعد مرور النرايع اسفل النرايع ورفع اليد لأعلى بجوار مركز ثقل الجسم، تخرج القوة التي تغرق الجسم وتدفعه لاسفل.



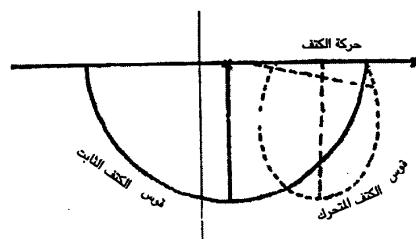
شكل (٨٧)

مركبات القوى المتعادلة والمطبقة في نقط مختلفة على سمار قوس حركة الشد.

Q_s = القوة لأسفل

Q_x = القوة للخلف

Q_u = القوة لأعلى

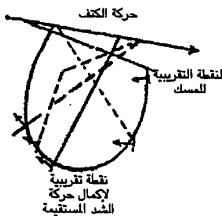


شكل (٨٨)

قوس تقريري ناتج من تحرك الكتف للأمام
والقوس الآخر ناتج من حركة الذراع حول كتف ثابت.

وإذا ما اعتبرنا ان الذراع واليد تدور حول الكتف www.hollanduniversity.org بقيمة، فيمكنا القول بأنها تنتج احسن قوة لها عند بداية حركتها في نقطة حوالي 5° اسفل امام كفتها، وستستمر كفاتها حتى تصل الى نقطة 5° اسفل خلفه.

وبالاضافة الى ذلك فإن ثني المرفق يمكن من وضع اليد في شكل يساعد على بذل وتطبيق قوتها للخلف بكفاءة قبل ان تصل الى زاوية 5° خلف الكتف (كما في شكل ٨٩).



شكل(٨٩)

اتجاه راحة اليد يمكن ان يتغير على مسار حركة الذراع

والقوة النهائية عبارة عن محصلة قوة اليد في اتجاهها للخلف والقوة الناتجة من مسارها في قوس، حيث ان كلا من القوتين قد نتاجت من نفس الحركة، ويجب ان تكونا متعادلتين في المقدار. وان تكون القوة الايجابية مطابقة زاوية في منتصف المسافة بين الاتجاه الذي تواجهه راحة اليد والاتجاه الذي يسير فيه مماس القوس.

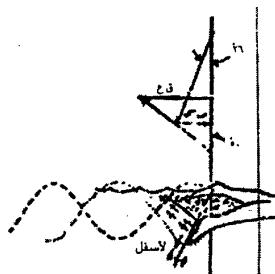
وليس حركة الذراع ذات تأثير كبير في زيادة قوتها للخلف بعد مرورها من وضعها العمودي على الكتف، ولكن اثناء مرافقها يعمل على الاحتياط براحة يدها مواجهة للخلف وبينه على ذلك يجب ان يؤدي الشد بالذراع وهو مستقيم. ابتداء من نقطة اسفل مفصل الكتف. ثم بعد تلك النقطة يثنى المرفق ليحدد وقوع راحة اليد للخلف لزيادة قوة إضافية للحركة. واذا ما أديت حركة الذراع للخلف الى نقطة بعيدة عما ذكر يعمل هذا على فقدان مقدار من القوة لاعلى، مما يسبب

انحراف مسار قوس الحركة لأعلى ويؤدي إلى انحراف الجسم عن مساره، بالإضافة إلى تحريك الكتف للأمام، مما يصعب عملية اخراج المرقق من الماء. وإعادة النزاعين إلى مسافة بعيدة خلف الرأس في السباحة الأولية على الظهر، يعمل على زيادة المسافة التي سوف تطبق فيها القرة.

والجزء الأول من حركة النزاعين سوف يفقد في تحريك الجسم ناحية اليمين أو اليسار. وإذا ما كانت تلك القرى متساوية، بانياً لن يؤثر في تحريك الجسم للأمام ولكنها ستتفق في عمل غير فعال. والجزء الأخير من حركة النزاعين في تلك الطريقة يشكل طرفة تقرب للنزاعين اتجاه الجسم وتدفع الماء للخلف عندما تقترب منه وعلى ذلك فهي تساعد في تحريك الجسم للأمام. لذا يجب أن يكون مسار قوس حركة النزاعين في السباحة الأولية على الظهر مبتدأً من زاوية ٥° فوق الكتف تقريباً حتى يصل بجوار الجسم.

وتحركة الرجلين لأسفل في سباحة لزحف على البطن يمكن أن تنتج قوة للخلف بواسطة القدم المتدهة في نهايتها كنتيجة لحركة الانثناء في مفصل الفخذ. ويشتمل مفصل الركبة قليلاً يؤدي إلى وضع القدم في نقطة تمكناًها من إعطاء قرة مباشرة للخلف.

وتحركة الرجلين لأعلى تعطى القدم قوة للخلف كنتيجة لامتداد مفصل الركبتين والقدم. وحيث أن بذل القوة للخلف بواسطة الرجلين يعتمد على وضع القدم، إذن مرنة مفصل القدم ضرورة أساسية للنجاح في سباحة الزحف (شكل ٩٠).



(٩٠) شكل

القيمة النسبية الناتجة من حركات الرجلين لأسفل ولأعلى

وضربيات الرجلين التي تتسع أكثر من عمق الجسم (من الظهر حتى الصدر، من ٢٠:١٥ بوصة تقريباً) تعمل على زيادة المقاومة حيث إنها تزيد من مركبة القوة الامامية الناتجة من حركة الفخذ لأسفل وتزداد تلك المقاومة اذا ادت الرجل تلك الحركة وهي مستقيمة.

وتشبه حركة الرجلين في سباحة الزحف على البطن عملية المشي، حيث ان الحركة المركزية لكليهما ناتجة من اثناء مفصل الفخذ، وكلاهما ايضاً يبدأ حركته بعملية إثناء في مفصل الركبة وبالتالي تقع على كليهما مركبة مقاومة في الجزء الأول من الحركة. وفي كليهما ايضاً تعتبر حركة مفصل القدم ذات اهمية كبيرة. وحركة المرحجة في المشي هي نفسها حركة الرجلين لاسفل في سباحة الزحف على البطن. بينما جزء الدفع في المشي يشبه حركة الرجلين لاعلى في سباحة الزحف على البطن ايضاً.

وفي سباحة الفراشة والصدر بالحركة الضفدعية للرجلين، يؤدي دفع الماء للخلف بواسطة الجزء الامامي من الساقين، ويؤدي نعلى القدمين عملهما إذا كان مفصليهما ذو مرونة تمكنهما من الدفع للخلف مباشرة، الى ان تلك المرونة تعمل على توفير مساحة سطح كبير لنعلى القدمين يمكن بواسطتها بذلك قوة كبيرة. الى جانب ان القوة النهائية لحركة الرجلين في هذه الطريقة تنتج من عملية ضم الرجلين بقوّة ومن الامامية ان تؤدي حركة الرجوع في الطريقة الضفدعية للرجلين ببطء حيث ان الفخذين اثنانها تخرج قوة للامام تعمل على إيقاف كمية حركة الجسم. ويجب بذلك قوة كبيرة في الحركة الفعالة للخلف ثم مد مفصلي القدمين اثناء الجزء الأول من عملية الاعداد حتى تقلل مساحة سطح المقاومة خاللها. حيث ان ثني مفصل القدمين (تقرير القدم من الساق) يضع مশطيهما في الماء في اتجاه حركة الجسم. عندئذ يعمل ذلك على اعتدال تقدمه. ويؤدي ثني مفصلي القدمين في نهاية عملية الاعداد حتى يتمكنان توسيع سطح الدفع ويؤديا عملية الدفع بكفاءة. وحيث ان المقاومة تزداد تباعاً لمربع سرعة حركات المقاومة، وكذلك تقدم السباح يتوقف على مقاومة الماء لحركته. فلابد إذن ان تؤدي الحركات الفعالة من اجزاء الجسم المعنية بذلك وهي متعددة وضعها الصحيح لتتمكن من تطبيق قوتها ضد الماء في اتجاه عكس اتجاه تقدم السباح. بينما يجب ان تؤدي الحركات الغير فعالة في اتجاه تقدم الجسم ببطء لتقليل المقاومة كما ذكر من قبل.

والحركات في عكس اتجاه السباح يجب ان تؤدي بسرعة حيث انها هي مسؤولة عن التقدم. وبما ان تحريك الجسم من حالة السكون يتطلب قوة اكبر من التي تبذل لاستمرار حركته بسبب القصور الذاتي * - فإن توقيت الضربات وخاصة التي تعمل على زحقة الجسم يعتبر امرا بالغ التأثير. وبناء على هذا فإن اداء ضربات النزاعين باستمرار دون وجود فترتين كل ذراع والآخر لن تساعده السباح في الاستفادة من الفترات القصيرة الموجودة بين حركة كل ذراع والآخر للاسترخاء. وكمية حركة كل ذراع والآخر للاسترخاء وكمية حركة كل ضربة تعمل على تحريك الجسم لمسافة معينة. وبذلك اذا طالت فترة الانزلاق حتى الضربة التالية فإن كمية حركة الضربة الأولى سوف تنزل بسبب مقاومة الماء. وبالتالي على السباح ان يتغلب على القصور الذاتي من جديد في كل ضربة ذراع.

ونلخص ما سبق في ايجابية مراعاتنا للنقاط التالية:

- ١ - تعريض اكبر مساحة ممكنة من العضو المحرك في اتجاه عكس اتجاه التقدم. للحصول على رد فعل.
 - ٢ - تصغير مساحة العضو الذي يتحرك في اتجاه حركة الجسم (الحركة الغير فعالة لتنقليل الاحتكاك).
 - ٣ - تؤدي الحركات الفعالة على اتجاه التقدم بسرعة.
 - ٤ - تؤدي الحركات الرجوعية في اتجاه تقدم الجسم ببطء.
 - ٥ - الاستفادة من كمية الحركة والدفع المائي من اسفل الى اعلى باستخدام النزاعين والرجلين.
- وفي الختام يمكن ان نلخص ما تقدم من قوانين واسس للسباحة بما يلي:

١- قانون الطفو:

يعرف العطار وحلمي (١٩٨٠) الطفو بأنه بقاء الجسم كليا او جزئيا فوق سطح الماء ويعتمد هذا على كثافة الجسم الطافي وبالاستناد الى نظرية ارخميدس للطفو (العياش ١٩٨٥) فإن الدفع للالاعلى على كل جزء من الاجسام المغمورة يكون معاذلا لوزن السائل المزاح. ولهذا فإنه كلما أكبر جسم الماء المزاح كلما أكبر الدفع من الاسفل باتجاه الجسم وللاعلى وكلما كان وزن الجسم أقل بالنسبة لوزن المزاح من حجمه فإن القدرة على الطفو على هذا السائل تكون اكبر.

ان كثافة جسم الانسان تتراوح بين (٦٠-٩٠٪) لهذا فالجسم البشري يستطيع الطوفان بالقرب من سطح الماء بصورة عامة حتى ان بعض الاشخاص من ذوي السمنة الكبيرة لا يستطيعون الغوص والنزول الى قعر الاحواض العميق بسبب زيادة وزنهم (شلس ١٩٨٨).

٢- قوى الدفع

ان تحريك الجسم ورفعه للامام تتحمله الذراعين والرجلين في حركتهما ضد الماء. حيث تقام المجاميع العضلية العاملة على الذراعين والرجلين والورك وتعمل تلك العضلات على الانقضاض محدثة شدآ متساويا في كل منها لهذا فالحركة سببها العمل العضلي للمجاميع العضلية. وتكون القوة الدافعة كبيرة عندما يعطي السباح شدآ عضليا كبيرا. فالسباح الذي تعطي عضلات ذراعيه قوة مقدارها (٤٠) نيوتن ورجلان تعطيان (١٠) نيوتن على سبيل المثال فأن القوة الكلية الناتجة عن الشد العضلي تبلغ (٥٠) نيوتن.

ان هذه القرى الدافعة المستخدمة من قبل السباح تتعاكس مع اتجاههم حركة جسم السباح. فالدفع الخلفي مثلاً يدفع الجسم للامام والضغط للأسفل برفع الجسم للإعلى والضغط للجانب الأيمن بدفع الجسم للجانب الأيسر وهكذا.

٣- قانون القصور الذاتي:

ان الجسم في حالة الحركة او السكون وبنقي على حالته ما لم يؤثر عليه قوى تسبب تغييرآ في حركته او سكته ان هذا القانون يؤثر على حركة الذراعين عن الحركة المستمرة وبعد تقطع الحركة.

٤- قانون زيادة السرعة:

ان السرعة الكبيرة للذراع يحدث سرعة انتقالية كبيرة للجسم ككل.

ان هذه السرعة لكي تكون فاعلة فأن مسألة توجهاها مباشرة ضد مقاومة الوسط المائي لكي لا يحدث امام السباح مساحة (خلة) حيث لا يستطيع الذراع والكف من مواجهة المقاومة المائية لكي يستند عليها وتدفعها. فالجسم المتحرك سريعا في الماء يترك مسافة ضغط واطي، مباشرة خلفه وهذه نخلق تقابل وتحليل الى سحب الجسم خلفه.

٥ - قانون رد الفعل:

ان الفعل العضلي الذي يتسبب في حركة في الذراعين والرجلين يسبب حركة معاكسة للجسم
تتعادل في مقدارها مع القوة او الفعل العضلي وتعاكس في الاتجاه.

٦ - قانون العضلات:

كما هو معلوم ان العلة تتواءن عندما تكون قيمة القوة \times ذراعها متساوية لقيمة المقاومة \times
ذراعها ان القوة العضلية للذراع مهددة في العضلة الصدرية او الظهرية في الجذع والمقاومة هي
نقطة اتصال اليد بالماء لهذه فان العضلة هنا تكون ذراع القوة فيها قصيرة مما يسمح في خدمة
سرعة حركة الذراعين للسباحة.

٧ - قانون التدويم:

الحركة المفاجئة لجسم السباح او لأي جزء من جسمه على سطح الماء تسبب كما ذكرنا انفا
مناطق ضغط واطيء والتي تسبب تأثيرات واعقة على السباح.

٨ - الانسيابية الكبيرة للجسم تقلل من مقاومة تقدم الجسم خلال الماء.**نموذج للتحليل الحركي للاخطاء الشائعة في سباحة الزحف**

كما هو معلوم ان الممارس المبتدئ لا يفعالية رياضية يقوم باخطاء متشابهة مع اخطاء المبتدئين
وآخرين عند بداية تعلمهم لتلك المهارة ويسخاول هنا اعطاء نموذج للتحليل الحركي لاحدي
الاخطاء المألوفة في سباحة الزحف يقوم بها المبتدئون عند ادائهم حركة الرفس المتصلة بالقدمين.
ونقوم هنا فيتناول هذه الحالة النموذج وذلك من اجل اعطاء مثال عن كيفية التحليل الحركي
لفرض استخدامه كأساس في وضع المقترنات البنائية عند تدريب او تدريس هذه المهارة من قبل
المختصين في مجال التربية الرياضية وتحليلنا هنا سنتناول شرح لاعطاء فكرة عن هذا الخطأ
الشائع ثم سنتناول تحليلها بشكل موجز.

في الرؤسسة المتنبدة والمشتبحة تكون الحركة مجرد تبادل للانقضاض والانبساط لجميع الطرف
السفلي مع كون الحركة محددة بفصل الورك بدلا من انتقالها خلال الفخذ الى مفصل الركبة ثم

خلال الساق الى الكاحل والقدم. مفاصل الركبة تكون محدودة تماماً خلال الرفسة والقدمان والكافحان ترتفع في وضع ثابت للعضلات القابضة لاخصم الرجل. والسباح الذي يالف هذا الخطأ يجد نفسه لكي يقطع المسافات عليه ان يرفض الرجل لعدة مرات او اكثر من السباح الذي يرفض بشكل صحيح وهذه تنتج حتماً رفسة ضعيفة. والرفسة المتذبذبة الصالبة اقل جودة واقتصادية من الرفسة الصحيحة في كونها تميّز بما يلي:

١ - غياب الثني في مفصل الركبة والكافح.

٢ - غياب النهدنة والراحة في نهاية الرفس لاسفل(بداية الرفس- للأعلى).

٣ - غياب الفعل المشابه لعمل (ذيل السمكة) لوجه القدم ضد الماء..

ان التحليل الميكانيكي لهذا الخطأ الشائع لحركة الرفس يتناول دراسة المدولات الميكانيكية ذات العلاقة بخدمة الواجب الحركة في نوعيتها واقتصاديتها.

ان قسم الدفع للقوة والذي يعتبر مسؤولاً عن تحريك السباح للامام هو ذلك المركب الذي يدفع الوسط المائي باتجاه الخلف مباشرة. ان الضربة باتجاه الاسفل تزود بشكل كبير بواسطة وجه القدم الامامي والضربة باتجاه الاعلى بواسطة اسفل القدم (ذيل القدم). وكمية قوة الدفع تعتمد على الزاوية التي يعملها وجه واسفل القدم عند رفعها مع الاخذ بالاعتبار سطح الماء.

في بداية الضربة للاعلى فأن افضل زاوية لاسفل القدم (ذيل القدم) تكون ممكناً فقط في حالة واحدة وهي عندما تمتد الركبة قليلاً من مفصلها ففي الرفسة المتصلة فإن الركبة ممدوداً باستقامة. اسفل القدم بناء على ذلك ليس في الوضع الصحيح الذي يخدم في تزويد قوة الدفع.

في الشكل الصحيح لاداء الرفسة فأن كل طرف يعمل على شكل عتلات متسلسلة «الخوذ والساقي والقدم» الا انه في الرفسة المتصلة فأن كل طرف يعمل لعترة طويلة لوحده مع امتداد ذراع القوة من المنشا البعيد للعضلات القابضة وبالاسطة للورك الى المحور في مفصل الحوض.

اما ذراع المقاومة فانه يتكون من الطول الكلي للعترة من وجه القدم او اسفل القدم الى او اسفل القدم الى اسفل القدم الى مفصل الورك. القوى التي يعمل على هذه العترة تأتي من العضلات العاملة على مفصل الورك. وعضلات الركبة والقدم لانسهام في خدمة حركة العترة الا انه عندما يستخدم الطرف كعناب متسلاً فان ذلك سيضيف قوة اضافية للعترة.

ان القصور الذاتي يجب التغلب عليه مع كل اتجاه عكسي في الرفس وما دام في الرفس المتبنب والمتصلب الجذفة تكون اقصر واسرع مما يجب ان تكون وعضلات مفصل الورك التي تقوم باداء وظيفة مزدوجة في التغلب على القصور الذاتي للطرف السفلي ومقاومة الماء. فان واجبها سيكون كبيرا وستتحمل حملا فوق الحدود التي تستطيع ان تتحملها اذن عليها ان عمل بحمل زائد وسرعة اعلى لواجهة المتطلبات عليها بواسطة التغيرات المستمرة في الاتجاه والمقاومة الزائدة للماء التي سببها السرعة في الاداء والحركة وبشكل اعيتادي فان الضربة او الجذفة للالاعلى ميزة او فائدة اكبر من الضربة او الجذفة للأسفل وذلك لأن الضربة عندما تؤدي بشكل سليم فان أسفل القدم(تعل القدم) يكون في وضع افضل للدفع الخلفي ضد الماء من وجہ القدم في الضربة للأسفل. وفي الرفسة المتصلة هذه الفائدة مفقودة.

الفصل الثاني

الفصل الثاني التحليل الحركي لرفع الانتقال

- تحليل الحركي في رفع الانتقال

- رفعة الصدر والقفز للإعلى

- رفعة الخطف

- التحليل المثال النموذجي لرفعات لثقل

- الأسس والقوانين الميكانيكية في رفع الانتقال

التحليل الحركي في رفع الاتصال:

ان تحديد خط سير مركز ثقل الرباع عند رفع الثقل مع قيمة التوجيه والسرعة اللحظية في اجزاء الجسم المختلفة تساعده وتعني المدرب الرياضي وكافة المختصين في مجال رفع الاتصال على استغلال القوى العضلية بافضل شكل ميكانيكي مع الحصول على القدرة في مجال المقارنة بين الاداء المثالي النموذجي للرفعه مع حالة رفع الثقل. فالأسس والقوانين البايوميكانيكية ضرورية جداً في مسألة التعامل معها عند اداء الرياضي المهاورة الخطف او التتر على سبيل المثال حيث ان ذلك يساعد على تحديد نقاط القوة والضعف في الاداء الحركي.

ولقد حدّدت بعض الأسّس والعوامل (عبيدي ١٩٨٢) في تحديد مفهوم التكنيك المثالي كالتالي:

- ١ - معرفة وتحديد خط سير الحركة ثقل الجسم للرباع عند اداء الرفعه ومدى تأثير القوى الخارجية عليه.
- ٢ - معرفة وتحديد خط السير والرفعه والذي يحدد بموجبه خط سير مركز الثقل المزدوج او المركب الناتج عن خطى سير الثقل المزدوج او المركب الناتج عن خطى سير الثقل وجسم الرباع.

وستقوم هنا بتناول التحليل الحركي للرفعات الكلاسيكية المعروفة وهي الخطف والرفع الى الصدر والتتر.

القوانين والمدلولات الميكانيكية المؤثرة على رفع الاتصال:

كما هو معلوم ان هنالك قوانين ومدلولات ميكانيكية تتحكم في الحركات الرياضية وتتحدد تلك القوانين والمدلولات طبقاً لتنوع الحركات الرياضية التي تؤدي، وحيث ان هدف رفع الاتصال يرتكز على رفع وزن ممكّن لثقل باستخدام القوة الداخلية (العضلات) من اجل الحصول على تعجيل ضد الضرب الارضي مع المحافظة على مركز الثقل ضمن حدود قاعدة الارتكاز خلال عملية الرفعه. اذن اصبح من الواضح لنا ان عملية احداث التوازن كامل في نجاح الرباع بالتعطلب وصرع وزن الحديد بالاتجاه الاعلى، ان هذه العملية كما ذكرنا تحتاج اولاً واخيراً الى عملية الارتكاز الثابت للقدمين على الارض عن طريق بقاء اتجاه مركز ثقل الرفعه الكاملة الذي يتكون من مركز مركب لوزن الرباع ووزن الحديد مؤشراً باتجاه قاعدة الارتكاز للقدمين.

ان المسار الحركي لركل ثقل الحديد يأخذ شكلاً يشبه الحرف (S) بالإنكليزية وان التuggيل للرفة يمكن الحصول عليه من خلال العلاقة التالية وهي كالتالي:

$$\text{التعجيل} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الזמן}}$$

من خلال العلاقة اعلاه يمكن ان نقول ان السرعة النهائية للثقل تكون كبيرة عندما يكون وزن الثقل المرفوع قليلاً. فالثلث يحصل على سرعاته ومعدل تغيير تلك السرعات نتيجة لرفع قوة يعطيها الرياع بغضلات جسمه تكسب لثقل تلك السرعة المعنية، وقوة الدفع العالية تولد سرعة كبيرة مع زمن قليل لاتمام الحركة طيران الثقل للالاعلى. وكما هو الحال في معظم الحركات الرياضية فان الطاقة الكامنة تعمل عملها في مساعدة الرياع على ضمان ثبات الجسم. فالطاقة الكامنة يعطيها الرياع لواجهة قوة الجذب الارضي عند رفع الثقل للالاعلى.

بعد انهاء العمل العضلي وتاثيراته على الرفعة بعد ان تكون رفعة القوة للالاعلى تبدأ عملية الحساب الكينماتيكي للتعجيل والتي نوهنا عن كيفية حساب علاقتها وكذلك للسرعة التي يمكن حسابها عن طريق حساب المسافة التي يرتفع بموجبها الثقل للالاعلى والى اقصى نقطة مع الزمن الذي استغرقته تلك المسافة في حركة الثقل. وبقسمة تلك المسافة للالاعلى على الزمن المستغرق في ذلك يمكن استحصال قيمة السرعة لركل الثقل. اما اذا اردنا حساب السرعة المركبة فاننا يمكن استحصالها عن طريق حركة مسار ثقل الجسم مضافا لها مركز ثقل الحديد المرفوع.

ان القوة العضلية تنتقل من مفاصل الجسم الى عمود الثقل. وان هذه القوة تسلط على وسط العمود مما يؤدي الى ان يأخذ العمود وضعاً مطابقاً وهذا ما نلاحظه بوضوح عند رفع الثقل ذو الوزن الكبير حيث يصبح العمود محنيناً قليلاً من وسطه ان هذا يساعد على ظهور قوى مضافة ومساعدة في ا يصل الحديد الى الصدر وكذلك تؤثر بشكل ايجابي على تعجيل الثقل.

ان العمل المستخدم تكون من القوة والتعجيل. وان القوى القصوى للثقل تحدد الى المدى البعيد للارتفاع الثقل. وزيادة السرعة طبقاً لذلك تكون هدفاً. ذلك لأن القوة لوحدها غير كافية في تحقيق الانجاز العالى بل يجب الاعتماد على السرعة العالية التي تمكن الرياع من استخدام قوامينة للتغلب وصرع الحديد.

ان هذا ميكانيكياً يعني ان القدرة هي الاساس وليس القوة في مفهوم التكنيك الصحيح في العامل الحركي وذلك طبقاً للعلاقات الجبرية في المدولات الميكانيكية والتي هي:

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{ويماناً أن } \text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{المسافة}$$

$$\text{وحيث أن } \text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

لذلك يمكن اعادة صياغة المعادلات اعلاه وفقاً للتالي:

$$\text{القدرة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \text{ او } \text{القوة} \times \text{السرعة}$$

من المفهوم اعلاه فان القدرة هي الاساس في الانجاز الرياضي وليس القوة (شلش ١٩٨٨) كما يعتقد خطأً فالقوة اذا ما استخدمت لمسافة ولفترة زمنية قصيرة تكون اعظم من ناحية خدمة الانجاز. وهذا ما يمكن ان نلاحظه ان هناك رياض يفوقه بقوته رياض اخر الا انه لا يحقق انجازاً افضل والسبب في ذلك هو كون الرياع المتفوق في القوة لا يستخدم تلك القوة وبسرعة متعينة بل بسرعة اعتيادية.

والآن تأخذ المثال التالي للاستزادة من المعلومات المتعلقة باعتمادية القوة والقدرة في مجال الرياضي. رباعان استخدما قوتين مختلفتين الاول استخدم قوة (١٠٠) نيوتن والثاني (٨٠) نيوتن وكانت السرعة لكليهما متساوية ومقدارها ($3\text{م}/\text{ث}$) المطلوب ما يلي:

١- ما هي قيمة القدرة لكل منها.

٢- ماهي قيمة القدرة لكل منها اذا ما اصبحت سرعة الرياع الثاني ($4\text{م}/\text{ث}$).

٣- ماذا حدث بالنسبة للحالة الاولى وماذا حدث بالنسبة للحالة الثانية.

$$\text{القدرة} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$$

* - القدرة للربيع الأول = $3 \times 100 = 300$ واط

القدرة للربيع الثاني = $4 \times 80 = 320$ واط

* - القدرة للربيع الأول = $3 \times 100 = 300$ واط

القدرة للربيع الثاني = $4 \times 80 = 320$ واط

ومن اعلاه يمكن ان نلاحظ ان الزيادة في السرعة ولدت تفوقاً للربيع الثاني بسبب زيادة السرعة من بقاء قوه اقل من قوة الربيع الاول.

ومع ذلك فأن عبد الحليم وأخرون (١٩٧٧) يقول بأن الاداء الذي يتطلب القدر قوي ضد مقاومة كبيرة يعتمد على القوة اكثراً من الاداء الذي يتم ضد مقاومة خفيفة والتي يعتمد على السرعة بشكل اكبر. ومن اجل تناسب الاداء مع هذه المدولات الميكانيكية يجب استغلال طريقة التعجيل بشكل كامل وبقية قصوى وصول الجسم الى حالة الاستقامة الكاملة.

الرفع الى الصدر والنتر للاعلى Clean & Jerk

ان هذه المهارة في رفع الانتقال تؤدي لحركاتين تكميل احدهما الاخرى والحركة الاولى هي الرفع لصدر (Clean) والحركة الثانية هي النتر للاعلى (Jerk) ان كلا الحركتين تكونان المهارة المعروفة في رفع الاقفال والتي يطلق عليها (رفعه النتر) وستتناول التحليل هنا وفقاً لمراحل وهي كالتالي:

المراحل التحضيرية:

ان عرض القدمين بعرض الورك متوازيتان. الامشاط متجهة قليلاً للخارج الجسم مثنى قليلاً مع وضع اليدين بقبضتيهما القوية على عمود الثقل على ان تكون المسافة بين اليدين بعرض الكفين.

ان الخط العمودي الوهمي النازل من عمود الثقل على الأرض يكن على مفصل المشط وزاوية الكاحل تكون (٨٠°-٧٠°) وزاوية المركبة (٤٠°-٥٠°). الكتفان تكونان للامام قليلاً من عمود الثقل، والظهر متقوس قليلاً مع شد عضلي كبير به.

تبدأ حركة الثقل بالانتقال من الأرض للإعلى بعد حركة بسيطة وسريعة في الحوض وعند هذه الحركة يمكن ملاحظة الانطواء لعمود الثقل الذي نوهنا عنه في البداية. إن المجاميع العضلية في الرجلين لا يملان بشكل مفاجئ في اعطاء قوة كبيرة بل أن القوة المبذولة تأخذ بالزيادة التدريجية.

ان المفاصل العاملة في تحريك الثقل من الأرض الى مفصل الركبة والورك هي مفاصل القدم والركبة والورك. وان الحركة الكبيرة تكون في مفصل الركبة واصغرها في مفصل الدم. واحسن زاوية مثالية للحصول على رفعه مد قوية خلال السحب العالى في زاوية الركبة هي (١٢٠-٩٠) عند لحظة كسر اتصال الثقل مع الأرض وتحصل الى (٦٠-٣٠) عند وصول الثقل الى المستوى المستعرض لمفصل الركبة. اما زاوية مفصل الورك فانها ثابتة وتحصل الى (٦٠-٣٠) عند وصول الثقل الى المستوى المستعرض لمفصل الركبة. اما زاوية مفصل الورك فانها ثابتة وتحصل الى (٩٠-٦٠).

وفي اللحظة التي تسبق دفع الركبتين تحت عمود الثقل فإن الخط الأفقي لمركز ثقل الرفعة الكلية(الثقل والجسم) يكون امام مفصل الركبة. وعند لحظة دوران مفصل الركبة فإن العضلات القابضة والمادة في الساقين تتقلان من الدوران السريع للحصول على وضع متوازن وثابت.

والسحب يتم بعد ذلك ويمر بمراحلتين الأولى يتم عندما ترفع الركبة تحت عمود الثقل حيث تتغير زاوية محور القوة لصالح عضلات المد. وقبل ان يصل الجذع الى مرحلة السحب الثانية يأخذ وضعاً يتميز باستقامة الظهر والذراعين مع اثناء ارتفاع قليل للخلف في منطقة الرأس مع الارتكاز الكامل للجسم على القدمين وعمود الثقل فوق مفصل الركبة ثم يقوم الرياع بعملية مد كاملة وسريعة لجميع مفاصل الجسم الكبيرة ثم ترفع الكتفين للإعلى مع ثني قليل عند المرفقين.

ان الثقل يتم تحريكه باستقامة للإعلى حتى يصل الى نقطة الدوران العليا لخط سيره. والحركة الأفقية لمركز ثقل الحديد والجسم تكون متراقبة من اجل الحصول على خط سير ثابت للرفرفة وتجنب حالة او وضع عدم الاتزان.

ان السرعة تبلغ اقصاها للثقل بعد نهاية رفعه القوة والعليا والتي يصل بموجبها الثقل الى مستوى حزام الرياع. ان المد القليل والغير كامل لجسم الرياع بعد حركة السحب ضروري كما

وأن الجسم كاملاً بعد انتهاء التعجيل لا يعطي اي فائدة ميكانيكية لخدمة واجب كمال الحركة. كما وان على الربع ان يبقى ملائقاً لجهاز رفع الالتحال ولفتره طولية بدلاً من تركه بسرعة لكي ينتقل الى الحركة التالية وهي فتح الرجلين او ثييما.

المرحلة النهائية :

ان الربع يعمل على ان يدفع مرافقه لللامام حتى يأخذ وضعاً افقياً ويعلم على ايقاف حركة انخفاض الثقل نحو الاسفل والتي تتمثل في حركة رجوع الثقل للارض.

ان عمود الثقل يصل الى نقطة الدوران العليا بعد مرحلة طيران وعليه ان يسيطر على جهاز الثقل دون ان يتركه للسقوط للأسفل ويتحكم بذلك من خلال تحديد اللحظة المناسبة عند وصوله للوضع النهائي الذي يتميز بشيء وفتح المرحلة تجنباً لسقوط الثقل الحر.

في اللحظة الاخيرة وعندما يكون التحميل كاملاً على القدمين فأن اتجاه القدمين يكون للخارج بزاوية (٢٥°) ويالمس القسم الخلفي من الفخذ كافة الساق والقدمين بعرض الكتف والساق منثنية بزاوية (٤٠°) مع الارض والجذع مثني قليلاً كذلك الا ان زاوية ثيي (١٥°).

رفع الخطف باليدين Snatch

يمكن ان تقسم هذه الرفعه الى ثلاثة مراحل بغرض تنظيم اكثر لعملية التحليل والمراحل الثلاث هي:

١ - المرحلة التحضيرية: القدمان مفتوحان بعرض الحوض مع تأشير المشطين قليلاً للخارج وكذلك الركبتين. زاوية الركبة تكون (٧٢°). اما الورك فانه يكون في وضع اعلى قليلاً من مستوى الركبتين والجذع مائلأ قليلاً وزاوية ميله تكون لللامام بمقدار (٥٥°) مع طبلة الرفع مركز ثقل الجسم يقع ضمن قاعدة الارتكان. اما الكتفان فيكونان عموديين على البار.

٢ - المرحلة الرئيسية: تبدأ هذه المرحلة بحركة ديناميكية قوية حيث يشد الربع عضلات رجلية وجذعه لغرض انتزاع الثقل من خشب الرفع في هذا الوضع تكون زاوية الركبة (١٠٩°) والجذع مائلأ قليلاً لللامام بنفس الزاوية في المرحلة التحضيرية وبالبالغة (٥٥°) والكتفين عموديان على العمود الذي يكون قريباً للساق، والزمن المستغرق من نهاية المرحلة

التحضيرية حتى تحريك الثقل وكسر اتصاله مع خشبة الرفعة (١٢٪ من الثانية) من الوقت الكلي المستغرق في أداء الرفعة كاملاً.

ثم تبدأ السحبة الأولى للنقل بعد انتزاعه مباشرة من الخشبة حتى وصول مفصلي الركبتين والقدمين إلى أقصى امتداد لهما. ويتحرك الثقل بسرعة كبيرة ويكون عمود الثقل قريباً من الساقين. ويأخذ الجذع شكلاً افقياً بالتدريج وتكون زاوية ميلانه مع خشبة الرفع (٤٠°) م هذه اللحظة يصل عمود الثقل إلى مستوى أعلى قليلاً من مستوى الركبتين. وزاوية مفصل الركبتين يصل إلى (١٣٠°) ويكون الزمن المستغرق لهذه السحبة (٤٤٪) من الثانية من الوقت الكلي لرفعه.

وبعد انتهاء السحبة الأولى تبدأ السحبة الثانية من نهاية الوضع الأخير للسحبة الأولى حتى لحظة وصول عمود الثقل إلى مستوى الثالث الاخير من عظامي الفخذين. والمصدر الرئيسي للقوة في هذه السحبة هي العضلات المادة للجذع. وتكون زاوية مفصلي الركبتين حوالي (١٥٤°) (١) يتكون مفاصل الكتفين والرفقين للأمام قليلاً عن مستوى الخط العمودي الواقع على العمود. ان الوقت المستغرق لهذه السحبة يبلغ (٢٨٪) من الثانية من الوقت الكلي لرفعه.

٣ - المرحلة النهائية: تستغرق هذه المرحلة (٦٪) من الثانية من وقت الرفعة الكلي ويكون الخط العمودي المركب لمراكز ثقل اللاعب والثقل في منتصف المسافة بين القدمين وجسم الرياع يكون متتصباً ثم يترك الثقل في هذا الوضع.

التحليل المثالي التموذجي لرفعات الثقل:

نحن نعلم أن لكل فعالية أو فعالية أداء مثالي يختلف كلباً عن أي مستوى في الأداء أقل منه وهذا الأداء المثالي التموذجي يحدث مع مستويات الأرقام العالمية والدولية ذات الانجاز العالمي وذلك لكون التغيرات والقوانين الميكانيكية سخرت إلى آخر ما يمكن في خدمة واجب الأداء الحركي في التغلب على قوة الجاذب الأرضي للثقل. وسنقوم هنا بعرض نوع من أنواع التحليل الحركي التموذجي المستخدم من قبل وديع ياسين (١٩٨١) والمؤلف عن Helmar Hommel .

التحليل الحركي لرفعه الخطوط:

لا بد من ملاحظة الخط البياني في الشكل (٩١) لدالة السرعة- الزمن والخط البياني للشكل (٩٢) لدالة القوة- الزمن والذي يوضح المسار الحركي لكل منها من بداية الرفعة وحتى المرحلة

ଶ୍ରୀମତୀ କୃତ୍ୟାମା ପାତ୍ର

॥**ଶ୍ରୀମଦ୍ଭଗବତ** ॥ ୩୪ ॥

କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

ੴ - ਗੁਰ ਪ੍ਰਸਾਦਿ (੫੮) ਸੰ। ਇਹ ਸਾਡੀ ਪੰਨੀ ਤੋਂ ਜੇ ਕਿਉਂ ਆਏ ਹੋਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਸ਼ਾਮਲ ਹੈ।

3 - ፳፻ (፲፻፷) በኋላ የሚከተሉ የገዢ ስም ነው.

(ੴ) ਸਤਿਗੁਰ ਪ੍ਰਸਾਦਿ ॥ ਕਾਨੂੰਤ ਜੇ ਹੋਵੇ ਬਾਅਦ, ਜਾਣੁੰਗੇ ਗਿਆਂਦੇ ਹੋਏ ਚੌਥੇ

— ፳፻፲፭ ዓ.ም. የዚህ ሰነድ በመስጠት ተደርጓል

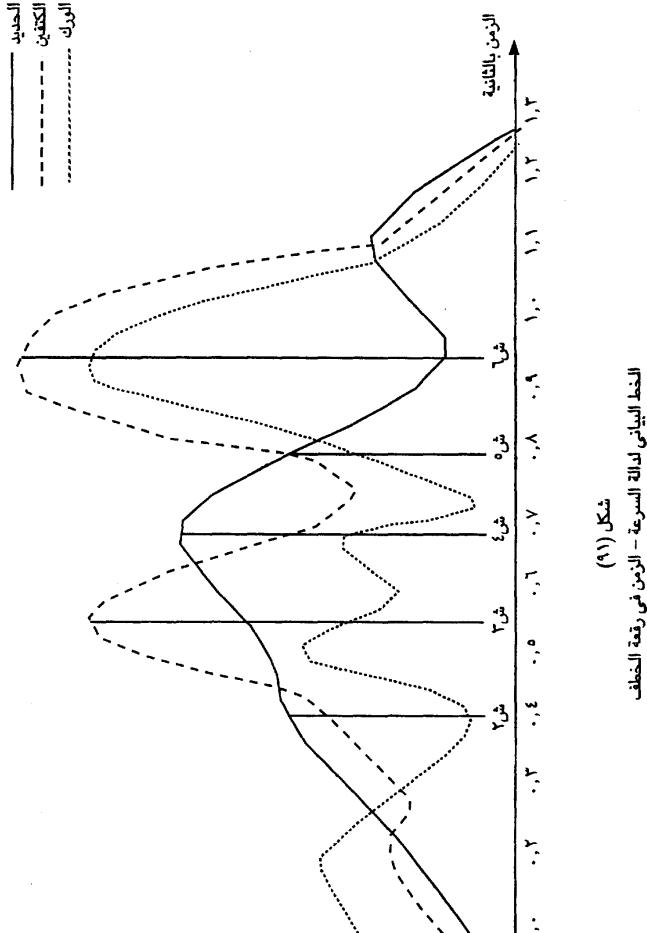
Digitized by srujanika@gmail.com

၁၇ (၁၇) ၁၈ (၁၈) ၁၉ အောင် ၁၉၀၀-၁၉၀၅ (၁၅) ၂၄၃၂ ၂၄၃၃ ၂၄၃၄

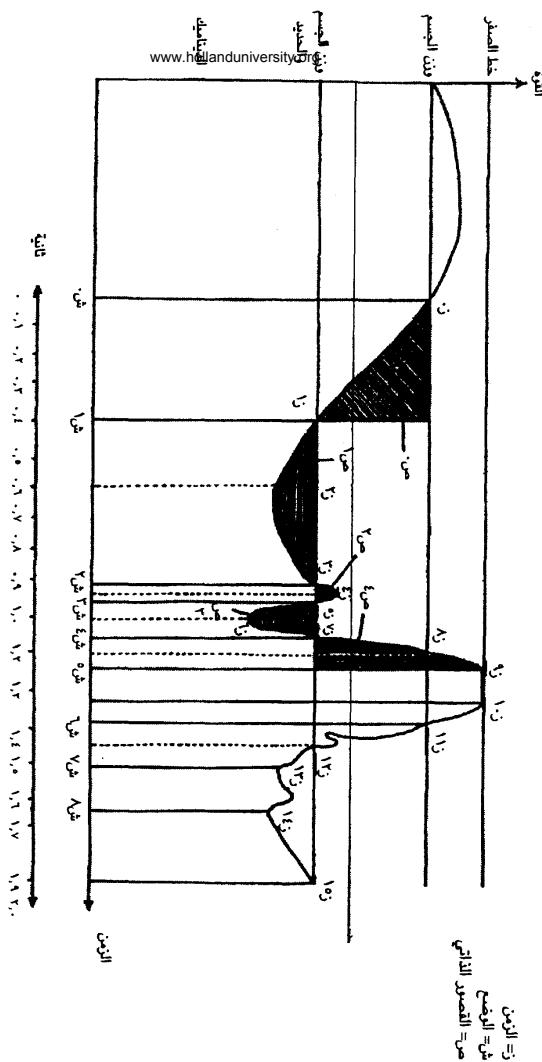
፳፻፲፭ - የፌዴራል ቤት ስምምነት ነው ይህንን የሚከተሉት ደንብ መሠረት የሚያስፈልግ ይችላል (፩፻፲፭)

(iii) $\Gamma \vdash (x)(\varphi)$.

କୁଣ୍ଡଳ ଦେଖିଲୁ ଏହାର ପାଇଁ କିମ୍ବା ଏହାର ପାଇଁ କିମ୍ବା ଏହାର ପାଇଁ



شكل (١٦) الخط الاليضمي لدالة القيمة في مجموعتين من المجموعات الخالدة



التحليل الحركي لرفةة النتر:

تتضمن رفةة النتر مرحلتين في التحليل الحركي التالي، وستتناول كل مرحلة على حدة.

المرحلة الأولى (الرفع للصدر):

يمكن أولًا الاطلاع على الشكل (٩٥) والذي يوضح فيه الخط البياني لمسار الثقل والكتفين والوركين في حركة الرفعة للصدر وكذلك الانتقال شكل (٩٦) للخط البياني لدالة القوة - الزمن (٩٧) للخط البياني لدالة السرعة - الزمن والتي تمكن القاريء من ملاحظة التغيرات والمؤشرات أدناه لعملية رفع الثقل من الأسفل للإعلى:

١ - من (ش١) الى (ش٢) تتحدد قوة التوتر العضلي الذي يساوي مقدار الثقل الحديد الذي يمثل ثني الركبتين لامساك الحديد.

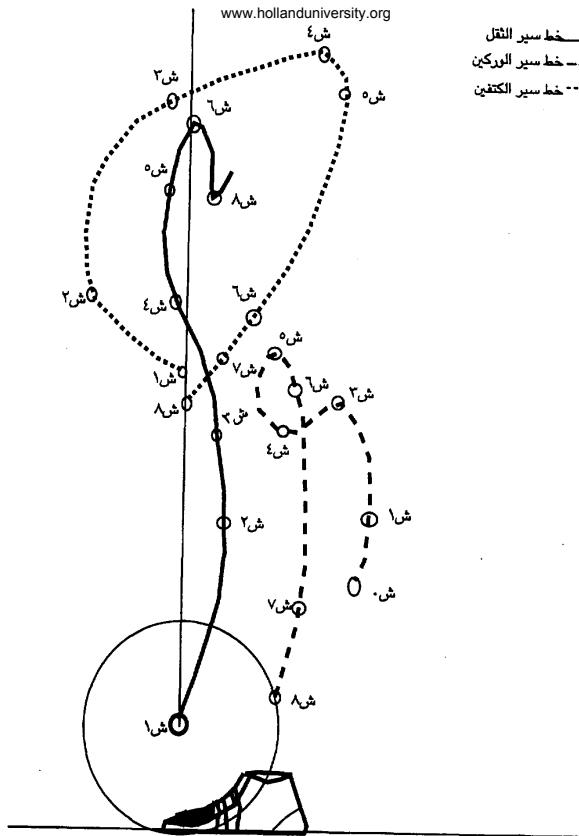
٢ - من (ش١) الى (ش٢) تبدأ حركة رفع الثقل بسرعة منتظمة حيث يمتد خلالها الوركان والكتفان وبعد (٢.٢) ثانية تناقص سرعة مد الوركين والكتفين مع استمرار انتقال الثقل للإعلى حتى وصول الرباع الى (ش٢) التي تمثل منتصف مسافة الرحلة الأولى في انتقال الثقل للإعلى ويكون فيها الشد وصل الى اقصاه.

٣ - (ص١) في الشكل (٩٦) تمثل المساحة المظللة لقدر القوة التي يبذلها الرباع في رفع الثقل من الوضع (ش١) الى (ش٢) والتي هي قوة دفع كبيرة ثم تنخفض سرعة حركة الرباع يرافقها بناء على ذلك انخفاض في القوة خلال لحظة تعادل (١.٢) ثانية المحسورة بين (ش٢-ش٣).

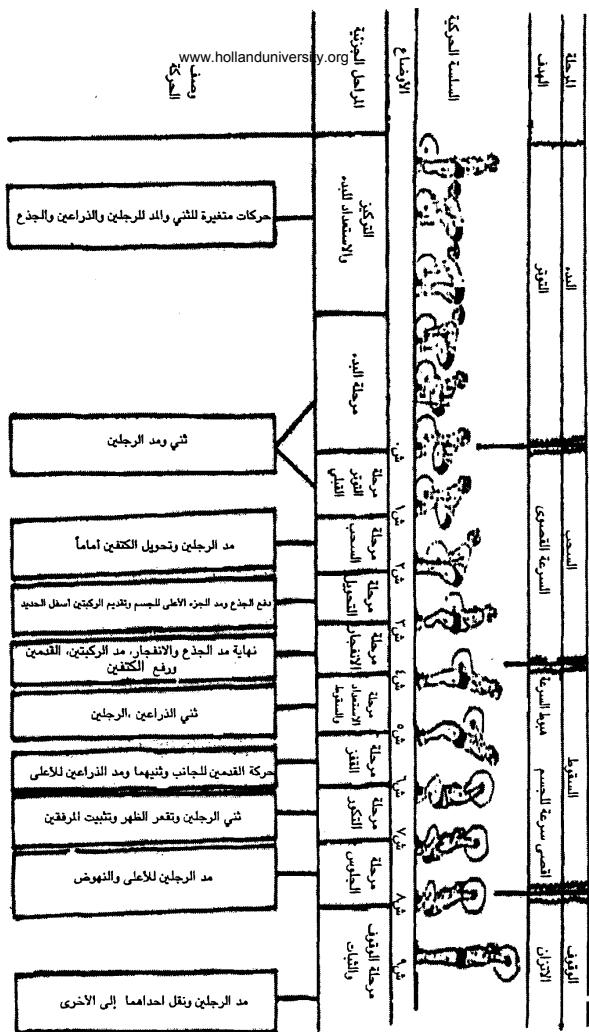
٤ - تبدأ سرعة الكتفين بالتناقص مع تسارع في سير الثقل وتتحصر قوة الرفع في العضلات المادة للذراعين والكتفين بيدلان خلالهما قوة مسجلة في الخط البياني من (ش٣) الى (ش٤) ثم تبدأ السرعة بالزيادة في الكتفين مرة أخرى من (ش٤) الى (ش٥) حتى وصول الثقل الكتفين ومع ذلك يمكن ان نلاحظ انخفاض في قوة الرفع الناشئة عن ثني الركبتين في (ش٤) و(ش٥) و(ش٦).

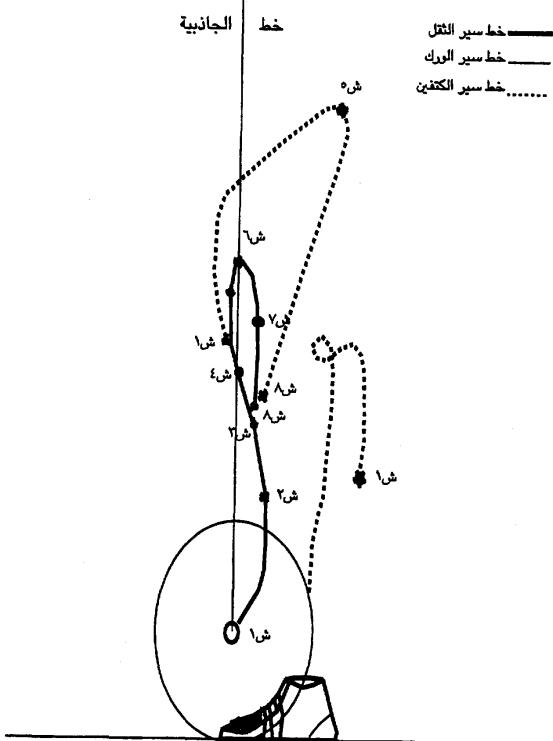
٥ - ومع امتداد الركبتين العلوي والوصول الى وضع الامتداد الكامل عن وجود الثقل على الكتفين تبدأ الزيادة في قوة الدفع.

خط سير النقل
--- خط سير الوركين
----- خط سير الكتفين



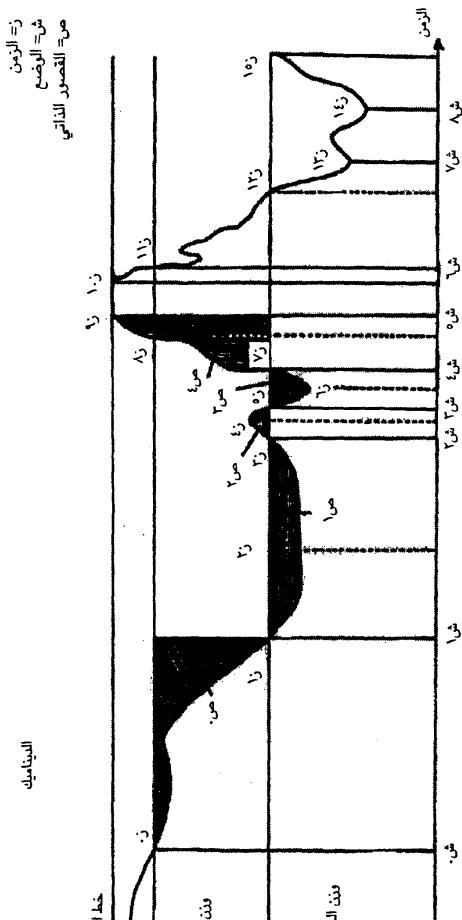
شكل (٩٣)
مسار النقل والكتفين والوركين في رقعة الخطف



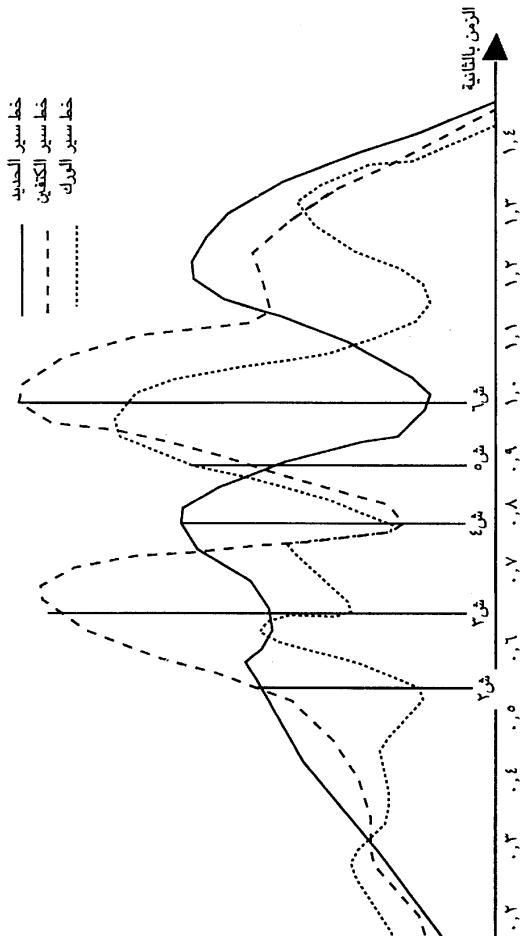


شكل (٩٥)

الخط البياني لمسار الثقل ، والكتفين ، والوركين في مرحلة الرفع إلى الصدر



الخط الديباني لـ^{الله} القوة – الزمن في مرحلة الرفع إلى الصدر (٩٦) شكل



شكل (٦٧) الخط البياني لدلالة المسربة - الزن في مرحلة الرفع الى المصدر

خلال هذه المرحلة تحدث التغيرات التالية:

- ١ - قبل ثني الركبتين للأسفل تحدث حركات اهتزازية سريعة في (ش.١٠) تعقبها قوة رفع كبيرة محددة في المسافة (ص.٣) من (ش.١٠) إلى (ش.١١) حيث ينتقل الثقل للأعلى ويمستوى امتداد الذراعين في (ش.١٢) مع نقصان في قوة الرفع ناشئة عن ثني الركبتين أسفلًا.
- ٢ - تتناقض وتزداد القدرة في (ش.١٤) و(ش.١٥) ناشئة عن تبادل نقل الرجلين أماماً وخلفاً.
- ٣ - وبعد ذلك تقسم الرجلين لبعضهما ويصبح مقدار قوة الرفع تعادل وزن الثقل والرفاع.
- ٤ - إن هدف القدمين أماماً خلفاً يقلل من انحرافهما على الخط العمودي الواقع على عمود الثقل حيث أن زاوية الانحراف للقدمين عن الخط العمودي في بداية التبيؤ للنتر (١٥) من حين نجد ان انحرافها في وضع الفتح (١٠) للقدمين الامامية والخلفية اي ان الانحراف أصبح بما يعادل (١٥) للداخل.
- ٥ - ومع امتداد الركبتين العلوي والوصول الى وضع الامتداد الكامل عن وجود الثقل عن الكتفين تبدأ الزيادة في قوة الدفع.
- ويمكن الرجوع للاشكال (٩٨) و(٩٩) و(١٠٠) و(١٠١) و(١٠٢) للاطلاع والمشاهدة النظرية للخطوط البيانية والسلسلة الحركة للحركة.

الأسس والقوانين الميكانيكية في رفع الاتصال:

- ١ - مع تساوي الأشياء فإن مركز ثقل الجسم المنخفض يكون أكثر توازناً من مركز ثقل الجسم المرتفع. أي أن مركز ثقل الجسم عندما يكون كبيراً فإن خط العمود يكون على قاعدة الارتكاز الكبيرة. وهذا ما نلاحظه في بعض الأوضاع عند حركة الرباع في صرخ رفع الثقل للأعلى. ولما كان جسم الإنسان من الاجسام الغير ثابتة الحركة أو يتميز جسمه بالديناميكية العالية جداً حيث يأخذه وضعه عدة أشكال مرتبطة فأن جسمه نتيجة لذلك يكون في حالة قرب أو بعد عن الأرض مسبباً حركة متغيرة في مركز ثقله. فعند جلوس القرفصاء فأن مركز ثقل يكن أكثر توازناً بسبب قرب مركز ثقل إلى قاعدة الارتكاز أما عندما يكون الجسم منتصباً فأن توازنه يكون أقل وهكذا.

٢ - يكون التوازن كبيراً عندما تكون قاعدة الارتكاز متوازنة وذلك لأن الخط العمودي المار بمركز ثقله واقعاً على قاعدة الارتكاز العريضة .اما عندما يقف على قدمين مفتوحين يكن اكثراً توازناً من الحالة التي يقف فيها على قدم واحدة .والربيع يعمل على تغيير في مكان مركز ثقله خلال الارضاع التغيرة في حركة الرفع وخاصة بعد ان يكون الثقل قد اجتاز مستوى الركبتين وتصل ركبته الى تحت الثقل بانثناء قليل حيث يدفع ثقله للامام.

اما عندما يكون الجسم قد وصل الى وضع الوقوف والانتصاف الكامل فأنه سيرتكز على مشطيه وتصبح اكثراً تعديلاً وذلك لأن مركز الثقل المركب الوزن الرابع و وزن الثقل تضييف صعوبة كبرى في مسألة بناء مركز الثقل المركب على قاعدة الارتكاز الخصبة .

٣ - الجسم الاكبر كتلة يكون اكثراً توازناً فكلما كانت كتلة الرباع كبيرة كلما تمكن الحصول على توازناً اكبر .

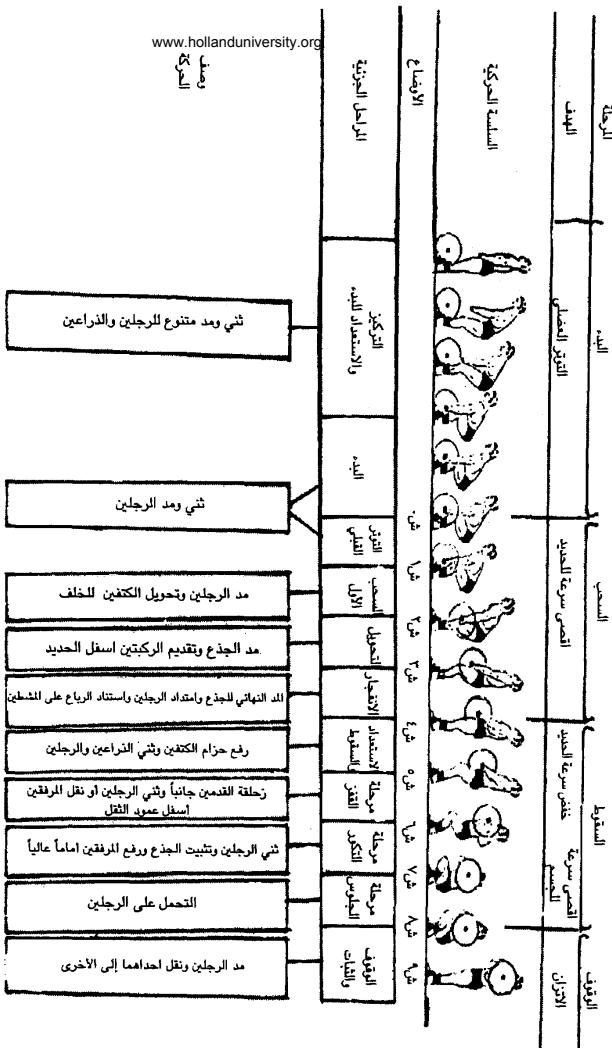
٤ - وفقاً لقانون نيوتن الاول فأن الجسم يستمر في حالة السكون او الثبات مالم تؤثر عليه قوة تغير من سكونه .وهذه القوة يجب ان تكون اكبر من القصور الذاتي للثقل .فالربيع عليه ان يرفع الحديد من حالة القصور الذاتي على الارض الى الاعلى وان لحديد يمتلك وزناً يعادل قوة الجاذبية الارضية متساوية ثباتاً تماماً لانقل وعلى الرباع تسلط قوة تفوق قوة وزن الثقل للتغلب على ثباته وتغير حالتة الحركية في الثبات الى الحركة .

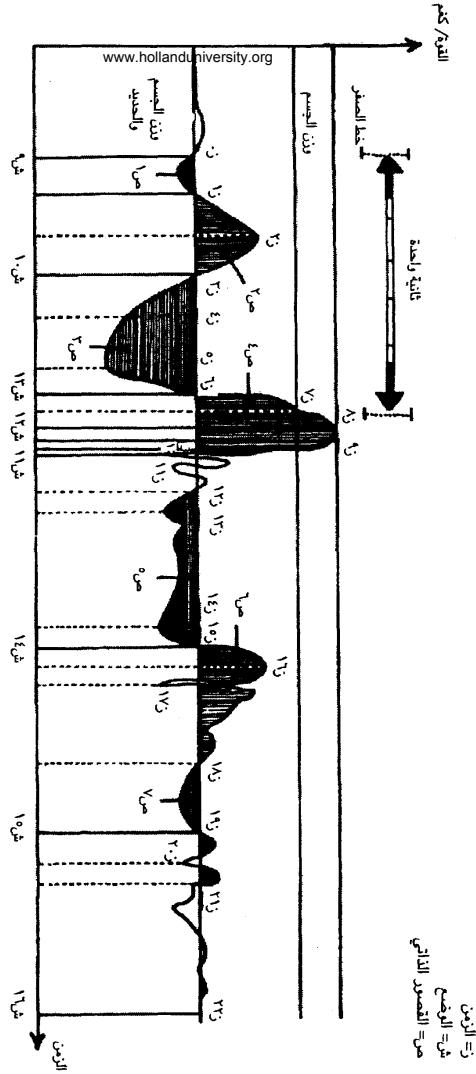
٥ - وكذلك فأن الجسم يستمر في حالته الحركية عند الحركة ما لم تؤثر عليه قوة تغيير من حرقتها او توقفها .لهذا الرباع عندما يقوم باعطاء قوة رفع كبيرة للالعلى تسحب حركة في سمار انتقال الثقل للالعلى لهذا وجوب على الرباع ان يوقف هذه الحركة السريعة للثقل باعطاء قوة مؤثرة على الحديد تجعل من استمرارية حركته .

٦ - وفقاً لقانون نيوتن الثاني فأن معدل تغيير زمن الجسم في الثانية يساوي محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه ويحصل التغيير الحقيقي بالاتجاه الذي يؤثر به محصلة القوى .والقوة الكبيرة تستخدم للتغلب على الثقل الاكبر (القصور الذاتي) .والقوة الكبيرة عندما تستخدم بسرعة كبيرة فأن ذلك سيولد قدرة يتمكن بموجبها الرباع من التغلب على المقاومة الكبير بقابل قوة .فالقوة والسرعة عاملان مهمان في خدمة التكينك الصحيح لرياضي .

٧ - ذراع القوة الطويل يخدم في الاقتحام بالقرحة أكثر من ذراع القوة القصير ونحن نعلم ان جسم الانسان يكون وفقاً للقاعدة الميكانيكية اعلاه من عتلات مختلفة ويعمل كل رياضي في فعالية على استغلال الفائدة الاقتصادية في الاداء الحركي باقل قوة وافضل اداء عن طريق تحريك بعض اجزاء جسمه لكي تخدم في الاداء الاقتصادي للحركة. ويمثلاً لنقل هنا المقاومة العضلات القوية ونقطة الاتصال بين اليدين وعمود الثقل محوراً للارتكاز فعند تحريك الثقل من الارض فإن الرباع يأخذ وضعاً يحرك بموجبه كتفيه واضعاً ايها مباشرة اماماً عندما يكون الثقل عند ارتفاع الركبتين ثم الى وضعهن فوق عمود الثقل عند الامتداد لكافل ان هذه الحركة تتميز برفع الورك لداخل مسبباً قصراً من ذراع المقاومة (المحددة بين المحور والخط العمودي المار بالثقل بسبب دفع المحور للداخل والاعلى باتجاه الثقل.

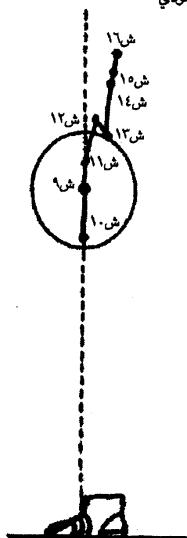
شكل (٤٩)
الخط البياني لدالة السرعة - الذين في رغبة الخطط





شيك (٩٥)
 الخلايا البيانية لدلاع الغقرة - الزمن في مرحلة التفتر

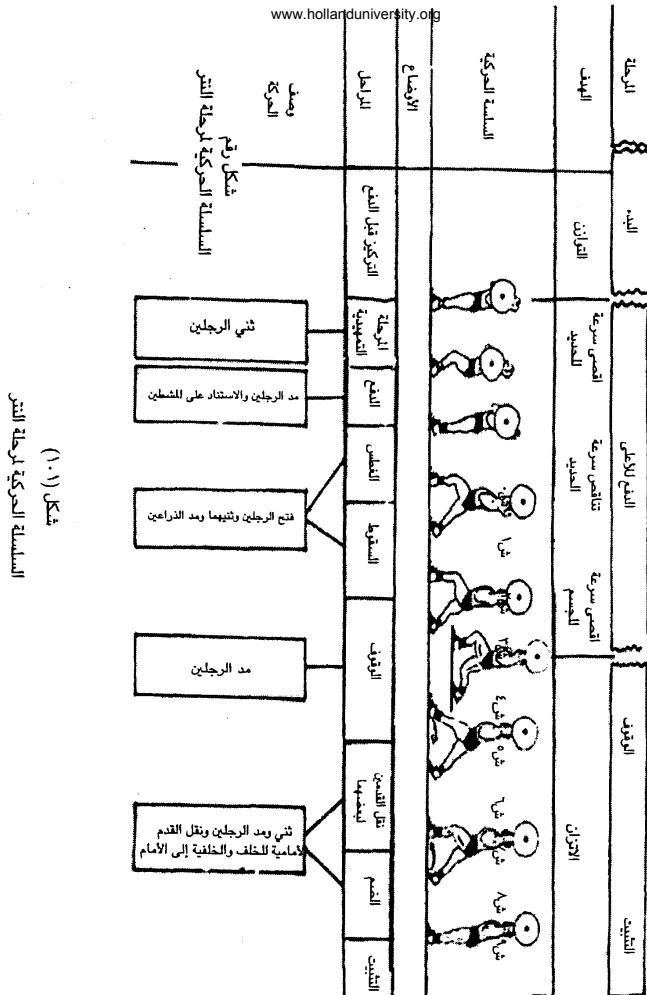
خط سير الحديد
--- الخط المعودي

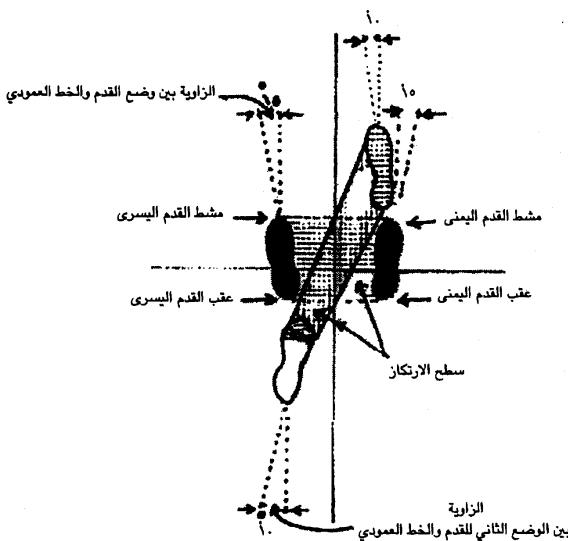


شكل رقم (١٠٠)

الخط البياني لمسار التقل في مرحلة التر

تحليل حركة التتر





شكل رقم (١٠٢)
مخيط حركة القدمين في مرحلة التتر

الفصل الثالث

التحليل الحركي للتصوير بكرة السلة

- التحليل الحركي لمهارة التهديف بكرة السلة

- العوامل المؤثرة في التهديف

التحليل الحركي لمهارة التهديف بكرة السلة

ستتناول هنا مهارة التصويب او التهديف بكرة السلة ونقوم بتحليلها الى أجزائها لغرض دراسة القوانين والأسس التي تؤثر على هذه المهارة من ناحية وقتها أوًّا وكيفية ادائها حركياً سلبياً ثانياً مع الاستعانة بوجهات النظر المستخدمة من قبل جيمس هاي (Hay, 1978) في تحليل الحركي لمهارة التصويب. يقول هاي Hay عنون Wooden بأن مهارة التصويب ماهي الا مهارة للتعبير في اتجاه السلة. ان العوامل المؤثرة في التهديف هي:

١ - قوة التهديف.

٢ - ارتفاع انطلاق الكرة من يد لحظة التهديف.

٣ - سرعة الانطلاق للكرة.

٤ - زاوية الانطلاق.

٥ - مقاومة الهواء.

ان القوة المستخدمة من اللاعب (القوة العضلية) والتي تنتقل من يد الرامي الى الكرة يجب ان تتناسب تناسباً طردياً مع المسافة بين الرامي والسلة اي ان المسافة عندما تكون قرينة من السلة فالقوة المستخدمة يجب ان تكون أقل بالقياس للقوة عندما تكون المسافة بين اللاعب والكرة والسلة كبيرة وذلك لأن وزن الكرة في الحالتين لا يؤثر على قوة الرمية كون وزن الكرة وزناً ثابتاً. كما ان نوع التهديف يؤثر على مقدار القوة المستخدمة في التهديف. أما مسألة ارتفاع انطلاق الكرة من يد الرامي لحظة التهديف يتحدد بطول اللاعب أوًّا ونوع التهديف ثانياً ومكان تهديف اللاعب في الملعب واذا ما افترضنا ان ارتفاع نقطة التصويب هو ارتفاع ثابت فان النجاح يتوقف على العاملين المهمين التاليين وهم:

١ - سرعة الانطلاق للتصويب.

٢ - زاوية الانطلاق.

ان العاملين اعلاه يرتبطان ويتأثران بالبعد او المسافة بين نقطة التصويب وهدف السلة وعلى قوة لدفاع الخصم وزاوية دخول او مرور الكرة داخل حلقة السلة ستتناول هنا هذه العوامل التي اشرنا اليها والتي تؤثر على زاوية وسرعة الانطلاق.

١- البعد بين نقطة التصويب وحافة السلة:

التهديف من مسافة بعيدة يختلف عن التهديف من مسافة قصيرة فالمسافة الطويلة تحتاج الى قوة انطلاق كبيرة للحصول على سرعة انطلاق الكرة اكبر مما تحتاجه المسافة القصيرة. والبعد عن السلة وسرعة الانطلاق للكرة اكبر مما تحتاجه المسافة القصيرة. والبعد عن السلة وسرعة الانطلاق لها علاقة مباشرة مع زاوية الانطلاق ان زيادة زمن طيران الكرة في الهواء له علاقة بسرعة وزاوية الكرة وكذلك فإن تغيير المسافة او البعد للرامي والسلة لها تأثير كبير على دقة التصويب وقد اجريت بحوث كثيرة لدراسة العلاقة بين المسافة او البعد للتصويب ودقة التصويب. وحلل ابرز الدراسات هي دراسة Bunn التي تناولها جيمس هاي Hay ١٩٧٨ الذي خرج بنتيجة هامة عند دراستها هذه العلاقة والنتيجة هي ا التهديف من على بعد (٩) قدم افضل من المتوسط من تصويبين على بعد ٢٤ قدم وان تصويب من على بعد(١٥) قدم او ثلاثة تصويبات من على بعد (٢٤) قدم.

٢- قوة دفاع الخصم:

ان قوة دفاع الخصم عامل هام ومؤثر في موقف المهاجم عند التصويب عليه تجنب حالة الاقتراب من اللاعب المدافع عند التصويب قدر المستطاع وذلك لأن هذا الاقتراب يعطي الفرصة للاعب المدافع تقطيع الهدف امام اللاعب المهاجم مسبباً اعاقة لا مبرر لها وخاصة عندما يتميز اللاعب المدافع بطول القامة وببعض القدرات التكتيكية العالية في الدفاع. لهذا فالاهداف الجيد هو الذي يحاول قدر المستطاع تجنب الاعاقة للمدافع لكي يتمكن من استخدام لزاوية والسرعة المناسبة للانطلاق وتحقيق الهدف بنجاح متجاوزا الحاجز الدفاعي المعيق لحالة التهديف.

٣- زاوية دخول الكرة:

ان زاوية الدخول التي يمكن من خلالها ضمان وتحقيق الاصابة الناجحة تعتبر من اكثر اهمية وتعقيداً. كما هو معلوم قانونياً ان قطر حلقة السلة هو (١٨) بوصة) والكرة واذا ما رميتم على حلقة السلة بزاوية (٩٠°) في المستوى الافقى فانها اي الكرة ستمر مروراً مباشراً من الحلقة دون سهام. كما في الشكل (١-١٠٣) أما اذا كانت الزاوية التي تشكلها الكرة عند دخولها الحلقة السلة اقل من (٩٠°) كما في (١٠٣-ب-جـ) فأن مسألة مرور الكرة من عدمها سيتعدد من

خلال العلاقة بين قطر حلقة السلة واتساعها العمودي مع القطر او الاتساع العمودي الاخر عليه والذي يكون على شكل بيضوي واتساعه اقل. ان طول هذا القطر يمكن استنتاجه من خلال العلاقة التالية:

$$\text{طول القطر} = 18 \times \text{جيب زاوية الدخول} \text{ بوصة}$$

ان زاوية الدخول للكرة من قطر السلة المستعرض (حلقة السلة) يجب ان تكون ذات مقدار يسمح بمرور الكرة. واذا ما اردنا معرفة تلك الزاوية فاننا نطبق المعادلة السابقة. فاذا اردنا معرفة قيمة الزاوية وكان المعلوم لدينا ان قطر الكرة يساوي (٩,٧١) بوصة وان قطر حلقة السلة (١٨) بوصة فستكون زاوية الدخول هي:

$$\text{طول القطر لكرة السلة} = 18 \times \text{جيب الزاوية}$$

$$18 = 18 \times \text{جيب الزاوية} \quad ٩,٧١$$

$$\frac{9,71}{18} = \text{جيب الزاوية}$$

$$= ٥٣٩٤.$$

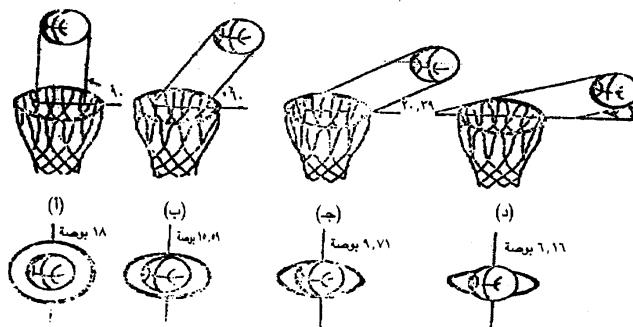
وعندما نذهب الى جداول قيم الزاوية فاننا نجد ان جيب الزاوية (٥٣٩٤) يعادل (٣٩٢). ان زيادة القطر المستعرض يقلل من احتمالات الخطأ في تحقيق الاصابة (اي يزيد من فرص تحقيق الهدف) حيث تزداد المسافة التي تمر منها الكرة عبر حلقة السلة وان القطر المستعرض كما يقوم جيمس هاري يزداد كلما زادت زاوية الرمي وان زاوية الرمي (كما هو الحال في العلاقة بين القطر المستعرض واحتمالات الخطأ) تقلل من احتمالات الخطأ وتزيد من نسبة نجاح الاصابة عند زيادة تلك الزاوية (اي زاوية الرمي).

ان المسألة الاساسية في النجاح بتحقيق الاصابة بتحقيق الاصابة اذن تتوقف بشكل اساسى على نسبة زيادة القطر المستعرض عن قطر الكرة في كل زاوية دخول: ويمكن استخدام المعادلة ادناه عند حساب احتمالات الخطأ التي لا زالت تسمع باصابة الهدف في كل زاوية رمي.

احتمالات الخطأ = $\pm 9 \times \text{جيب الزاوية} - \text{قطر كرة السلة}$

ومن خلال المعادلة اعلاه فالعلاقة بين احتمالات الخطأ وزاوية الدخول يمكن استنتاجها بسهولة وكما موضحة أدناه:

جيب الزاوية	قطر كرة السلة
٤.١٥	٩.
٤.١	٨.
٢.٦٠	٧.
٢.٩٤	٦.
٣.٤	٥.
٠.٩٣	٤.
٠.٠٠	٣٢.٣٩

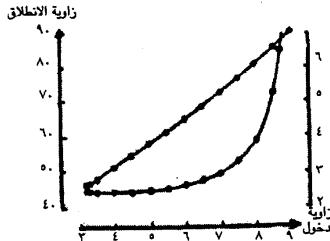


شكل (١٠.٣)

يبين زوايا دخول كرة السلة وعلاقتها بقطر الكرة
نسبة الخطأ تختلف باختلاف زاوية الدخول للكرة

من اعلاه يمكن ان نستنتج ان الزاوية للدخول عندما تكون بقيمة (٢٢,٣٩) فأن احتمالات الخطأ ستكون صفرأ. ذلك لأن قطر المستعرض لحلقة السلة يعادل تماماً قطر كرة السلة بينما تصل احتمالات الخطأ بزاوية (٩٠°) الى اقصى قيمة لها لأن طول القطر المستعرض يعادل قطر كرة السلة (٢٤+١٥=٤١)=٨,٣٠+٩,٧١=١٨,٣٠ بوصة. الا انه في الجانب الآخر هل يمكن ان تصوب بزاوية تقترب من (٩٠°) لكي تزيد من احتمالات الخطأ (اي تزيد من فرص اصابة الهدف).

في واقع الحال ان هنالك اعتبارات اخرى تؤثر في التصويب ومن هذه العوامل هو ان الزيادة في زاوية الدخول تتطلب زيادة في سرعة الرمي للكرة وزيادة في زاوية الرمي. ففي حالة الرمية الحرة على سبيل المثال (المسافة ١٥-١٥ قدم) وارتفاع لتصويب عن سطح الأرض (٧ قدم) فأن العلاقة بين زاوية الدخول وسرعة الدخول وسرعة زاوية الاطلاق يمكن توضيحها من الشكل (٤) والمتخوذ عن جيمس هاي ان دخول الكرة في زاوية (٩٠°) يعتبر مستحيلاً عند تصويب الكرة وفقاً للمسافة والارتفاع اعلاه اما اذا كانت زاوية الدخول (٨٧°) فأن سرعة الاطلاق المطلوبة للكرة بعد تركها اليدين تكون (٦٥ قدم/ث).



شكل (٤)

العلاقة بين زاوية الدخول للكرة وزاوية انطلاقها من يد اللاعب.

ان هذه السرعة تعتبر سرعة كبيرة جداً لا يمكن تحقيقها من قبل الرياضي كما وان الارتفاع الذي ستأخذه الكرة سيبلغ (٧٢ قدم) وهذا الارتفاع ذو مستوى عالي بالنسبة للملعب حيث انه يعادل ارتفاع بناءة من ستة طوابق اما العامل الآخر والذي اشار اليه جيمس هاي فأنه العامل

الخاص بتأثير الانحراف البسيط في مسافة الرمي على مسافة الرمي وتمكن من ان يبرهن على ان الانحراف في زاوية الرمي بمقدار درجة واحدة من مركز الحلقة يزداد كلما ازدادت زاوية دخول كبيرة للكرة فأننا نجد كذلك ان الزاوية الصغيرة مرغوبة أكثر لأنها لا تتطلب نفس درجة الدقة التي تتطلبها الزوايا الكبيرة لحظة رك الكرة لل Lid.

من كل ذلك نجد تحديد الزاوية المناسبة في الرمي صعباً جداً وذلك لأن تحديدها يتطلب تفاعلاً وتفاعلًا بين العوامل والمتغيرات المختلفة والمؤثرة في التصويب لكي نحدد الزاوية لكل محاولة تهديف. ففي حالة الرمية الحرة من ارتفاع (٧ قدم) وبعد (١٥ قدم) فإن تأثير العوامل السابقة على زاوية دخول الكرة المناسبة في الحلقة يمكن قياسه من خلال البيانات أدناه في الجدول (٢٤) الذي يبين ما يلي:

١ - يتحدد مدى دخول الكرة في الحلقة بين الزاويتين الافتراضيتين (٥٨°٥٩°) وأقل زاوية للدخول (٣٩°٤٢°).

٢ - زاوية الانطلاق الازمة للكرة لتحقيق من زوايا الدخول المبينة في الجدول (٢٤).

٣ - احتمالات الخطأ التي ستترافق كل رمية.

٤ - الاخطاء التي تحدث في زاوية الانطلاق بمقدار درجة واحدة عن الدرجة المطلوبة لرمي الكرة. من الجداول نجد انه بينما تتراوح الاخطاء الناتجة عن الانحراف في زاوية الانطلاق الحدود المتاحة للاخطر ما يتربّط عليه ضرورة توفير الدقة التامة عند الرمي من قبل اللاعب، نجد انه ليس ضروريًا وجود مثل هذه الدقة في الحالات التي لا تتجاوز فيها الاخطاء الناتجة عن الاحراف في زاوية الانطلاق حدودها المتاحة للاخطر.

وهذه المجموعة الاخيرة المحصورة بين الزاوية (٣٨°) الى (٤٥°) من زوايا الدخول المبينة في نفس الجدول. كذلك نجد ان الزوايا من (٤٩°٥٠°) زوايا تسمح وتعطي الفرصة للنجاح في التصويب.

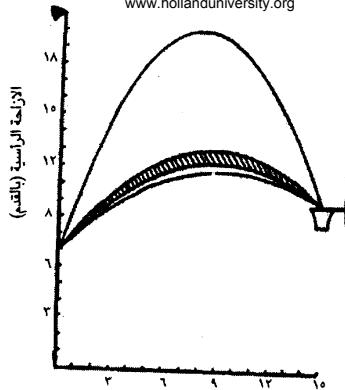
ولو لاحظنا الشكل (١٠٥) فأننا يمكن ان نلاحظ ان هناك عدة مسارات للكرة عند زوايا مختلفة هي (٤٦°٤٩°٥٠°٥٣°) والزاوية (٤٦°) هي أقل زاوية ممكنة في نجاح الاصابة بينما الزاوية (٧٣°) هي اكبر زاوية ممكنة للتهديف خلال المباراة.

344

॥ ४ ॥

૩૮ (૩૯)

77.77	77.77	01'3	-11°13'31".1	++33°11'
.7.	.7.	++3	-11°17'1	+3°11'
.A.	.A.	1'2	-11°17'V	AL°V
.L.	.A.3L	3L'2	-11°10	0A'3
.o	.A.8o	3'2	-10°A	AA'2
.73	.A.8o	38'1	-YA'2	66'1
.V3	.o.1o	AV'1	-L'1A	MM'1
.A3	.A.00	AA'1	-3A'1	00'1
.L3	.L.00	AL'1	-2L'1	AA'1
.o3	.L.30	10'1	-13'1	1'1
.33	.A.40	1'1	-11'1	W'
.A3	.V.20	VA'1	-AB'1	LL'
.A3	.33'20	AV'1	-LA'1	A3'
.A3	.A.10	0'1	-30'1	1A'
.-3	.1'10	AB'1	-1A'1	-A'1
.21	.A3'10	1V'1	-B'1	-0A'1
.V2	.0A'63	SL'1	3V'1	-63'
.A2	.V'13	LA'1	AA'1	-AA'
.L2	.L3'V3	33'1	1'1	-AB'1
.o2	.A.A3	1A'1	3V'1	-AA'1
.32	.L'1A3	1V'1	1'1	-Y3'1
.11	.V1'13	0'1	AB'1	-3A'1
.oL'22	.3V'13	++1	AB'1	-3V'1



شكل (١٠٥)

الازاحة الانقية (بالقدم) الرمية الحرة - مسارات الكرة المختلفة من ارتفاع ٧ أقدام عند زوايا ٤٦، ٤٩، ٥٠، ٥٣ درجة
المساحة المظللة تمثل أحسن زوايا الرمي

من الشكل يمكن ان نتبين ان الزاوية المناسبة للرمي هي التي يتخذ مسارها قوساً ضحلاً غير عميق وهي افضل من الزوايا التي تتحدد بمسارات القوس المتوسط والعميق (العلوي). عن ارتطام الكرة بحافة الحلقة الامامية وباللوحة الخشبية فأنها تخضع الى قوانين التصادم بين الاجسام فلو افترضنا ان كتلة الجسمين المتصادمين او معامل المرونة لهما ثابت فان العوامل التي تتحكم في رد الفعل الناتج عن اصطدام الجسمين يتحمل ان تكون:

- ١ - نقطة الاصطدام بالحلقة او اللوحة الخشبية.
- ٢ - سرعة الكرة في لحظة التصادم.
- ٣ - درجة واتجاه دوران الكرة.

ويقول جيمس هاي بشكل عام أن ملامسة الكرة قريباً إلى حلقة السلة أثناء التصويب الانسيابي والغير قوي مع دوران حلقي للكرة أثناء لحظة التصادم بينهما وبين اللوحة الخشبية فأن ذلك سيزيد حتماً من تحقيق الاصابة الناجحة.

الفصل الرابع

التحليل الحركي للرفس بكرة القدم

- التحليل الحركي لمهارة الرفس بمقدمة القدم
- المرحلة التحضيرية(الممهدية)
- المرحلة الرئيسية
- المرحلة النهائية
- الاسس والقوانين الميكانيكية للرفس بكرة القدم

التحليل الحركي لمهارة الرفس بكرة القدم (Kicking)

ان مهارة الرفس بكرة القدم تصنف ضمن الحركات المحددة في اعطاء الزخم او قوة الحركة للجسام الخارجية. وتحصل هذه الكمية الحركية بفعل الانقباضات والانبساطات التي تعطي شدأً عضلياً مباشراً مسبباً في انتقال بهذه القوة العضلية للجسم (الكرة) الثابتة والمراد تحريكها باتجاه ما. ومثل هذه الحركة تتميز بالاتصال اللحظي بين الكرة والقلم الضاربة. وقد يكون الجسم المراد ضربه (كرة القدم) هنا في وضع ثابت على الأرض ومتحركة في الهواء. ان هذه المهارة تنقسم طبقاً لمكان الاتصال بين الكرة ووضع القدم إلى ثلاثة اقسام والاقسام هي:

- ١ - الرفس بالجهة الامامية من القدم.
- ٢ - الرفس بالجهة الداخلية من القدم.
- ٣ - الرفس من الجهة الخارجية من القدم.

وستتناول هنا التحليل الحركي الميكانيكي لنوع الاول من مهارة الرفس وهو الرفس بالجهة الامامية من القدم لكتلة استعماله.

التحليل الميكانيكي لمهارة الرفس بوجه القدم.

ان النجاح في تحقيق الرفسة الصحيحة يعتمد على الاقتصاد في القوة المستخدمة والسرعة الكبيرة والزاوية المثالية عند اداء الحركة. ان السرعة والزاوية التي تتحرك بموجبها كرة الارض لحظة رفسها بالقدم تتحكم بها بعض العوامل التي تقرر نتيجة هذا التصادم بين القدم الرافضة والكرة. والعوامل هي الكتلة والسرعة الابتدائية للجسم ومعامل الارتداد للكرة والقوة والزاوية التي تعطىها القدم الضاربة.

من أجل تنظيم التحليل الحركي التموذجي وتحديد الاهداف للواجبات الحركية فائنا سنقوم بتقسيم المهارة او الحركة الى ثلاثة مراحل وهي:

- ١ - المرحلة التمهيدية (التحضيرية).
- ٢ - المرحلة الرئيسية.
- ٣ - المرحلة النهائية.

المراحل التحضيرية (التمهيدية):

يقول عبد المقصود (١٩٨٦) بأن هدف المرحلة التحضيرية بشكل عام هو خلق الاسس المثلالية للاداء المثالي الاقتصادي الناجع خلال المرحلة التي تعقبها وهي المرحلة الرئيسية وعادة تكون هذه المرحلة من حركات يقوم بها الرياضي تكون على شكل ركضة تقريبية مع سحب الذراع للخلف كما هو الحال عند رمي الرمح او سحب الساق للخلف كما هو في مخنط اشكال الرفس بكرة القدم ومن مميزات هذه المرحلة في موضوعنا هذا هو ان اتجاهها يمكن بعكس اتجاه المرحلة الرئيسية فمن اجل التهيئة والوصول بالجسم يمكن اتجاه المرحلة الرئيسية فمن اجل التهيئة والوصول بالجسم الى الاستعداد الكامل لاداء حركة مرحلة الكرة فانه يبدأ حرکته برکضة تقریبیة باتجاه معاكس لاتجاه حركة الكرة وذلك من اجل توفير الطريق المثالي في عمل المجاميع العضلية الرئيسية مع توفير اسس لاتخاذ زوايا مناسبة في حركة الفاصل المشاركة في العمل وتماشياً مع قوانين الميكانيك فأن هذا الطريق المثالي يجب ان يكون طويلاً لضمان التعجيل المناسب في خدمة واجب الحركة الرئيسي وذلك لأن المرحلة التحضيرية وحركاتها عندما تكون طويلة فانها تسمح للعضلات ان تؤدي مسافة او مسار تعجيلية اطول وكلما حققت مستوى افضل في الاداء (محجوب والطالب ١٩٨٢، نصيف ١٩٨٢، عبد المقصود ١٩٨٦ وMagill- 1989).

وإضافة للفائدة اعلاه هناك فائدة اخرى وهي ان الاطالة في طريق التعجيل المثالي يساعد على توفير قوة انطلاق عالية باتجاه المرحلة الرئيسية لخدمتها.

بعد ان ينتهي لاعب كرة القدم من ركضته التقريبية باتجاه الكرة والتي تبدأ عندما يوقف حركة جسمه المتجهة للأمام عن طريق ثبيت الساق اليسرى (بالنسبة للاعب الذي يستخدم قدمه اليمنى في الرفقة) للارتكاز عليها وايقاف الحركة الانتقالية للجسم وفي اللحظة التي يتصل فيه كعب اللاعب بالارض تبدأ الحركة التدريجية في ارجاع القدم الضاربة للخلف وهي مثنية مع تقطيع قدم الارتكاز للارض كاملة والتي تصبح بموجتها الحركة اكثر اوزاناً كونها مرتكزة على القدم كله وليس على حافة الكعب الخلفية ومناك اجهادات كثيرة في حالة الوضع المناسب لقدم الارتكاز فمنهم من يقول بأن الوضع المناسب لقدم الارتكاز يكون على يسار الكرة وفي نفس مستواها والبعض الآخر يقول (محجوب والطالب ١٩٨٢) بأنها تكون على يسار الكرة وخلفها

قليلًا وبغض النظر عن الاراء المختلفة حول ذلك الا ان وضع القدم الى يسار الكرة ومتاخرة قليلاً عنها يعطي فائدة ميكانيكية كبيرة في خدمة الاداء الحركي وذلك لا مستوى الخط العمودي النازل من الاعلى باتجاه محيط الكرة المواجه لحركة اللاعب يساعد على انتقال القوة الناتجة عن الحركة الدائرية للساقي الضاربة الى حركة انتقالية تنتقل باتجاه الكرة على نفس الحالة التي تكون فيها حركة رامي القرص حيث يقوم بحركات دائرية تنتهي بحركة انتقالية تنتقل الى الاداء (القرص) لفرض قذفه والحصول على قوة حركية كبيرة.

اما حركة النراugin فانهما عند وضع الارتكاز ترتفعان جانبياً وهما مثبتتان قليلاً لغرض ضمان التوازن في الحركة.

المرحلة الرئيسية :

تبدأ هذه المرحلة في نهاية القسم التحضيري والتثبيت في وصول القدم الضاربة وهي مثبتة الى اقصى حد عضلي بسبب مرجلتها الخلفية وحتى لحظة انطلاق الكرة بعد خروجها من قبل اللاعب. ان بعض المختصين يقسمون هذه المرحلة الى قسمين هما المرحلة الامامية للقدم الضاربة وضربة الكرة. الا اننا هنا ارتئينا تحليلها كمرحلة واحدة وذلك لترابط حركاتها مع بعضها وقصر فترة تنفيذها فالساقي الضاربة كما ذكرنا تصل الى اقصى شد عضلي ممكن وهي مثبتة من مفصل الركبة ان لهذا الشد العضلي الاتصى من الفخذ والثني لمفصل الركب بقوائد ميكانيكية لخدمة الواجب الحركي.

فعمل الشد العضلي الاقصى يولد رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه طبقاً لقانون نيوتن الثالث (الفعل ورد الفعل) فالقدم الضاربة بعد ان تصل الى اقصى حد لها من مفصل الفخذ للخلف ترجع الى الامام بسبب ثني مفصل الفخذ سبباً قوة حركية دافعة للساقي الضاربة تؤدي تجيلاً مثالياً وقوه حركية دافعة للساقي الضاربة وقوة انطلاق عالية السرعة.

اما بالنسبة لفائدة الميكانيكية من ثني الساق من مفصل الركبة فأن هذه الفائدة يمكن ملاحظتها من خلال العلاقة التالية.

$$\frac{\text{السرعة المحيطة}}{\text{السرعة الزاوية}} = \frac{1}{نصف القطر}$$

من المعادلة اعلاه يمكن ان نلاحظ ان هناك تناوباً عكسيّاً بين السرعة الزاوية ونصف القطر. اي ان السرعة الزاوية تزداد كلما كان طول نصف القطر قصيراً وعلى العكس من ذلك يمكن ان نلاحظ ان السرعة المحيطية تزداد بزيادة طول نصف القطر. ان مفصل الورك هنا يمثل محور الدوران وطول الساق الضاربة يمثل طول نصف القطر في الحركة الزاوية لهذه الساق وحيث ان لاعب كرة القدم يميل الى ثني الساق من مفصل الركبة لهذا فان السرعة الزاوية للقدم الضاربة تحصل على سرعة عالية كلما قصر طولها (نصف القطر) مسبباً انتقال القوة من الساق المرجحة خلفاً ثم اماماً الى الكمة مسبباً تعبيلاً وكبيرة حركية كبيرة تنتقلان للكرة.

وحيث ان القوة ميكانيكيّاً تكون تأثيرها كبيراً عندما تؤدي بسرعة عالية فأن الكورة ستتحصل على قدرة عالية في حركتها بسبب حصولها على قوة كبيرة وبسرعة فائقة

$$\frac{\text{الشغل}}{\text{القدرة}} = \frac{\text{الزن}}{\text{الزمن}}$$

و بما ان

$$\frac{\text{القدرة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

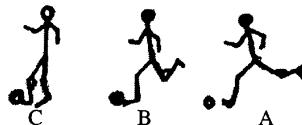
او

$$\text{القدرة} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$$

اذن بات واضحـاً ان الكورة من اجل حصولها على قوة كافية للتغلب على قصورها الذاتي تكون اكثـر اقتصاديـة عندما تكون تلك القوة بسرعة كبيرة . ويقول المصمـيـدـيـ (١٩٨٧) ان المـدـ في مـفـصـلـ الفـخذـ لـلـرـجـلـ الضـارـبـةـ وـسـرـعـةـ مـرـجـحـتـهاـ تـكـبـيرـاـ جـداـ بـالـنـسـبـةـ لـلـاعـبـينـ مـنـ ذـوـيـ الـمـسـتـوـيـاتـ العـالـيـةـ وـتـصـلـ الـىـ (١٢٥ـ اـرـ).ـ ثـانـيـةـ .ـ وـيـعـدـ انـ تـكـنـ السـاقـ الضـارـبـةـ قـدـ وـصـلـتـ الـىـ الـلـحـظـةـ الـاـخـيـرـةـ قـبـلـ مـلـامـسـهـ لـلـكـرـةـ فـاـنـهـ تـمـدـدـ تـدـريـجـاـ حـتـىـ تـصـلـ الـىـ طـلـهـاـ الطـبـيـعـيـ انـ هـذـاـ طـوـلـ هوـ طـوـلـ فـيـ نـصـفـ الـقـطـرـ لـلـحـرـكـةـ زـاـوـيـةـ وـحـيـثـ انـ السـرـعـةـ زـاـوـيـةـ تـتـحـوـلـ الـىـ سـرـعـةـ مـحـيـطـيـةـ قـبـلـ مـلـامـسـهـ لـلـكـرـةـ فـاـنـ هـذـاـ طـوـلـ فـيـ نـصـفـ الـقـطـرـ يـسـبـبـ زـيـادـةـ فـيـ السـرـعـةـ مـحـيـطـيـةـ وـفـقاـ لـلـعـلـاـقـةـ التـالـيـةـ:

من المعادلة اعلاه يمكن ملاحظة ان السرعة المحيطية تتناسب طردياً مع طول نصف القطر اي تزداد السرعة المحيطية بزيادة طول نصف القطر وحيث ان الساق قبل ملامستها للكرة تمتد الى طولها مسافة اطالة في نصف القطر وتتحول السرعة الزاوية الى سرعة محيطية فان الكرة تحصل على قوة دفع (كمية حركية) كبيرة تنتقل لها بسرعة محيطية كبيرة تسبب حركة الكرة. أما قدم الارتكاز فانها تحافظ على توازن اللاعب بسبب قوة الدفع الكبيرة الناتجة عن الرحمة للساق والحركة للجذع للامام وتبقى تلك القدم كذلك حتى تضرب الكرة بالقدم حيث تثنى قليلاً من مفصل الركبة.

ويمكن ملاحظة الجدول رقم (٢٥) عن المصمديعي (١٩٨٧) للتعرف على مدى العلاقة بين رجل يتحرك بمركز الكرة والاحداثيات للخطوة الاخيره من حركة الضربة. اما الذراعان فانهما يتبعان تدريجياً للامام وللخلف فالذراع اليسرى تتحرك تدريجياً للامام مع تحريك القدم الضاريه (اليمني) للامام. اما الذراع اليمني فأن حركتها للامام محدود بقدر الارتكاز (اليسرى). ان المدى الذي تصله الساق المرحمة خلفاً يحدد الزوايا التي تحدد في حركة الساق طبقاً لمواضعها المختلفة وتقيس تلك الزوايا من الزاوية الخلفية التي تحدث في مؤخرة مفصل الركبة فالزاوية تكون كبيرة عند المرحمة القصوى لمفصل الفخذ وتكون صغيره عند ملامسة الساق الضاريه للكرة (شكل ١٠.٦).



شكل (١٠.٦) عن المصمديعي (١٩٨٧)

- (A) المرحمة القصوى لمفصل الفخذ
- (B) الزاوية الصغرى لمفصل الركبة للقدم الضاريه
- (C) تمس القدم الضاريه مع الكرة

المتغيرات الإحصائية	المسافة من متدة (رجل الارتكاز) إلى مركز الكرة بالنسبة للمحور السهمي	المسافة من متدة إلى مركز الكرة بالنسبة للمحور الأفقي	المتغيرات الأخيرة للتعميل قبل المرجة
الوسط الحسابي الانحراف المعياري معامل التشتت	ضريبة غير دقيقة	ضريبة غير دقيقة	ضريبة غير دقيقة
٢٢,٧	١٩,١	١٩,١	٢٢,٧
٤,٧	١,٤	١,٤	٤,٧
٢٠,١	٧,٣	٧,٣	٢٠,١

(٢٥) جدول رقم

الاحداثيات للسوق الضاربة وسوق الارتكاز خلال الضربة على الهدف

وحدة قياس سم

المرحلة النهائية:

تبدأ هذه المرحلة من لحظة التماس بين الكرة والقدم الضاربة حتى لحظة كسر التماس بينهما وبعد انتهاء المرحلة الامامية وامتداد السوق الضاربة في نهاية المرحلة الرئيسية تحدث عملية الاتصال بين القدم الضاربة والكرة وتضرب الكرة في الجزء الامامي للقدم المتعددة ولو تبعنا الزاوية المحصورة بين مفصل الورك والجذع فاننا نلاحظ ان قيمتها تقل تدريجياً حتى تصل خلال هذه المرحلة الى زاوية قائمة تقريباً كما وان درجة الميلان للخلف تقل تدريجياً ايضاً وتجه نحو الامام بحكم الحركة الامامية لجميع اجزاء الجسم اي ان الجذع والسوق الضاربة تتجه بحكم الرزم الحركي الناتج لفعل الشد العضلي باتجاه الامام واناي توقف لهذا الانتقال

الحركي للقوة الحرركية ينبع عنه كسر وتوقف القوة المنشورة لهذا فأن النقل الحركي للقوة يجب ان يحدث بانسيابية تامة دون اي توقف في اداء الضربة.

ان القوة التي تستلمها الكرة من القوى الضاربة يجب ان تكون كافية لتحررك الكرة بتعجيل كافى. وذلك لأن التعجيل طبقاً لقانون نيوتن الثاني يتنااسب طردياً مع القوة المؤثرة عليه ويتجه باتجاه محصلة القوى وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل}$$

اذا ما سلطت قوى مختلفة في قيمتها على كتلة ثابتة القيمة فان التعجيل الذي تستلمه الكتلة يختلف باختلاف القوى المسلطة عليه ولو فرضنا ان هنا ثلاثة قوى قيمتها على التوالى (٥، ١٠، ١٥) نيوتن للساقي الضاربة سلطت على كتلة كرة قيمتها (١)كم فان التعجيل يمكن كالآتي:

$$\text{التعجيل (أ)} = \frac{١٥}{١} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$$

$$\text{التعجيل (ب)} = \frac{١٠}{١} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$$

$$\text{التعجيل (ج)} = \frac{٥}{١} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$$

ومن اعلاه نلاحظ ان التعجيل في (ج) هو الاقل وبلغ (٥) وذلك لكون القوة تساوي (٥) اما في (ب) فأن التعجيل تضاعف وبلغ (١٠) بسبب مضاعفة القوة المستخدمة وهكذا فالكرة كتلة عندما تسلط عليها قوة كبيرة فأن ذلك يسبب تعجيلاً كبيراً لها.

ويعكس ذلك فأن التعجيل يتنااسب عكسياً مع كتلة الجسم اي ان الجسم ذو الكتلة الكبيرة يكون تعجيلاً قليلاً عندما تسلط قوة عليه بالمقارنة مع كتلة الجسم الاقل. لهذا فان كتلة كرة القدم قليلة بالمقارنة مع كتلة الكرة الطيبة وعندما يزيد تسليط قوة ذات قيمة واحدة الى الكتلتين كل على حدة فأن تعجيل الكرة الطيبة يكون قليلاً بالمقارنة مع تعجيل كرة القدم وذلك لكبر كتلة الكرة

الطبية وحيث ان كتلة كرة القدم ثابتة لهذا فان العامل المؤثر في تعجيل الكرة هو حجم القوة المسلطة فقط. ان هذه القوة المسلطة على الكرة لكي تكتس تعجلاً بسبب حركتها حركة انتقالية للامام يجب ان توجه تلك القوة باتجاه مركز ثقل الكرة اما اذا ما استخدمت الكرة بالاتجاه بعيد عن مركز ثقل الكرة فلن الكرة ستترك حركة دائيرية طبقاً للقرب والبعد من مركز الكرة. بعد ان تتحرك الكرة نتيجة لتعجيدها بسبب القوة المسلطة عليها وينكسر اتصالها بالقدم الضاربة فلن القدم ستتجه باتجاه حركة الامامية واصابع القدم مؤشرة للأسفل وتتوقف بعد ذلك نتيجة الارتداد وانشاء قدم الارتكاز للالعلى مسبباً تعطيلآ في الحركة الامامية للجسم والساقي الضاربة.

الأسس والقوانين الميكانيكية للرفس بكرة القدم

- الجسم سيترك فقط اذا ما كانت القوة بكمية كافية للتغلب على قصوره الذاتي والقروح يجب ان تكون كبيرة للتغلب على كتلة الجسم وجميعقوى المقاومة.
- الاتجاه الذي يترك بموجبه الجسم يحدد باتجاه القوة المسلطة عليه وذا ما قوة تكونت من حركتين او أكثر فانها سوف تترك الجسم المسلط عليه باتجاه قوة المحصلة.
- عندما توجه القوة المسلطة على مركز ثقل الجسم فلن الجسم سوف يترك حركة خطية انتقالية.
- اما في حالة توجيه القوة باتجاه بعيد عن مركز ثقل الجسم المراد تحريكه فلن سيعتبر حركة دائيرية.
- اذا ما كانت الحركة الحرة للجسم قد تقاطعت مع قوة احتكاك او وجود اعاقة فالحركة ستكون دائيرية حتى اذا كانت القوة المسلطة في خط مع مركز ثقل الجسم.
- كلما كانت الساق الضاربة لحظة اتصابها بالكرة طويلة كلما ساعدت على زيادة سرعة الضربة مسبباً زيادة في قوة التصاصم.
- سرعة الانطلاق الكبيرة للكرة تعطي مسافة كبيرة لطيران الكرة باتجاه الامام.
- كلما كانت مرجحة الرجل الضاربة للخلف كبيرة في الفترة التحضيرية كلما امكن الحصول على شد عضلي كبير ومسافة تعجيلية طويلة.
- كلما كانت المسافة الخلفية للرجل الضاربة اثناء مرجحتها الخلفية طويلة في القسم التحضيري كلما امكن الحصول على قوة انطلاق عالية في بداية القسم الرئيسي.

الباب الخامس

التحليل الحركي للجمباز

الفصل الأول – الاداء الحركي في الجمباز

الفصل الثاني – بعض القوانيين الميكانيكية للجمباز

الفصل الثالث – الاسس والمبادئ الميكانيكية في الجمباز

الاداء الحركي في الجمباز

ان الاداء الحركي في مجال الجمباز يخضع الى شروط محددة وبقيقة. وهذه الشروط تساعدهنا في الحصول على الفوائد التالية:

- ١ - اكتشاف الاخطاء في الاداء الحركي.
- ٢ - تحديد التأثير الحركي.
- ٣ - تساعده على ايجاد الوسائل والطرق للارتفاع بالاداء الحركي.
- ٤ - تحسين التوافق الحركي.

والبايوميكانيك يزودنا بالمعلومات الدقيقة التي تعتبر افضل الوسائل المهمة في تحقيق هدف الحركة. وهذه المعلومات يمكن الاستفادة منها في طرق التدريس والعلاج والتدريب الرياضي. وفي المجال البايوميكانيكي قان هذه المعلومات ضرورية في الوصول الى ما يلي:

- ١ - مساعدة المدرب والمدرس واللاعب في الحكم على الحركة.
- ٢ - مساعدة المدرب والمدرس واللاعب في التعرف على المسارات الحركية المعقّدة للمهارة.
- ٣ - مساعدة المدرب والمدرس واللاعب في الاسراع بعملية التعليم والوصول للتقنيك الصحيح.
- ٤ - مساعدة اللاعب في امتلاك التصور السليم للحركة.

ان البايوميكانيك يهتم بالجوانب العلمية المتعلقة في تحديد وتطوير الحركة فقاً للقوانين والمتغيرات الفيزيائية للقوى المؤثرة على الحركة.

ومن ابرز هذه القوى المؤثرة على المسار الحركي والتي تتأثر مع بعضها تأثراً متبادلاً من حيث الوظيفة والزمن هي:

- ١ - القوى الداخلية.
- ٢ - القوى الخارجية.

والقوى الداخلية تتمثل في:

- قوى ردود الأفعال الداخلية.
- مدى القصور الذاتي لجزاء الجسم.
- قوى العضلات.

اما القوى الخارجية فتتمثل في:

- قوى الجانبية.
 - قوى المحيط كالهواء والماء ... الخ
 - قوى المحيط كالهواء والماء... الخ
 - الحمل الخارجي وقوى الاجسام المادية الاخرى كالاجهزه والزميل.. الخ
- وقد اثرت الدراسات التي تناولت العلاقة بين القوى الخارجية والداخلية استنتاجات كثيرة والتي من اعمها مايلي:

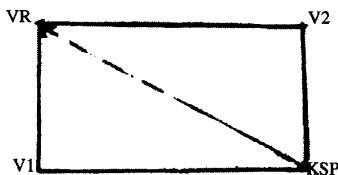
- ١ - ان اختلاف الرافعة «ذراع القوة وذراع المقاومة» ادى الى صعوبة كبيرة للعضلات في انتاج القوة وخاصة في الحركات الجمناستيكية التي تتطلب القوة.
 - ٢ - التأكيد على الاستفادة من القوى الخارجية وخاصة في حركات المرحمة التي يحدث معها التفاعل.
 - ٣ - التركيز على تبادل العمل والراحة مع تشغيل اكثر من مجموعة عضلية بدلاً من التركيز على مجموعة واحدة يكون اكثر اقتصادية للاء الحركي.
 - ٤ - ساعدت العلاقة بين القوى الداخلية والخارجية على تقسيم الحركات الى مجاميع تكتيكية متشابهة وهذه المجاميع ساعدت بشكل كبير على خدمة التدريبية والتدريسية والحركات كما ذكرنا يمكن ان تقسم من حيث مسارها الزمني الى ما يلي:
 - حركات منتظمة.
 - حركات غير منتظمة.
- كما ويمكن تقسيمها الى ما يلي من حيث مسارها الهندسي:
- حركات انتقالية.
 - حركات دورانية.

الحركات الانتقالية

ان القوى ككميات متجهة يمكن ان تجمع مع بعضها للحصول على قوة المحصلة. وفي نفس الوقت يمكن شطرها الى مركباتها العمودية والافقية فإذا ما وجهت قوتين على نقطة ما وكانت بينهما زاوية فأننا يمكن ان نحصل على قيمة المحصلة او المركبات العمودية والافقية من خلال تطبيق قاعدة متوازي اضلاع القوى. وقوة المحصلة يمكن ان تمثل بقطر متوازي الاضلاع الذي يبدأ من نقطة تأثير القوتين وبحيث تمثل هاتين القوتين ضلعين متباينين متوازي الاضلاع.

ان هذه القاعدة يمكن ملاحظتها وتطبيقها في الحركات المختلفة للجمباز وخاصة في حركات القفز والتي تتكون محصلة قوة سرعتها «قطر متوازي الاضلاع» من قوتين الاولى هي قوة السرعةافقية والمكتسبة من الركض والثانية قوة السرعة العمودية والمكتسبة من الدفع. ففي خلال الركضة القريبة في القسم التحضيري فان لاعب الجمباز يحصل على سرعتين كما في الشكل (١٠.٧) الاولى يكون اتجاهها افقيس V_1 والثانية عمودية V_2 . وفي الطيران الاول تتحرك نقطة مركز الثقل باتجاه محصلة هاتين القوتين وبناء على ذلك فأن هناك عوامل ثلاثة يجب اخذها في الاعتبار عند دراسة التحليل الحركي لفعاليات القفز في الجمباز والعوامل الثلاثة هي:

- مركبة سرعة الركض.
- مركبة سرعة للاعلى نتيجة الدفع.
- زمن اداء حركة الدفع.



شكل (١٠.٧)

المركبات العمودية والأفقية

١ - مركبة سرعة الركض

ان مركبة سرعة الركض تحدد في V_1 . فعند الاقتراب في حركات القفز يجب ان تكون بسرعة محددة. ان لحظة البقاء فوق القفاز خلال الدفع يتطلب تقليل في سرعة الركض وهذه يتطلب تقليل في سرعة الركض وهذا يتطلب قوة وهذه القوة وسرعة الركض تؤديان الى حدوث عنم دوران وكلما زادت سرعة الركض كلما زاد هذا العنم وزاد زمن الدفع والعكس بالعكس. ومن اجل الاقلال من عنم الدوران يجب ان يكون الوضع الخلفي بزاوية دفع كبيرة (α) كما في الشكل (١٠.٨) وهي تبلغ عند اللاعبين ذوي المستوى العالمي (٢٠٪) تقريباً.

٢ - الدفع

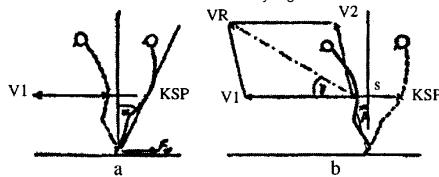
نقطة مركز ثقل الجسم المميزة بحرف (S) في الشكل «b١٠.٨» تتحرك للأمام ويؤدي الجسم حركة دورانية. لذلك ينشأ قطاع دائري بدرجة (٤٥°-٢٦°) وبهذا من الوضع الخلفي ويميل الى الوضع الامامي وذلك عند ترك القفاز ونقطة مركز الثقل تكون امام الوضع العمودي المار بالقدمين وكذلك تكون مركبة الدفع امام هذا الخط. اما اتجاه مركبة الدفع فانه يكون للأمام الاعلى حيث تكون زاوية الانطلاق β (٤-١٢°) للمستويات العالية و (٩-١٢°) للمستويات العادمة كما في الشكل «b١٠.٨».

ان علاقات زوايا الهبوط على القفاز α ودفع القفاز للالعلى β وارتفاع الطيران تحدد من خلال ما يلي:

- زاوية الهبوط (α) الكبيرة تتحتم وجود زاوية دفع لالعلى (β) صغيرة وتنتج عن ذلك مرحلة طيران عالية حيث تكون زاوية الطيران γ كبيرة في الشكل «b١٠.٩».

- كلما كانت الزاوية (α) صغيرة وكانت الزاوية (β) كبيرة تكون زاوية الطيران (γ) صغيرة وبذلك يمكن الطيران منخفضاً كما في الشكل (١٠.٩-b).

اضافة لذلك فأن هناك علاقة بين سرعة الركض وزاوية الهبوط وزاوية الدفع للالعلى وزمن حركة الدفع. فعند السرعة الكبيرة في الركض مثلاً مع استمرار زمن الدفع لفتره طويلة تتحرك نقطة مركز الثقل مسافة اطول للأمام ويجب ان تكون زاوية الهبوط على القفاز (a) كبيرة.

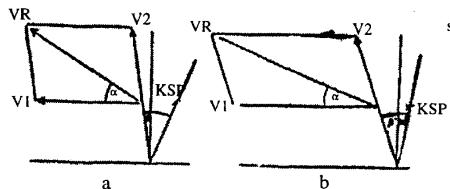


شكل (١٠.٨)

زوايا الدفع عند الحركة الخطية

ويشكل عام فان القارئ يمكن ان يلاحظ وفقاً للعلاقات ما يلي:

- ١ - الزيادة الكبيرة في سرعة الركض مع زيادة في زمن الدفع يستوجب زاوية كبيرة للهبوط على القفار.
- ٢ - السرعة القليلة مع زمن القليل للدفع يسمح باخذ زاوية دفع صغيرة.



شكل (١٠.٩)

زوايا الهبوط والدفع والطيران

ان هذه العلاقات تعتبر عوامل مهمة يجب اخذها بنظر الاعتبار عند اداء حركات القفز فالقفز فتح يتطلب عنم دوران بسيط كما ويمكن ان تكون مرحلة الطيران منخفضة بما تقدم يمكن تحديد الاستنتاجات التالية:

١ - لكي نحصل على مرحلة طيران عالية يجب اعطاء قوة دفع قوية مع زاوية كبيرة للهبوط على القفار وزاوية صغيرة للدفع للأعلى مع مراعاة ان يكون الجسم للخلف قليلاً عند الهبوط على القفار.

٢ - يجب ان يكون الدفع بقوة عالية و زمن صغير «انفجارياً».

٣ - عزم الدوران يتأثر بزاوية الانطلاق و زمن الدفع وهو يحدث نتيجة للدفع الالامركني.

الحركات الدورانية:

ان عزم الدوران يلعب دوراً كبيراً في الحركات الدورانية. والعزم يمكن ان يتحدد ويظهر في الحالات التي تؤثر فيها قوة ما على رافعة ويكون خط عمل القوة غير ماربى مركز دوران الرافعة فان ذلك يؤدي الى دوران الرافعة وعزم الدوران عنا يحدد من خلال حاصل ضرب القوة في ذراعها. وفي الحركات الزاوية تؤثر قوة القصور الذاتي على شكل عزم يعرف بعزم القصور الذاتي هو يعادل مجموع حاصل ضرب كل جزء من اجزاء الكتلة في مربع بعده عن محور الدوران وفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{عزم القصور الذاتي} = \text{الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^2$$

من ذلك يمكن ملاحظة ان الكتلة لاجزاء الجسم الدائري حول محور يمكن ان تأخذ قيمتاً مختلفة لعزم القصور الذاتي وذلك وفقاً لبعدها او قربها من محور الدوران. ولو لاحظنا المعادلة اعلاه فاننا يمكن ان نلاحظ ان عزم القصور الذاتي يتتناسب طردياً مع مربع تصف القطر الدوران في حالة ثبات الكتلة ولذلك يمكن للجسم الواحد ان يأخذ قيمتاً مختلفة لعزم القصور الذاتي تبعاً لتوزيع اجزائه حول محور الدوران. والقصور الذاتي له أهمية كبيرة في حركات الجمباز وخاصة حركات العقلة. فاذا ما تركزت الكتل قريباً من محور الدوران كما هو الحال عند اداء حركات المرجحة على الركبة فان عزم القصور الذاتي يكون قليلاً. اما اذا كانت الكتل بعيدة عن محور الدوران كما هو الحال عند اداء حركات المرجحة حول العقلة فان عزم القصور الذاتي يأخذ قيمتاً كبيرة. ان عزم القصور الذاتي يختلف من محور الى اخر بالنسبة للجسم كما في الجدول رقم «٢٦» حيث يوضح قيم عزم القصور الذاتي للجسم حول المحاور المختلفة فعن عزم القصور الذاتي حول المحور الطولي بسبب اختلاف ابعاد توزيع الكتلة.

اضافة لذلك فان هناك مبدأ مهمأ بال بالنسبة للحركة الدورانية يمكن الاستفادة منه واستغلاله في حركات كثيرة للجمباز وهذا المبدأ هو مبدأ بقاء كمية الحركة الزاوية والذي ينص على ان التغير في كمية لحركة الزاوية لا يحدث من حيث المقدار او الاتجاه وذلك عند انعدام المؤثرات الخارجية. ونظراً لأن كمية الحركة الزاوية تساوي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية فان هذا المبدأ اي بقاء كمية الحركة الزاوية ثابت.

$$\text{عزم القصور الذاتي} \times \text{السرعة الزاوية} = \text{مقدار ثابت}$$

اي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية يساوي مقدار ثابت. معنى انه اذا قل عزم القصور الذاتي زادت السرعة الزاوية والعكس صحيح اذا زاد عزم القصور الذاتي قلت السرعة الزاوية بشرط انعدام المؤثرات الخارجية.

وضع	عزم القصور الذاتي (كم. متر)	المحور الذي
الوقوف	المحور السهمي	١٥,٠ - ١٢,٠
الوقوف	المحور العرضي	١٣,٠ - ١٠,٥
الفرصاء	المحور العرضي	٥,٠ - ٤,٠
الوقوف	المحور الطولي	٥,٠ - ١,٠
الوقف الذراعين جانبياً	المحور الطولي	٢,٥ - ٢,٠

جدول رقم (٢٦)

مقدار عزم القصور الذاتي لجسم الانسان في اوضاع مختلفة حول المحاور المختلفة

هذه الحقيقة يمكن ملاحظتها والاستفادة منها في الحركات التي تؤدي في الهواء بعد كسر الاتصال مع الارض حيث تتعدم المؤثرات الخارجية ويركز على الاستخدام والتحكم بقوى العضلات لغرض تغيير اوضاع كتل الجسم بالنسبة لمحور الدوران. اي يمكن السيطرة والتحكم بعزم القصور الذاتي وبالتالي بالسرعة الزاوية. ففي حركات الجمباز الهوائية تأخذ حركة الدورة

الهوانية المتکورة حيث يقوم اللاعب بحركة الثنی السريع والثام لفواصل الجسم لغرض تکویره من اجل تقليل عنم القصور الذاتي وبالتالي زيادة السرعة الزاوية. وعلى العکس من ذلك فأننا نلاحظ ان راقص البالایة يقوم بفتح زراعیه جانبی عندما يريد ايقاف حركته الدورانية لأن ذلك يؤدي الى زيادة عنم القصور الذاتي واقلال السرعة الزاوية.

اما بالنسبة للحركات التي تتم حول محور ثابت فإنه يمكن زيادة السرعة الزاوية بتقريب كل جسم من محور الدوران وهذا يشكل اهمية كبيرة في حركات المرحفات حول محور الدوران. ان الاختلاف بين محور الدوران وقطبیتی اللاعب يمكن لدرجة يعيق منها مرحلة الرياضي وذلك لانه ذلك يزيد من تحول جزء من الطاقة الميكانيکية الى طاقة حرارية.

لذلك فإن حركة المرجة لا تستمر بنجاح بدون تأثير قوة اضافية وهذه القوة الاضافية يمكن الحصول عليها باقلال عنم القصور الذاتي عن طريق تقريب نقطة مركز الثقل من محور الدوران وبذلك تزداد السرعة الزاوية.

ويمكن ان نلاحظ انه يرغم من کون حركات الثنی في مفاصل الذراعين والركبتین مهمة في زيادة السرعة الزاوية وتقليل عنم القصور الذاتي الا انها تلائم حركات المرجة الدورانية المستقيمة وذلك لانها تتعارض مع الشروط التکنیکیة لهذه الحركات ولذلك فإن عملية تقريب مركز الثقل من محور الدوران في هذه الحركات تتم عن طريق ثني مفاصل الحوض.

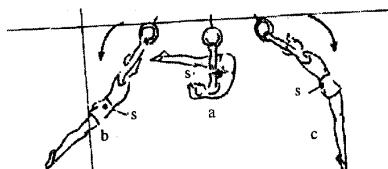
الحركات البندولية:

ان هذا النوع من الحركات يدخل ضمن نطاق حركات المرجة على العقله هي حركة بندولية تختلف سرعة كل جزء من اجزاء الجسم القائم بالحركة باختلاف بعد ذلك الجزء عن محور الدوران. وجسم الانسان كما هو معلوم ليس جسماً متماسكاً في اجزائه بل انه يتكون من اجزاء تتفاصل بعضها مع البعض الآخر. فالمرجة للجسم الانساني تتطلب بذلك قوة اضافية تهدف الى تثبيته خلال المرجة البندولية ويمكن ملاحظة اي جسم يتكون من جزئين مرتبطين بمفصل ان سرعة الطرف الاسفل تكون قليلة وتتوقف الحركة البندولية لهذا الجسم بسرعة لهذا فان اللاعب الذي يقوم بحركات مرجة على المتوازي تكون سرعة الطرف السفلي قليلة وتتوقف حركة البندولية بسرعة اذا لم يقوم اللاعب بشد لفواصل الطرف السفلي.

وإذا أراد اللاعب أن يستمر في المرجة بهذا الشكل فإنه سيكون مضطراً إلى زيادة في بذل القوة في لحظة إلى أخرى. فعدم الشد في المفاصل يؤدي إلى تقليل في مسار المرجة وتنبيه المفاصل يتم ارادياً لذلك يتطلب منه اعطاء قدرًا معيناً من القوة العضلية يمكن تقوية المرجة في الحركات البندولية من خلال تجريب مركز الثقل من محور الدوران فالمرجة في تعليق الكب مثلاً يمكن تقويتها عن طريق التغيير من التعلق الكب إلى وضع التعلق المعكوس. وكذلك تقوى المرجة إذا تم التغيير من التعلق القرفصاء أثناء المرجة البندولية إلى وضع التعلق المعكوس.

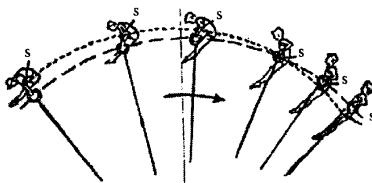
وكذلك يمكن ملاحظة هذه الحالة عند المرجة أماماً من وضع التعلق السقوطي الشكل (١١٠-б) حيث ترفع الرجلين لوضع الكب ويتم ذلك في أعمق نقطة. وفي نهاية المرجة أماماً يأخذ وضع التعلق السقوطي مرة أخرى كما في شكل (١١٠-с) أي يتم زيادة مدى المرجة عن طريق التبادل بين وضع تعلق الكب ووضع التعلق السقوطي.

كما وان الدراسات والبحوث أكدت على ان الابعاد السريع لنقطة مركز الثقل في نقطة التحول والتجريب البطيء التدريجي لنقطة مركز الثقل خلال اعمق نقطة يؤدي إلى التقوية الفعالة للمرجة ويزيد من مداها كما في شكل (١١١).



شكل (١١٠)

وضع الرجلين في التعلق السقوطي



شكل (١١١)

الابعاد السريع لنقطة مركز ثقل الجسم

الفصل الثاني

بعض القوانين الميكانيكية في الجمباز

- الشغل
- القدرة
- الطاقة الحركية والطاقة الكامنة(طاقة الوضع)

الشغل Work

يعني الشغل القوة المبذولة للتغلب على مقاومة ما على مسافة ما. فلو اثرت قوة F على مقاومة ما وكان من نتيجة ذلك انتقال نقطة تأثيرها في اتجاه عملها لمسافة محددة ولتكن S فان مقدار الشغل ينبع عن طريق حاصل ضرب مقدار هذه القوة في مسافة انتقال نقطة تأثيرها في اتجاه خط عملها ويمكن ان يتضمن ذلك من خلال المعادلة التالية للشغل.

$$\text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{المسافة}$$

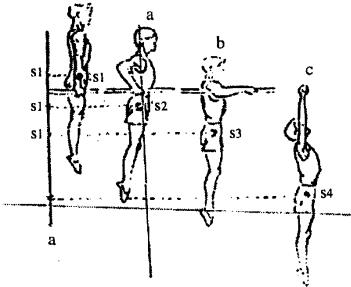
$$W = F \times S \quad \text{او}$$

ان الوحدة التي يأخذها الشغل هو وحدة قوة مضروبة في وحدة مسافة اي (نيوتن × متر) او (باوند. قدم).

من خلال العلاقة اعلاه في المعادلة يمكن ان نلاحظ ان مقدار او قيمة الشغل تتوقف على مقدار القوة المبذولة وعلى مساحة بذل هذه القوة.

في الجمباز يمكن تحديد الشغل المبذول بدلالة الارتفاع الذي يتحركه مركز الثقل خلال الاداء الحراري لفعاليات القفز الجمناستيك وهذا الارتفاع يعبر عن المسافة لبذل الشغل. وعندما نريد مقارنة مقدار الشغل لعدة اوضاع للارتفاع على المizarق او على الحلق على سبيل المثال كما في الشكل (١١٢) فاننا يمكن ان نلاحظ ان نقطة مركز الثقل تقطع ارتفاعات مختلفة مسببة اختلافاً في قيم ومقدار الشغل المبذول لكل وضع باختلاف الارتفاع ففي الشكل (٢-١١٢) نلاحظ ان الحركة بدأت من وضع الثبي وبالتالي فان مركز الثقل يرتفع مسافة تساوي طول الساعد تقريباً.

وفي نفس الوقت يختلف من حيث التعب الناتج عند كل حركة. ان هذا الارتفاع يرجع الى عدد المجموعات الفعلية المشاركة في بذل الشغل الخاص لكل حركة. اي اننا لو قمنا ببذل شغل محدد باستعمال مجموعة عضلية تلية فاننا نشعر بالتعب بشكل اسرع مما لو استعملنا مجموعة عضلية اكبر حيث انه في الحالة الثانية يتم توزيع الشغل على عدد كبير من العضلات وبالتالي كان نصيب كل منها من العمل صغيراً.



شكل (١١٢)

القدرة Power

تعني القدرة بذل شغل ما والزمن الذي يستغرقه ذلك الشغل. أو هو معدل بذل الشغل على وحدة الزمن. فإذا ما نسبنا الشغل إلى زمن بذله، وليكن "س" أي اوجدنا معدل بذل الشغل أو سرعة عمل القوة فإن ذلك يعطي قيمة القدرة. أي القوة المميزة بالسرعة في مفهوم التدريب الرياضي. ويمكن ان نحسب القدرة بالعلاقة التالية

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \quad \text{أو} \quad \frac{s}{t}$$

ووحدة القدرة تتكون من وحدة الشغل / وحدة الزمن أو (نيوتون . متر / ث) أو (باوند. قدم / متراً). كما وتعرف وحدة القدرة في النظام المتري بالواط Watt او بالحصان بالنظام الانكليزي. ولو لاحظنا للمعادلة الخاصة بالقدرة فاننا يمكن ان نؤشر ان القدرة تتناسب طردياً مع مقدار الشغل المبذول وعكسياً مع الزمن الذي يستغرقه هذا الشغل ولما كان الشغل يساوي حاصل ضرب القوة في مسافة انتقال نقطة تأثيرها على الشكل التالي.

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{وبيما ان السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \\ \text{اذن} \quad \text{القدرة} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$$

من ذلك تساوي القدرة حاصل ضرب القوة في سرعة بذلها. كما ان القدرة من المعادل الاخيرة تتناسب طردياً مع السرعة اي ان القوة المبذولة في سرعة عالية تؤدي الى زيادة في القدرة. وبينما على ذلك فان القوة وحدها لا تكفي في خدمة الواجب الحركي لحركات الجمباز بل لا بد وان تؤدي هذه القوة بأسرع ما يمكن للحصول على قدرة حركية كبيرة وبالتالي خدمة التكينيك الامثل.

الطاقة الحركية والطاقة الكامنة طاقة الوضع (Engergy)

تعني الطاقة الحركية مقدار الجسم الانساني للتحرك قاطعاً مسافة بعيدة الى ان يتوقف تحت تأثير القوى الخارجية والممثلة في قوى الجاذبية الارضية او الاحتكاك او الهواء..الخ.
والطاقة الحركية للجسم تساوي حاصل ضرب كتلته في مربع سرعته وفقاً للمعادلة التالية.

$$\frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2}{2} = \text{الطاقة الحركية}$$

وعند حركة الجسم فإنه يبذل شغلاً وهذه القدرة على بذل الشغل ترجع الى طاقة الحركة التي يكتسبها الجسم بسبب حركته والطاقة الحركية في المعادلة اعلاه تتوقف على سرعة الجسم عند ثبات الكتلة.

اما الطاقة الحركية للحركات الدورانية في يكن معرفة مقدارها وفقاً للعلاقة ادناه.

$$\frac{\text{عزم القصور الذاتي} \times (\text{السرعة الزاوية})^2}{2} = \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

اما عندما تكون الحركة مكونة من حركات خطية وحركات دائرية فان مقدار الطاقة الكامنة يساوي حاصل جمع الطاقة الحركية الخطية والطاقة الحركية الدائرية . وفي الجمباز فان للأوضاع الابتدائية اهمية كبيرة وذلك لأنها تؤدي الى الاسباب الجسم طاقة تطلق عليها طاقة الوضع وهذه الطاقة (الكامنة) او طاقة الوضع يمكن ان يستغلها للاعب الجمباز في اداء الجزء الرئيسي من الحركة والطاقة الكامنة يمكن ان يكتسبها بفعل وضعية الجسم المختلفة فاثناء سقوط الاعب الجمناستك على الارض بعد اداء حركة ما في السلسلة الحركية فانه يعمل على النهوض واتخاذ الوضع الابتدائي السريع عن طريق طاقته الكامنة او طاقة الوضع الذي هو فيه.

ان كتلة الجسم المرفوعة من ارتفاع ابتدائي ما الى ارتفاع نهائي ما فأن الجسم يكتسب طاقة وضع تمكنه من بذل شغل للسقوط والعودة الى ارتفاعه الابتدائي ان ذلك يعني ان الجسم الذي يكتسب طاقة وضع تكون له المقدار على بذل شغل مساويا للشغف الذي بذله للوصول الى هذا الوضع ويمكنه بذل مثل الشغل عن سقوطه للوصول الى وضعه الاصلي او الوضع الابتدائي الذي يعادل صفرأ . ولكن تحديد مقدار طاقة الوضع (الكامنة) من خلال مايلي:

$$\text{الطاقة الكامنة (طاقة الوضع)} = \text{الكتلة} \times \text{تعجيل الجاذبية الارضية} \times \text{الارتفاع}$$

$$\text{او} \quad \text{الطاقة الكامنة(طاقة الوضع)} = \text{الوزن} \times \text{الارتفاع}$$

والطاقة الكامنة يمكن الاستفادتها في كثير من الحركات الرياضية للجمباز وهذه الطاقة كغيرها من اشكال الطاقة لا تفنى ولا تخلق من العدم بل يمكن تحويلها من شكل الى آخر يساويه في المقدار او بالعكس ويعني انه في اي لحظة تكون مجموع الطاقات يساوي مقدارا ثابتا وبهذا اهمية كبيرة في حركات الجمباز.

حركات المرحة في الجمباز

تنقسم ميكانيكيا الى قسمين :

- ١ - يكون الجسم المترجع قد وصل الى اعلى وضع نتيجة للحركة التمهيدية وبذلك يحصل الجسم على طاقة كافية كبيرة بذلك فإنه اذا ما كانت الحركة التمهيدية غير كافية فان ذلك يؤثر سلبيا على المصلحة الرئيسية من نتيجة لنقص الطاقة- ان هذا يكون واضحا في حركات المرحفات على العقلة مثل حركة الى الوصول الى وضع قياسي مع ارتفاع كافي

لنقطة مركز الثقل بحيث تصل الطاقة الكامنة الى اقصاها. كما ويمكن ان يلاحظ ان الحركة الدائرية الكبri على العقلة والتي يكن فيها نقطة مركز الثقل في اعلى نقطة فوق قصبي العقلة اثناء الوضع الابتدائي حيث يتم الوصول الى ذلك من خلال المرحلة التمهيدية.

٢ - في القسم الاول ومن اعلى نقطة وصلها الجسم تتم حركة مرحلة للاسفل وبذلك تحول طاقة الوضع الى طاقة حركية والتي تصل لاكبر قيمتها في اعمق نقطة ويستفاد من طاقة الحركة في استمرار وامال الحركة وخلال هذا القسم تتم عملية التحويل لطاقة الوضع والاستفادة من طاقة الحركة تكون لها اهمية مهمة في هذا القسم وفي مثالنا اعلاه تبدأ عملية التحول من بداية الحركة للاسفل وعند اداء المهمة للاسفل. ويكون البعد من محور الدوران اكبر ما يمكن حتى الوصول لاعمق نقطة. وطاقة الوضع لا تحول كاملاً الى طاقة حركية وذلك لأن جزء منها يتتحول الى طاقة حرارية نتيجة لاحتكاك بين القبضتين للدين وعمود العقلة.

الفصل الثالث

الاسس الميكانيكية للجمباز

- الاسس الميكانيكية الخاصة بالحركات التي تؤدي في الهواء
- الاسس الميكانيكية الخاصة بحركات المرجحات
- الاسس الميكانيكية الخاصة بالدفع والهبوط

الاسس الميكانيكية الخاصة بالحركات التي تؤدي في الهواء

بعد كسر الاتصال مع الارض للجسم فانه يتحرك في الهواء في مسار معين ثم تحديده مسبقاً في بداية الطيران ويصبح خاصعاً للقوانين الخاصة بحركة المقدوفات في مساره اضافة الى قوانين اخرى تتأثر ميل الجسم عند الارتفاع وكذلك حركات الالتفاف في الهواء وهذه المبادئ مشتقة من القانون الثالث لقوانين نيوتن والخاص بالفعل ورد الفعل وكذلك مبدأ بقاء كمية الحركة الزاوية ومن ابرز هذه القوانين المتعلقة بالحركات التي تؤدي في الهواء ما يلي:

- ١ - مسار حركة مركز ثقل الجسم في الهواء يتاثر بالعاملين التاليين:
 - زاوية الجسم.
 - قوة القذف.

ان لاعب الجمناستيك بعد تركه الارض وكسر اتصاله بها لا يمكن من ان يحدث اي تغيير في مسار مركز ثقل جسمه وان الحركات التي يؤديها قد تعمل على زيادة سرعة دورانه لهذا تبقى سرعته الافقية وزمن طيرانه ومسار مركز ثقله ثابتة.

٢ - وان ارتفاع الطيران يعتمد على الحركة العمودي للطيران ويعود على الزمن الذي يستغرقه الجسم في الهواء. لهذا يعمل لاعب الجمباز عند ادائه حركات هوائية معقدة على قذف جسمه عمودياً وللاعلى لغرض الحصول على الزمن الكافي للطيران.

٣ - ان كمية الحركة الزاوية لا يمكن زيتها او نقصانها بل يمكن خزنها من قبل اللاعب حيث ان كمية الحركة الزاوية تعتمد على (عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية) فاللاعب عندما يريد الاقلال من سرعته الزاوية لغرض التوقف عن قيامه بأداء دوره هوائية متكررة فانه يقوم بزيادة عزم القصور الاتي عن طريق زيادة نصف قطر الدوران من خلال ضم الركبتين.

٤ - يبدأ تأثير القرى المسببة للحركات الدورانية التي تؤدي في الهواء قبل ان يترك اللاعب سطح الاستناد. وهذا ما نلاحظه خلال انجاز اللاعب للدوره الهوائية الامامية حيث يكون مركز ثقله امام قدميه عند الارتفاع، ممايسمح للجانبية الارضية بتوليد عزم للدوران على الجسم فيكتسب كمية حركة زاوية يستغلها اللاعب في اكمال انجاز الدوران في الهواء.

٥ - ان حركة اي جزء للجسم عندما يكون محلياً في الهواء تؤدي الى حركة في بقية الجسم بالاتجاه المضاد. فاللاعب في الدورة الهوائية الخلفية يمكنه من انجاز التتفاف بعد ان يصل الى الوضع المفروض بعد كسر اتصاله وتركه الارض بتحريك الذراع عبر الصدر فما يؤدي الى التتفاف الجسم في الاتجاه المضاد ثم تحرك الذراع بعد ذلك فوق الرأس وتحفظ قريبة من الجسم لتجنب حدوث رد فعل آخر في عكس الاتجاه.

٦ - يمكن اللاعب من انجاز التتفاف حول المحور العمودي عندما يقوم بالدوران في الهواء حول المحور العمودي عندما يقوم بالدوران في الهواء حول المحور الافقى وينفس الوقت عن طريق ثني الجسم الى احد الجانبين فاللاعب في الدورات الهوائية مع الالتفاف يمكنه لوي جسمه للجانب عن طريق تحريك احد ذراعيه من الجانب افقياً حتى تصل لوضع فوق الرأس وتحريك الذراع الاخر للجانب وللاسف عبر الجسم وهذا يسبب الالتفاف طبقاً لقانون رد الفعل.

الاسس الميكانيكية الخاصة بحركات المرحفات

تحتوي المرحفات على الاسس الميكانيكية الخاصة بحركة البندول والحركة الزاوية والقوة الطاردة والجانبية. وفيما يلي اهم هذه الاسس:

١ - تؤدي الجاذبية الأرضية الى زيادة سرعة البندول عند مرجلته للأسفل اما عندما تكون المرحقة للاعلى فأنه الجاذبية الأرضية تعمل على تقاصن سرعته حتى وصوله الى النقطة الميتة او نقطة الصفر ولهاذا فان سرعة البندول تبلغ اقصامها في قاع المرحقة وتصل الى الصفر عند كل من نهايتي القوس. لذلك فأنه على لاعب الجمناستك ان يقبض بقوه على اجهزة العقلة او المترولي او الحلق وخاصة اسفل او قاع المرحقة حيث يكن ميل الجسم الى الطيران بعيداً في اقصى قيمة له.

٢ - الزيادة في الحركة البندولية للاعلى تؤدي الى زيادة عند حركتها للأسفل. فالجسم يتحرك عند تأرجحه خلال قوس اولاً في اتجاه واحد ثم في اتجاه المعاكس. فالجسم يتحرك عند تأرجحه خلال قوس اولاً في اتجاه واحد ثم في اتجاه المعاكس ولهاذا فأنه يحدث دوران جزئي حول محور الدوران. فالجاذبية تعمل على انتاج المرحقة للأسفل فأنها في نفس

الوقت تضىء في عملها المرجحة للأعلى إلا أنها غير مسؤولة بشكل مباشر عن تحديد مدى الحركة لانه يعتمد بالأساس على كمية الحركة المكتسبة أثناء المرجحة للأسفل. واللاعب عندما يزداد الارتفاع الذي يبدأ منه المرجحة للأسفل يؤدي إلى زيادة في ارتفاع المرجحة للأعلى.

٣ - ان قوى الجاذبية الأرضية عامل مؤثر في الحركة البندولية على اساس ان الاجسام تبدأ من وضع معين يكون فيه وقد اكتسب طاقة ووضع كبيرة اي يجب ان يكون الجسم قبل الحركة البندولية في وضع السكون اولاً ثم يترك العمل الجاذبي الأرضيي بعد ذلك لتقوم بانتاج الحركة البندولية للأسفل. فاللاعب عند بداية المرجحة يواجه مشكلة تتمثل في الحصول على طاقة كامنة (الوضع) بشكل كافي ويمكّن الحصول عليها على سبيل المثال بتحريك مقابض جهاز الحلق الى موضع اخر غير وضعه العادي خلال السكون كأنه يقوم مثلاً بجذب الحلق او يقوم بمرجحة جسمه للخلف بقدر الامكان قبل ان تبدأ بالتعلق الكامل او بأن يأخذ دفعه من الارض او يأخذ خطوات هروبة او ركض سريع ثم التعلق.

٤ - يمكن زيادة ارتفاع المرجحة بزيادة نصف قطر الدوران خلال المرجحة للأسفل وتقسيمه خلال المرجحة الاعلى. ان هذا التقسيم لنصف القطر يؤدي الى اقلال عزم القصور الذاتي وبالتالي زيادة السرعة الزاوية. وكلما زادت سرعة حركة الجسم خلال المرجحة للأعلى زادت الطاقة الحركية وبالتالي الارتفاع الذي يصل له. فاللاعب في حركات الدوران على العجلة يبدأ من ارتفاع عالي للمرجحة ثم مد الجسم كاملاً لغرض زيادة نصف قطر دورانه مسبباً في كمية الحركة الزاوية التي يحصل عليها الجسم خلال مرجحته للأسفل وذلك لأن الجاذبية الأرضية المسبيبة للمرجحة للأسفل تختذل وقتاً يبيده للتثبيت على الجسم مضافاً لذلك فأن عزم الدوران يكن قوياً بسبب طول ذراع القوة المتمثلة بنصف القطر (الجسم) قبل وصوله لقاع المرجحة. ان هذه الكمية الحركية الزاوية يخترنها الجسم طبقاً لبدأ بقاء الكمية الحركية لزاوية لكي تساعده الجسم خلال المرجحة للأعلى اضافة الى ان اللاعب يعمل على تقسيم بنصف قطر دورانه اثناء اتجاه مرحته للأعلى مسبباً زيادة في السرعة الزاوية لحركة جسمه وذلك لأن:

$$\text{عزم القصور الذاتي} \times \text{السرعة الزاوية} = \text{كمية الحركة الزاوية} = \text{مقدار ثابت}$$

ପ୍ରକାଶକ.

ଶ୍ରୀ ମହାଦେଵ କରୁଣାଚଲ ପାତ୍ର ଶିଖିବାରେ ଏହାରେ କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

॥५॥ लोग गी ॥ अर्थात् ॥ जल वाले देखते ॥ जल का अर्थ ॥ जल का अर्थ ॥

ଶ୍ରୀ ଶିଖ ପାତ୍ର କାହାର ମଧ୍ୟ କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

ପ୍ରାଚୀ ମହିଳା କାନ୍ତିକା ଏବଂ ଶର୍ମିକା

١٠ - يجب ان تتم عملية ترك مسك الجهاز ثم اعادة مسك ثانية للحركات التي تتطلب ذلك في قمة المرحجة حيث تكون قيمة السرعة تساوي صفرأً وبالتالي تكون القوى الجاذبية والقوة الطاردة تساوي صفرأً.

اما بالنسبة لل نهايات فأنها يجب ان تتم في اللحظة التي يكون فيها الماس لقوس المرحجة منطبقاً على اتجاه الطيران المطلوب.

١١ - الجسم الذي يتكون من جزئين عندما يصل الى الوضع العمودي اسفل البار وكان الجزء القريب من محور الدوران هو الذي يقود المرحجة للأسفل فأن الجزء البعيد سوف يتسارع بالنسبة للقريب ويسبقه في المرحجة للالاعلى. ومن جانب ثانى فأن الجسم لو وصل جزءه البعيد الى المستوى العمودي قبل الجزء القريب فانه سيحدث العكس. اي ان الجزء البعيد سيتبطأ ويقوم الجزء القريب بقيادة المرحجة للالاعلى ففي حركات الطيران من متوازي البنات او الدوران الهوائية من المتوازي للبنين يقوم اللاعب بدفع الورك امام القدمين يحصل على زيادة في تسارع المرحجة للالاعلى نتيجة لاثر قبض مفصل الفخذ في تقصير نصف قطر الدوران.

١٢ - ان قوى الاحتكاك الناتجة من دوران قبضة اللاعب الجماستك بعمود العقلة تسبب استهلاك جزء من طاقة المرحجة (طاقة الحركة) وتحويله الى طاقة طردية. ان قوى الاحتكاك هذه تعمل على تقوية او زيادة احكام قبضة اللاعب عندما تكون المرحجة في الاتجاه الذي تشير اليه اصابع اللاعب وتعمل على اضعاف عملية القبض عندما تكون المرحجة في الاتجاه المعاكس.

الاسس الميكانيكية الخاصة بالدفع والهبوط

ان عملية الدفع او الهبوط مهمة في مجال الجمباز ويتم استخدام الرجلين واليدين على الجهاز او بدونه في هذا الجانب وستعرض هنا ان هذه الاسس الميكانيكية والتي من اهمها مايلي:

١ - عند القفز على الحصان فأن الدفع الالامركزي عند دفعة اليدين دوراً واهمية كبيرة وذلك لانه يؤدي الى الدوران العكسي ويتوقف عليه شكل حركة الجسم في الطيران الثاني والدفع الصحيح باليدين يؤدي الى الهبوط الصحيح للاعب حيث انه يساعد على عدم السقوط

للامام بهذا فإن الضغط الامرکزي باليدين وفترة قصيرة يكون له أهمية كبيرة في مرحلة الطيران الثابت.

٢ - يكون الدفع لامرکزياً في حركات القفز على الحصان. وإذا كان القفز يتطلب ارتفاعاً عالياً للطيران فيجب أن يكون هذا الدفع الامرکزى قوياً مع كونه خط عمل قوة الدفع قريباً من مركز الثقل. أما اذا اردنا الحصول على قفزة ذات تأثير دوراني كبير فيجب ابعاد اتجاه خط عمل قوة الدفع عن مركز الثقل.

٣ - ان الدوران حول المحور العرضي للجسم ضروري في حركات القفز على الحصان ويمكن الحصول على هذا الدوران من الارتفاع وهذا يتحدد من سرعة الركض والدفع لذلك يجب ان تتناسب بواسطة الدفع اليدين لذلك يجب ان يتتناسب هذا الدفع مع نوع القفزة ايضاً.

٤ - يتحدد مسار طيران مركز الثقل الجسم في جميع القفزات عند انتهاء الدفع باليدين اوكسر الاتصال مع الارض. أما بالنسبة للحركات التي تؤدي على الحصان فأن يمكن ان يتغير هذا المسار عند الاستناد والدفع باليدين.

٥ - يقل التعرض للاصابات كلما قام اللاعب بالتدرب في التخلص من طاقة الحركة التي يكن الجسم قد اكتسبها خلال الهبوط. ويمكن تحقيق ذلك طبقاً للحالات ادناه:

- اذا كان الهبوط سيؤدي الى وقوف الجسم للامام «هبوط خاطيء» فيمكن اخذ درجة او خطوة بسيطة لتلافي ذلك.

- يجب الهبوط على المشطين ثم يتبع ذلك الكعبين مباشرة مع قبض الركبتين والفخذين عند الهبوط من الوثب كما في الحركات الأرضية ويتم التحكم في هذا العملية بانقباض لامرکزى من العضلات المادة لهذه المفاصل.

المراجع
العربية والإنجليزية

المراجع العربية

- ١ - جيرد هوخسوث: الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي للحركات الرياضية، دار المعارف القاهرة، ١٩٧٨م.
- ٢ - جمال علاء الدين دراسات عملية بيوميكانيكا الحركات الرياضية، دار المعارف القاهرة، ١٩٨١م.
- ٣ - رisan خريبيط مجید، موسوعة القياسات والاختبارات ، التربية البدنية والرياضية مطبعة التعليم العالي . ١٩٨٩
- ٤ - سيد عبد المقصود.نظريات الحركة مصر: القاهرة-مطبعة الشباب الحر، ١٩٨٦.
- ٥ - سعير مسلط الهاشمي،البيوميكانيك الرياضي، التعليم العالي والبحث العلمي-بغداد ١٩٨٨م.
- ٦ - سمير مسلط علاوي « مقارنة بين منحنيات القوى الرئيسية والافقية وعلاقتها بالزمن عند الرجال والنساء»، الوثب العالي بواسطة جهاز تسجيل القرى «بحوث المؤتمر العلمي الثالث لكليات التربية الرياضية للفترة من ١٤-١٦/٤/١٩٨٧.مطبعة جامعة الموصل/كلية التربية الرياضية.
- ٧ - سوسن عبد المنعم وأخرون. البيوميكانيك ، المجل الرياضي،دار المعارف، القاهرة ١٩٧٧م.
- ٨ - صادق فرج ذياب. رفع الاثقال-العراق:بغداد-مطبعة اونسيت التحرير ، ١٩٧٦م.
- ٩ - صباح عبدي-المهارات والتدريب رفع الاثقال-العراق، بغداد-مطبعة جامعة الموصل ١٩٨٢م.
- ١٠ - طالب ناهي الخفاجي،فيزياء الرياضة البدنية-دار الحرية للطباعة والنشر- بغداد ١٩٨٤م.
- ١١ - عادل عبد البصیر علي. تحليل ديناميكية بعض حركات الرجمة من وضع الارتكاز على الجهاز المترافق رسالة دكتوراه.كلية التربية الرياضية للبنين القاهرة، جامعة حلوان ١٩٨٣م.
- ١٢ - عادل عبد البصیر علي. الميكانيكا الحيوية، التقويم والقياس التحليلي ، الاداء البدني دار فوزي للطباعة- القاهرة، ١٩٨٣/١٩٨٤م.
- ١٣ - عادل عبد البصیر علي. الميكانيكا الحيوية، التقويم والقياس التحليلي، الاداء البدني دار فوزي للطباعة- القاهرة، ١٩٨٤/١٩٨٣م.

- ١٤ - عادل عبد البصیر على « التحليل بيوكينماتيكية الصعود، بالكتاب الطويل من الوقوف على اليدبين للارتكاز على المتوازيين» مجلة دراسات وبحوث المجلد التاسع-العدد الرابع، جامعة حلوان ، ١٩٨٦ .
- ١٥ - عادل عبد الحافظ دراسة مقاومة لدفع الجلد بطريقة الزحف وطريقة الدوران على مسافة الرمي، رسالة ماجستير غير منشورة ١٩٧٥ .
- ١٦ - عبد علي نصيف. صباح عبدي. المهارات والتربية، رفع الانقلاب، بغداد: مطبعة التعليم العالي ، ١٩٨٨ .
- ١٧ - عبد النبي المغاري احمد خضر. العلاقات الديناميكية المصاحبة لخطوة الحاجز-رسالة دكتوراه كلية التربية الرياضية للبنين، القاهرةجامعة حلوان ، ١٩٨١ .
- ١٨ - عبد علي نصيف وكيرهارد ميزر، البايوبيكانيك-مطبعة المينا-بغداد ، ١٩٧٢ .م.
- ١٩ - عصام محمد أمين. دراسات علمية،البايوبيكانيك -دار المعارف- ١٩٧٧ .م.
- ٢٠ - علي محمد عبد الرحمن-« خصائص مرحلة الاقتراب والطيران، الدورات الهوائية الخلفية المكونة والمستقيمة» مجلة المؤتمر العربي الاول لرياضية الجمباز، الاردن، عمان ١٢-١٠ /١٢/١٩٨٧ .م.
- ٢١ - فؤاد توفيق السامرائي- البايوبيكانيك -جامعة الموصل، العراق: ١٩٨٢ .م.
- ٢٢ - فيصل رشيد العياش. رياضة السباحة- جامعة السباحة- جامعة بغداد : ١٩٨٠ .م.
- ٢٣ - فيصل رشيد العياش-رياضة السباحة والألعاب الماء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- مطبعة جامعة بغداد: ١٩٨٥ .م.
- ٢٤ - قاسم حسن حسين- التحليل الحركي الميداني لقفز العالي . مطبعة علاء بغداد العراق- ١٩٨٠ .م.
- ٢٥ - قاسم حسن حسين. ونزار الطالب- الاسس النظرية والميكانيكية تدريب الفعاليات العشرية للرجال والخمسية النساء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي-جامعة بغداد ١٩٧٩ .م.
- ٢٦ - لئي الصميدعي -البايوبيكانيك والرياضية- دار الكتب للطباعة،دار النشر -جامعة الموصل- ١٩٨٧ .
- ٢٧ - محمد يوسف الشيبـ الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة، دار المعارف،القاهرة ١٩٦٩ .م.
- ٢٨ - محمد يوسف الشيبـ الميكانيكي الحيوية، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٢ .م.

- ٢٩ - محمد قيسرون ميرزا- الميكانيكا، دار الامل، اربد:الأردن ، ١٩٨٥ م.
- ٣٠ - محمد حسن علاري، محمد نصر الدين رضوان- اختبارات الاداء الحركي، دار الفكر العربي ، ١٩٨٢ م.
- ٣١ - محمد حسن علاري محمدنصر الدين رضوان- القياس، التربية الرياضية وعلم النفس الرياضي، دار الفكر العربي، ١٩٨٩ م.
- ٣٢ - نبيل العطار، عصام حلبي، الاسس العلمية للسباحة، دار المعارف -القاهرة ، ١٩٨٠ م.
- ٣٣ - نجاح مهدي شلش.مبادئ الميكانيكا الحيوية:تحليل الحركات الرياضية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٨ م.
- ٣٤ - نزار الطالب.المدخل الى علم البايوميكانيك تحليل الحركات الرياضي،جامعة بغداد ١٩٧٦ م.
- ٣٥ - وجيه محجوب وزرار الطالب- التحليل الحركي، جامعة بغداد، ١٩٨٢ م.
- ٣٦ - وديع ياسين. النظرية والتطبيق، رفع الانقال-الجزء الاول والثاني، العراق-الموصل .مطبعة جامعة الموصل، ١٩٨٥ .

- 1- A Comparison of ground reaction Avariah P.and Williams and Clarke, T. Forces during Walking bare foot and Baltimore 1982 PP. 5.56.
- 2-Armbruster,D,Allen,H.and Billingsley .and Diving London:kaye and Ward ltd1970.
- 3-Barrow,H.M., MC., Gee .A practical Approach to Measurement in P.E. 2nd ed., Lea and Febiger,Philadelphia, 1973.
- 4-Barry,L.and others, Practical Measurement for Evaluation of physical. Ed. Burgess Publishing Company ,Minneapolis,Minnesota 2nd ed., 1976.
- 5-Bergman,B.W.Acinematographical and kinematic Analysis of the Centre of Gravity during the kip on the High Horizontal Bar,M.A.,in P.E 1973, Aahpar, CRA.Inc .Internat series Biomechanics,V,B.un.park press Baltimore.
- 6-Boitcher,K.Biomechanical analysis of selected phases of crawl and breast strikes Biomechanics VII B.un .Park press Baltimore 1982 PP. 455.-459.
- 7-Broer,M.Efficiency of Human Movement 3rd VV.B.Saunders Co.Philadelpia ,London and Toronto,1973.
- 8-Broer, M.An introduction to Kinesiology Englwood Cliffs,N.J.Hall, 1968.
- 9-Bunn,J.W.Scientific Principles of Coaching Prentice.Hall,INC.,New Jersy, U.S.1972.
- 10-Czabaski,B and Antoniak K.Photogrammetry Applied to the Spatial Characteristics of an arm movement in Swimming ,Biomechanics, VII-B.un.Park Press Baltimore 1982 PP.430-411.
- 11-Cooper and Glassow,Kinesiology .The Gr.Mosby Co. stlous 1976.

- 12-Disch,G.J.and Hudson,L.T?.Measurment Aspects of Biomechincal Analysis Biomechanics symposiums procedding Indiana. oct. 26-28 1980.
- 13-Dyson, G.,The Mechanics of Athletics un. of .London ,Press Ltd, 1986.
- 14-East,D.J., Swimming :Analysis of Stroke Frequency Stroke Length and Performance Newzaeland Jounral Health,P.E,Recreation ,III.Nov. 1970 .PP.16-27.
- 15-Erling A.and kurt,J.Biomechanics BI-A,Int.Series on Biomech.,un.Park Press. Baltimor. 1978.
- 16-Fukunaga T and Fujumatsu, H. Biomechanical analysis of Walking Biomechanics VII B. university Park Press,Baltimore 1982 PP 170-175.
- 17-Goddhew,D.Swimming in Action ,Stanley Paul and Co, Ltd, London , 1988D. 14.
- 18-Hoffmank, The relationship between the Length and Frequency of Stride Statuse and Leg Length, Sport (Belgium) VIII,3 (July)1965.
- 19-HoffmankmK.The Length and Frequpnicy of Stride of the worlds Leanding female Sprinters, Treatuses texts and doucments WSVVF in pozan Series Poland Treatise No. 17"1967".
- 20-Hopper.B.J, Mechanics of arm action in running . Track Technique U, S.A-No-17,Spp.1964.
- 21-Hay,J.G.The Biomechanical of Sports Techniques. 2nd .ed.,Prentice. Hall, Iv C. Englwood Cliff, 1978.
- 22-Juris Terauds, Some Release Characteristics of intermtional Discuss Throwing , Track and Field Quarterly Reriew, LV,March 1975PP.54-57.

- 23-Karpovich, vip.Analysis of the Propelling Force in the Crawl StrokeR. Q VI May 1935 PP.58.
- 24-Leonard Cooper and Others, Flight of Discuss,Divison of Engineering Science ,Purdue university ,May 18,1959.
- 26-Miller,D. and Nelson,R.C.Biomechanics of Approach ,LEA and Febiger Philadelipha : Lee and Feming 1974.
- 27-Mosterd,W.and Jongloed,J.Analysis of the Stroke of Hight Trained Swimmers, Arbeitsphysiology XX 1963P.291.
- 28-Ramy,M.R.The use of Angular momentum in the study of long Jump take-off. Inc. Nelson and Morhouse,C.A. ed: Biomechanics IV,mn. Park Press ,Baltimore.1974.
- 29-Rasch and Burke,Kinesiology and Applied Anatomy^c 5th ed Pniladelphia:Lee and Feming 1974.
- 30-Richard r.Ganslen,Aerodynamic Forces in Discuss Flight, Athletic Journal ,LXIV,April , 1964,PP.50-89.
- 31-Ringer,B.and Adrian J.AnElectrogoniometric Study of the wrist and Elbow in the Grawl Arm Stroke,R.QXI may 1969PP. 361.
- 32-Scheuchenzznber ,H.J,Experminets in the Mechanics of Human Movement Publication N.Y 1983.
- 33-Srqersh. and Grinaker, F.Effect of Foot Spaching erlocity in Sprints, R.Q 1962.
- 34-Stock,M.Influence of Various Track Starting Position on speed,R.Q. 1962.
- 35-Stoner LT.and Ben-Sira,D.Vatiation in movement patterns of proffesional

soccer players when executing along and a medium range in-stop
Soccer kick Biomechanics ,VII Bun ,Park Press Baltimore 1982 PP. 337-341.

36-Sweringen ,J.J. and Wallace , T.F. Determination of Centers of Gravity in
Children , Federal Aviation Adm. 1969.

37-Tom Ecker,Fosbury Flop Athletic Journal No.8 April 1969.

38-Toyoschima,S. Hoshikawa,T.and Ikegami,Y. Effects of initial ball Velocity
and angle of projection on accuracy in basketball shooting Biomechanics
,VII-B-mn-Park Press Baltimore 1982 PP.525-530.

39-Whilson,B.D.and Hay,J.G. Comparison of methods for determining the Angular
Momentum of Human Body. ed. Int Series on Biomech.vol.Ib., Baltimore ,Mn
Praopress 1976.

40-Wyhitestt,C.E,Some Dynamic Resources Characteristics of Weightless man
Tech-Docnm. Rep.AMR ,L-TOR-63-18 Wrightpatterson Air Force Base,Phio.

«الباب الاول»

الفصل الاول:

- ٩ _____ - علاقه التقويم والقياس في التحليل الحركي
- ٩ _____ - مفهوم التقويم والقياس وأنواعه
- ١٠ _____ - الفرق بين التقويم والقياس
- ١١ _____ - طرق ووسائل التقويم في الميكانيكا الحيوية

الفصل الثاني:

- ١٢ _____ - انواع التحليل الحركي
- ١٤ _____ - اشكال الحركات
- ١٥ _____ - الحركات الاساسية لمفاصل جسم الانسان
- ١٦ _____ - المحاور والمستويات
- ١٨ _____ - المفاصل في جسم الانسان
- ٢١ _____ - نسبة الحركة والنظام الاحادي.

الفصل الثالث:

- ٢٢ _____ - قواعد التحليل الحركي

الفصل الرابع:

- ٢٩ _____ - التحليل الميكانيكي الحيوي للمهارات الحركية.

«الباب الثاني»

الفصل الاول:

- ٢٢ _____ - التحليل الكيناتيكي الحيوي لحركات الخطية والزاوية.
- ٢٣ _____ - تحديد المسار الحركي
- ٢٨ _____ - تحديد المسار الزمني

٤٠	- تعين مسار السرعة اللحظية
٤٣	- تعين مسار التوجيه الأرضي
٤٧	- تعين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال
٥٢	- تعين مسار السرعة الزاوية
٥٨	- تعين مسار التوجيه الزاوي
٦٢	- حساب زمن الاجسام المقدمة

الفصل الثاني:

٦٧	- التحليل الكيانيكي الحيوي لحركات الخطية والزاوية.
٦٨	- تحديد القوى كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.
٧٨	- تحديد دفع القوى للزمن خلال مرحلة الاتصال.
٨١	- تحديد منحني دفع الدوران خلال مرحلة الاتصال.
٩٤	- تحديد منحني طاقة الحركة الدورانية كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.
٩٦	- تحديد منحني طاقة الوضع للجسم كدالة لزمن خلال مرحلة الاتصال.

«الباب الثالث»

التحليل الحركي لفعاليات العاب الساحة والميدان

الفصل الاول:

٩٩	- التحليل الحركي لفعاليات التالية
١١٠	- المشي Walking
١١٥	- الركض بانواعه «الجري» Running
١٢٤	- الركض ١١٠ م حواجز Hurdling

الفصل الثاني:

١٥٣	- التحليل الحركي لفعاليات الرمي Throwing
١٥٧	- قذف النقل Shot Putting
١٧٨	- رمي القرص Discus
٢١٤	- رمي الرمح Javelin

- ٢١٩ _____ Jumping - التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب
- ٢٢٠ _____ High Jump - الوثب العالي
- ٢٢٢ _____ Long Jump - الوثب الطويل العريض
- ٢٤٢ _____ Pole vaulting - القفز بالزانة

«الباب الرابع»

التحليل الحركي للألعاب الفردية والفردية

الفصل الأول:

- ٢٥٦ _____ Swimming - التحليل الحركي للسباحة

الفصل الثاني:

- ٣٠٢ _____ Weight Lifting - التحليل الحركي لرفع الاتقال

الفصل الثالث:

- ٣٢٨ _____ Shooting - التحليل الحركي للتصويب في كرة السلة

الفصل الرابع:

- ٣٢٨ _____ Kicking - التحليل الحركي للرفس بكرة القدم

«الباب الخامس»

التحليل الحركي للجمباز Gymnastics

الفصل الأول:

- ٢٤٨ _____ Gymnastics - الأداء الحركي في الجمباز

الفصل الثاني:

- ٢٥٧ _____ Gymnastics - بعض القوانين الميكانيكية للجمباز.

الفصل الثالث:

- ٢٦٢ _____ Gymnastics - الاسس والمبادئ الميكانيكية في الجمباز.

- ٢٧١ _____ Gymnastics - المراجع:

