الجامعة الهولندية
قسم المناهج و المقررات
كلية التربية الرياضية
www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي

كتاب منهجي لطلبة الدراسات العاليا

أ.د ريسان خريبط د. نجاح مهدي شلش

www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي

كتاب منهجي لطلبة الدراسات الأولية والعليا لكليات التربية الرياضية في الجامعات العربية

الأستاذ الدكتور
ريسان خريبط مجيد
أستاذ كلية التربية الرياضية
جامعة البصرة

الدكتور
نجاح مهدي شلش
أستاذ مساعد كلية التربية الرياضية
جامعة البصرة

2002

www.hollanduniversity.org

- تأليف : الأستاذ الدكتور ريسان خريبط 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 الحجيري

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 اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقلة على أي وجه أو بأي طريقة إلكترونية كانت أو ميكانيكية أم بالتصوير أم بالتسجيل أو بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة مقدماً

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

---

www.hollanduniversity.org

المقدمة

ان دراسة الحركة الرياضية علمياً تستوجب معرفةالقوانين والمدلولات والعوامل الميكانيكية المؤثرة في الاداء الحركي للفعاليات الرياضية بطريقة تحليلية لغرض رفع وتطوير الانجاز الرياضي نحو الافضل هذا الواجب يجب ان يناط بالمدرسين 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 حرة الاجسام الجامدة لذا فأن مسألة التعميم تلك القوانين وتفسيرها وتطبيقها 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 ثابتةومؤكدة ، ولقد درست الحركةدراسة مستفيضةخلال القرن العشرين واتخذت الاتجاهات الحديثة المسارات التالية:

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

٢ - اما المسار الثاني فقد سمي بعلم الحركة التحليلي اوالتحليل 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 الارضية بالقوانين الحركية الثابتة.

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

www.hollanduniversity.org
بقسميها التدريس والتدريب وكذلك طلبة الدراسات العليا والمدربين والمدرسين المختصين في مجال البايوميكانيك والتحليل الحركي ولقد كان التأكيد مركزاً على المحاور التالية:

١ – التعريف بالتحليل الحركي البايوميكانيكي وعلاقتها بطرق القياس والتقويم.

٢ – دراسة قوانين علم الكينماتيك والكنيتك وكيفية تطبيقها في تحليل الحركة الرياضية.

٣ – دراسة القوانين المؤثرة على تعلم التكنيك وكيفية تطبيقها في تحليل الحركة الرياضية.

٤ – التحليل الحركي لبعض الفعاليات الرياضية.

ان المؤلفين يسعيان من خلال هذا الجهد المتواضع الى خدمة مدربي ومدرسي وطلبة الاختصاص في مجال التدريب الرياضي والتدريس آملين ان نكون قد وفقنا في خدمة وتطوير الحركة الرياضية من وجهة نظر الميكانيكا الى حيوية والتحليل الحركي في المجال الرياضي.

www.hollanduniversity.org

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.

www.hollanduniversity.org

الفصل الأول

علاقة التقويم والقياس بالتحليل الحركي

مفهوم التقويم:

يعني التقويم أصدار الاحكام على الاشياء وتقدير قيمتها ووزنها أو هو الحكم على قيمة الشيء من خلال اكتشاف عيوبه ومحاسنه أو هو دراسة الظروف والعوامل التي تساعد سلباً أو إيجاباً على الوصول الى الاهداف المرسومة مسبقاً.

بالنسبة للتربيةالرياضية يعني التقدير لمستوى أداء الطلبة لغرض أصدار الحكم المناسب على أدائهم الحركي على ضوء معايير محددة مسبقاً. كما وانه يتضمن حصيلة المستوى التي وصلت فيها حالة التدريب والمنهاج الموضوع لتطوير مستوى أداء الرياضي. كما وانه يتضمن اصدار الاحكام على المناهج التدريبية وأساليب التدريب في تحديد مدى فاعليتها في تطوير الحالةالتدريبية أو عدمها فالتقويم أذن يهدف الى ما يلي:

١ – معرفة مدى فاعلية البرامج التدريبية.

٢ – معرفة مدى فاعلية الوسائل التدريبية والعلمية في تحقيق الاهداف.

٣ – معرفة نقاط الضعف والقوة في الاداء الحركي والبرامج التدريبية للافراد والجماعات.

٤ – معرفة قيمةالتعليمات في التدريب الرياضي ومدى التقدم فيه.

ويعرف قاموس (وبستر Webster, 1980) التقويم بأنه التحقق من قيمة.

مفهوم القياس:

يعني تقدير الاشياء والمستويات تقديراً كمياً على ضوء أطار محدد من المقاييس المعروفة. أما (ثورندايك) فيقول ١٩٧٩ كل ما يوجد بمقدار وكل مقدار يمكن قياسه. ان القياس كما هو معلوم يتضمن عمليات المقارنة من خلال جميع الملاحظات والمعلومات الكمية عن موضوع القياس. والقياس يتأثر بطبيعة المتغيرات والاشياء المقاسة فبعض الاشياء 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 تعقدها وتأثيرها بالعوامل الذاتية.

www.hollanduniversity.org
ويجيب لنا القياس (علاوي 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 الاولى للقياس نطلق عليها طريقة القياس المباشر. اما الطريقة الثانية فنطلق عليها طريقة القياس الغير مباشر. والقياس المباشر والغير مباشر يتأثر بعوامل كثيرة أهمها هي:

١ – طبيعة الشيء او 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 عمليةالتقويم. 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:

أن التقويم كما هو معلوم أعم وأشمل من القياس. وتتم عملية التقويم على أساس نتائج القياس. لذلك تتوقف دقةوسلامة التقويم على دقة المقاييس المستخدمة. فاذا كانت المقاييس غير صادقة وغير دقيقة فأن التقويم يصبح غير صادق ومضلل.والتقويم يبنى على أساس البيانات المتراكمة من عمليات القياس ويتضمن أصدار الحكم على ظاهرة أو سمة خاصة عن طريق تحديد مدى ما تحقق من الاغراض والاهداف موضوعة القياس. ولا يقتصر التقويم في مجالنا الرياضي على جانب أحادي من جوانب شخصية الفرد المتكاملة الابعاد. لذلك فأن التقويم كما يقول (علاوي ورضوان– ١٩٨٩) ما هو الا« جرد لمحتويات الفرد».وهو عملية تهدف وصول الى دراسة الظاهرة ووضع التعميمات والمعايير التقويمية لها وذلك من أجل استخدامها للتحقق والحكم على درجات الجوانب المقاسة والتقويم والقياس بناء على ذلك يكمل احدها الآخر ويعتمدان

www.hollanduniversity.org

على بعضهما.من ذلك نستطيع القول أن التقويم أعم وأشمل من القياس كونه يقترن بالاهداف الواسعة نسبياً والتي كثيراً ما تتسع حتى تشمل منهجاً ونظاماً كاملاً أو تقويم الشخصية المتكاملة للبرنامج أو التدريس أو الطالب كاملاً أو الوسائل. أما القياس فما هو الا عبارة عن أحدى الادوات المستخدمة في التقويم لتقدير وزن واصدار الاحكام على الظواهر والافراد والموضوعات والاحداث.

طرق ووسائل التقويم في الميكانيكا الحيوية:

الميكانيكا الحيوية هي العلم الذي يدرس عملية الاداء الحركي للانسان او الحيوان وفقاً لقوانين ميكانيكيةخاصة. كما وان هذه القوانين الميكانيكية الخاصة تتعقد بسبب تطبيقها على حركة الانسان وتختلف في تطبيقها على حركة الجماد والسكون .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 البحوث في حركات الكائن الحي. فاصبحت له فروع تعتني بالحركات الرياضيةمن أجل تحديد التكنيك المثالي لها وأخرى تعتني بحركات العمل لزيادة الانتاج واخرى تهتم بتربية الخواص (المعاقين واخرى تعتني بالبحث في التكوين الديناميكي للهيكل العظمي والجهاز العضلي اللذين يهتم بهما بعض الاطباء وفقاً لاختصاصاتهم المختلفة. لقد سعى هذا العلم في المجال الرياضي الى تحقيق الاغراض التالية:

١ – بحث التكنيك الرياضي المثالي من خلال التحليل الميكانيكي الحيوي لهدف الحركة.

٢ – ايجاد الاختبارات والطرق الموضوعية في بحوث الحركة وقياسها.

٣ – معرفةمدى تأثير التمارين الرياضية والاعداد البدني في خدمة تطوير وتعليم التكنيك المثالي في المجال الرياضي.

٤ – تعميم الحقائق العلمية والموضوعية التي تساعد على تطوير التكنيك الرياضي.

٥ – تحديد وايجاد التمارين الرياضية المناسبة في تطوير البناء البدني للرياضي.

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

www.hollanduniversity.org

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

١ – الطريقة الذاتية (الوصفية):

تقويم الحركات الرياضية ذاتياً وبشكل سريع وطبقاً لقانون اللعبة كما في العاب الجمباز والغطس والبالية. وترتبط هذه الطريقة بطريقة المحلفين. أي أختياد مجموعة من الخبراء أو الحكام كمحلفين يؤخذ رأيهم كل منهم في مستوى الاداء الحركي للمهارة المراد تقويمها وفقاً لقانون اللعبة وتجمع درجات المحكمين وتقسم على عددهمالمتوسط الناتج يعتبر تقويم مستوى الاداء الحركي للمهارة.

٢ – طريقة التحليل الحركي باستخدام الاجهزة:

كما هو معلوم ان العين المجردة للشخص غير كافية للحصول على المعلومات والحقائق العلمية الدقيقة لبعض الحركات الرياضية التي تصل سرعتها الى ١/٢٤ من الثانية على سبيل المثال. والحكم على صحة الحركة بالتقدير العام يعتبر حالةغير دقيقة في البحث العلمي لاستيعاب دقائق الحركة وتحديد اخطائها لهذا فأن الاتجاه بدء في الاعتماد على طريقة التحليل الحركي بأجهزة ووسائل دقيقة يمكن من خلالها تسجيل دقائق الحركة في أصغر وحدة زمنية حتى يمكن التعرف على المقادير المختلفة للقوة التي تبنها عليها حقيقة الاداء.

ويمكن تحليل الحركات الرياضية من خلال استخدام الوسائل التالية:

١ – القياس اللحظي بواسطة الخلايا الضوئية Elextronic Stroboscopic

٢ – جهاز ضبط الزمن Gronograph

٣ – التصوير بالاثر الضوئي Chrono Photography

٤ – تصوير النبضات الضوئية (فوتوكرافيا) Cyclo grametery

٥ – جهاز تسجيل السرعة Speedo graphy

٦ – التصوير السينمائي Cinematoghraphy

٧ – التصوير الدائري Chrono Cyclography

٨ – منصة قياس القوى Force platform

www.hollanduniversity.org

الفصل الثاني

أنواع التحليل الحركي

أن التحليل الحركي أنواع متعددة وكل نوع منها يعتمد بالاساس على وسيلة القياس المستخدمة وشمولية المتغيرات المراد تحليلها. (الصميدي ١٩٨٧). ولقد قسم التحليل الحركي بناءاً على ذلك الى الحالات التالية:

١ – التحليل الحركي الكمي:

ويشمل هذا النوع داخلياً على الشكلين التاليين:

- **التحليل الدقيق :** أي أستخدام أجهزة قياسية دقيقة ومتقنة مثل التصوير السينمائي والتصوير الدائري(المتتابع) أو التصوير بآلات التصوير الاعتيادي. والتحليل هنا يعتمد على أساس تصوير أعداد كبيرة من الحركات بوقت واحد.
- **التحليل التقريبي :** أي التحليل باستعمال معلومات نسبية غير دقيقة للاجهزة القياسية الواردة مع حساب العوامل بشكل عام ومعلومات تقريبية عامة لحركات رياضية متعددة.

٢–التحليل الحركي النوعي:

ويشمل ما يلي:

- **التحليل العميق:** دراسة دقائق الحركة بشكل شامل وعميق باستعمال الاجهزة المذكورة في (اولاً) مع تعزيز التحليل بأسس العلوم التربوية من أجل الحصول على النتائج التربوية الدقيقة.
- **التحليل الاساسي:** أي التحليل بشكل أساسي عميق للحالة الحركية دون الحاجة إلى أستخدام 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 أنتاجي حيث يتم من خلاله توضيح جوهر الاخطاء الحركية والتكنيكية 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 البايوميكانيك.

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

أشكال الحركات:

ينبغي فهم أشكال الحركة من حيث مسارها الهندسي أولاًومسارها الزمني ثانياً ومعرفة الحركات الأساسية التي يقوم بها الانسان على مفاصله قبل البحث في تحديد المدلولات الكينماتيكية والكيناتيكية في التحليل الحركي (شلش ١٩٨٨) .وسنقوم هنا بالتعرف على الحركات واشكالها.

أشكال الحركة من ناحية مسارها الهندسي:

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

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 او زاوية أو خطوط دائرية ذات أنصاف أقطار مختلفة.

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

www.hollanduniversity.org

أشكال الحركات من ناحية مساراها الزماني:

١ – **حركات منتظمة** :وهي التي يقطع فيها الجسم نفس الوحدات المكانية في نفس الوحدات الزمانية.

٢ – **حركات غير منتظمة** :وفيها يقطع الجسم مسافات غير متساوية في نفس الوحدات الزمنية المتساوية.وتقسم الحركات الغير المنتظمة 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 الاساسية لمفاصل جسم الانسان:

أن كل جزء من أجزاء الجسم يسمح بحركات خاصة تتفق مع شكل وطبيعة المفصل الذي تتم فيه الحركة. وعموماً يمكن تحديد الحركات الاساسيةالتي يقوم بها جسم الانسان ومفاصله على النحو التالي:

١ – الثني: تقريب العظمين المتمفصلين الى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما.

٢ – المد: أبعاد العظمين المتمفصلين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما.

٣ – التقريب :تقريب أداء الجسم باتجاه محوره الشاقولي.

٤ – الأبعاد: تبعيد أجزاء الجسم بالاتجاه البعيد 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 الارض.

www.hollanduniversity.org

٩ – البطح: تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الارض.

١٠ – الدوران :الحركة الدورانية لاجزاء الجسم على أنه تشمل هذه الحركةمجموعة حركات كالثني والتبعيد والمد والتقريب والرفع والخفض.

المحاور والمستويات Axes and Planes

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

١ – المحور الطولي أو الرأسي: Longitudinal axis

وهو المحور الذي يعامد عند سقوطه مع الارض حيث يخترق هذا المحور جسم الانسان من قمة الرأس الى اسفل القدمين على الارض والحركة المحورية والدورانية للجسم حول نفسه تقع على هذا المحور شكل(١).

٢ – المحور العرضي أو (الأفقي) Transverse axis

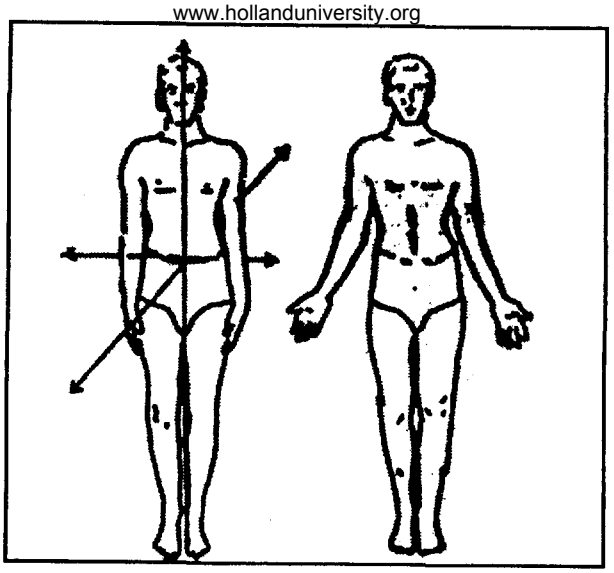
وهو المحور الذي يمر على الجسم بشكل أفقي من جانب الى جانب. والدحرجة الأمامية تعتبر حركة من الحركات التي تتم حول هذا المحور.

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:

www.hollanduniversity.org



شكل(١)

١-وضع الوقوف الاعتيادي وتبين عليه المحاور الثلاثة .

٢-وضع الوقوف التشريحي.

١ – المستوى الامامي ومحوره الأمامي Frontal plane

وهو المستوى العمودي الذي يمر خلال الجسم من الجانب ويقسم الجسم الى نصفين متساويين نصف أمامي ونصف خلفي.أن 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 أيمن وأيسر (شكل-٢/أ) .أن 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/جـ).أن حركات دوران الجذع مثال على الحركات التي تؤدى على هذا المستوى.

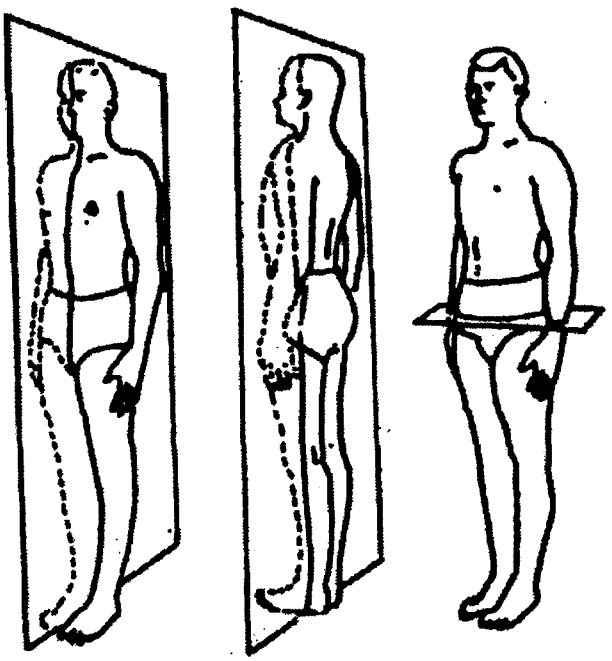
www.hollanduniversity.org

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 وبزوايا متعددةويطلق عليها بالمفاصل الزليلية،وفيها تسمح بالحركة وتسمى بالمفاصل الليفية. وسنتناول هنا المفاصل الزليلية وانواعها للتعرف على درجة حركتها وأشكالها.

المفاصل الزليلية :

أن الاتصال الخاص للعظام المتمفصلة في المفاصل الزليلية يعطيها القدرة على التحرك بعدة اتجاهات وانجاز الحركات الدائرية على عدة محاور والمفاصل الزليلية مختلفة الاشكال والحركات وسنقوم هنا بتناول أشكالها المختلفة وهي كالآتي:



شكل (٢)

جـ) مستوى عرضي ب) مستوى خلفي ا) مستوى أمامي

www.hollanduniversity.org

- مفصل الكرة والحق Ball and socket Joint

هذا النوع من المفاصل يسمح بالحركة الحرة لعدة أتجاهات مثل الثني والمد والتقريب والأبعاد والتدوير للداخل والخارج والدوران.أن أحسن مثال لهذا النوع من المفاصل مفصل الكتف ومفصل الورك (شكل ٣/b+c).

- المفاصل الرزية Hinge Jint

أن حركة هذا النوع من المفاصل تشبه حركة رزة الباب. وتتم حركتها حول المحور العرضي وعلى المستوى الجانبي. ومن أمثلة هذا النوع من المفاصل مفصل المرفق ومفل الركبة. وتسمح حركتها بالثني والمد فقط (شكل ٣-h).

- المفاصل المحورية (الارتكازية) Pivot Joint

هذا النوع من المفاصل يسمح بحركة دوران أحدى العظام المتمفصلة حول محوره الطولي بينما يكون مرتكزاً في نفس الوقت على رأس العظم الآخر. مثال ذلك حركة المفصل الكعبري الزندي عند أداء وضع الكب والانطراح للساعد حيث يدور رأس عظم الكعبري وكذلك تحدث في المستوى الأفقي وحول المحور الطولي ومثال لذلك مفصل الجمجمة مع الفقرة العنقية الأولى (شكل ٣-F).

- المفاصل السرجية Saddle Joint

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

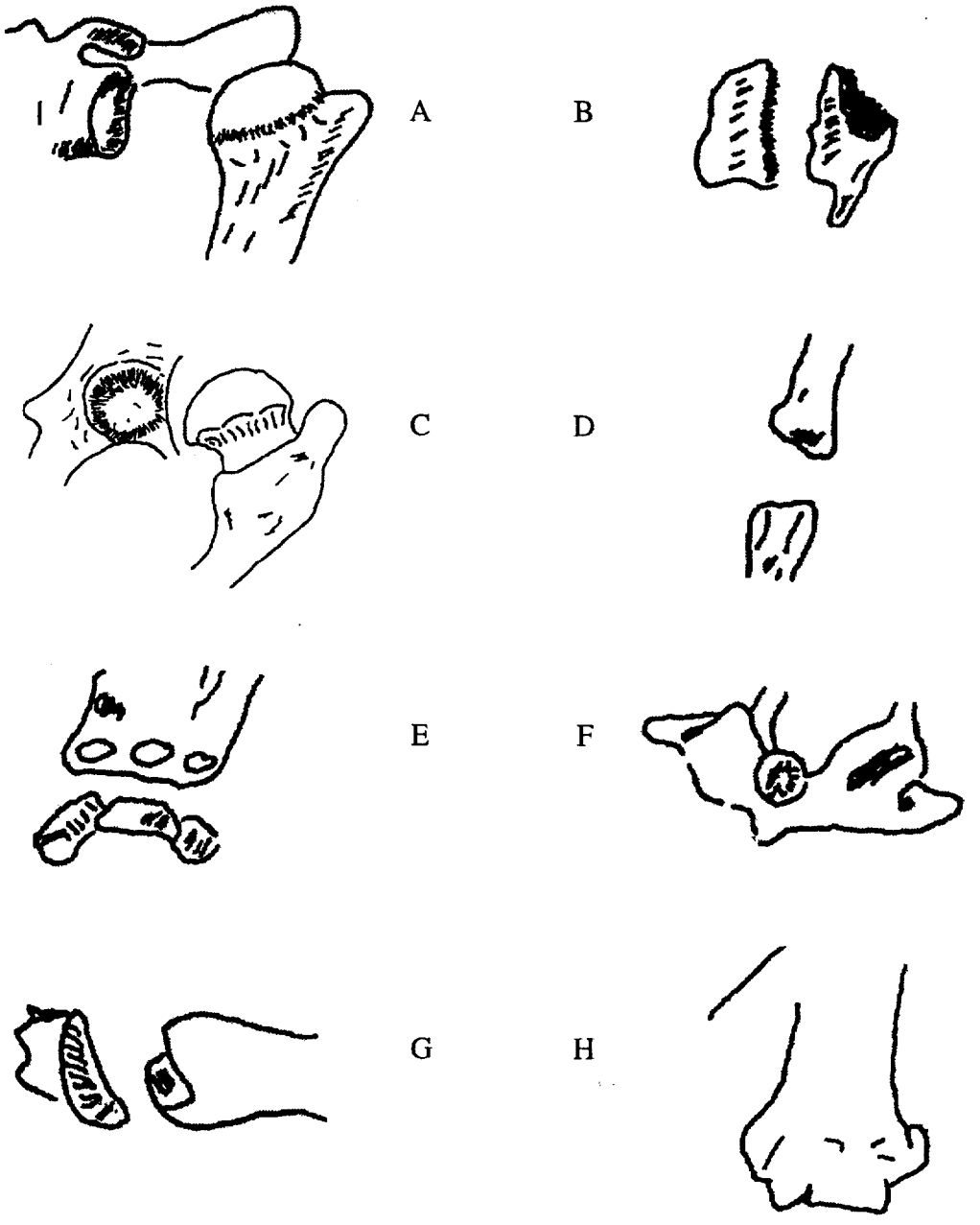
-المفاصل المسطحة الانزلاقية Gliding Joint

تحدث الحركة في هذه المفاصل على شكل حركة أنزلاقية بين العظمتي المتمفصلين مثال عظام رسغ اليد ومشط القدم والفقرات في العمود الفقري (شكل ٣-a).

- المفاصل اللقمية Gondyloid joint

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

www.hollanduniversity.org



شكل (٣)

الأشكال المختلفة للمفاصل الزليلية.

www.hollanduniversity.org

نسبية الحركة والنظام الاحداثي:

أن الحركة كما يقول جمسي هاي (١٩٧٧)تعني عمليات التغيير المكاني أو الوصفي بالقارئة مع بعض النقاط أو العلامات الدالة. ويصح القول أيضاً بان الحركة هي التغيير في المكان أو الوضع على أساس الزمن بالمقارنة مع بعض النقاط أو العلامات الدالة. فراكب الطائرة على سبيل المثال يشعر وكأن الطائرة واقفة لا تتحرك خلال الليل وفي الارتفاعات الشاهقة أما عندما ينظر من النافذة ويقارن وضعه الحركي من داخل الطائرة مع البنايات الموجودة خارج الطائرة فإنه يشعر بحركة الطائرة. أن السبب في ذلك هو المقارنة بين النظام الثابت (البنايات على الارض) مع حركةالطائرة. أن هذا النظام يطلق عليه النظام الاحداثي للحركة وعن طريق هذا النظام يمكن تحديد نقطة المقارنة مع تحديد أتجاه الحركة للجسم المتحرك. وهذا النظام الاحداثي يمكن الاستفادة منه في المجال الرياضي.

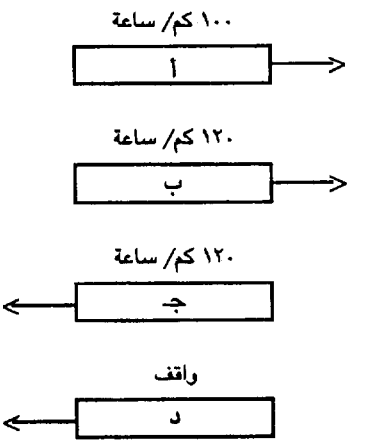
فالعداء على سبيل المثال لا يمكن مقارنة سرعته عندما يركض لوحده، إلا أنه يمكن مقارنة سرعته عندما يتسابق مع آخرين حيث يتمكن من قياس سرعة حركته مع سرعة حركة الآخرين أن الاجسام المتحركة يختلف أحساسها بالحركة طبقاً للاتجاه ووضعية الجسم الثابت وعندما نلاحظ على سبيل المثال من نافذة سيارتنا التي تسير بسرعة ١٠٠ كم/ساعة حركةسيارة بجانبنا تسير بسرعة ١٢٠كم/ساعة فأننا يمكن أن نقول أن سرعةالسيارة التي بجانبنا هي ٢٠ كم/ساعة بالمقارنةمع سرعة سيارتنا.

أماعندما تكون السيارتان في أتجاه معاكس لبعضهما ويسيران بنفس السرعة أعلاه فأننا يصح أن نقول سرعة حركة السيارة هي ٢٢٠ كم/ساعة .أما عندما نشاهد السيارة وهي تسير في سرعة مقدارها ١٠٠ كم/ساعةونحن واقفون على الارض فأن السرعة تكون على طبيعتها (شكل-A٤).

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 ١٠٠م يعتبر النقطة الثابتة على سبيل المثال.

www.hollanduniversity.org

وفي الختام فأن حركة الرياضي تتطلب معرفة المحاور الثلاثة وهي المحور العمودي الذي يكون في أتجاه عمودي مركز على الجاذبية الارضية أما المحوران الآخران فهما المحور الافقي الأمامي الذي يكون في الاتجاه الموازي لسطح الأرض وفي أتجاه الحركة والمحور الثالث والاخير هو المحور الأفقي الجانبي الذي يكون موازياً لسطح الارض ومتعامداً مع المحورين الأفقي الأمامي والعمودي (شكل -B٤) أن هذه المحاور الثلاثة في نقطة واحدة هي نقطة الصفر.



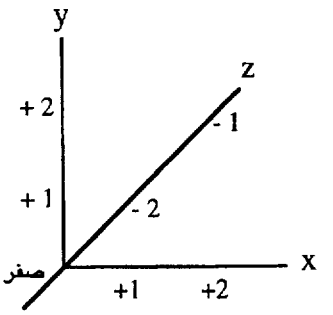
أ يرى ب يسير بسرعة ٢٠ كم/ ساعة

أ يرى جـ يسير بسرعة ٢٢٠ كم / ساعة.

ب يرى جـ يسير بسرعة ٢٤٠ كم / ساعة

د يرى أ ، ب ، جـ بسرعتهم الاعتيادية

(A)



(B)

شكل(٤)

(A) نسبية الحركة (B) النظام الاحداثي للحركة

www.hollanduniversity.org

الفصل الثالث

قواعد التحليل الحركي

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

١ – تحديد أسم المهارة أو التمرين البدني بشكل دقيق وواضح.

٢ – تحديد هدف التحليل الحركي للمهارة أو التمرين البدني بحيث يكون مطابقاً مع واجبات التحليل.

٣ – أختيار الطريقة العلمية التي تتناسب مع التحليل الحركي المطلوب للمهارة أو التمرين البدني.

٤ – تحديد الوسائل والاجهزة التي يمكن من خلال الحصول على المعلومات الخاصة بالتحليل الحركي.

٥ – تعيين الخصائص والقوانين الخاصة بالمهارة أو التمرين المطلوب تحليله.

٦ – تحليل العلاقةبين الخصائص والمتغيرات من وجهة نظر القوانين الميكانيكية والتشريحية والفسلجية والفيزيائية.

معنى التحليل الميكانيكي الحيوي للمهارات الحركيةواهميته:

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 وميكانيكاً. كلمة أغريقية يكون معناها عندما نعرفها (الميكانيكا الحيوية) وعندما نستخدم كلمة اغريقية يكون معناها عندما نعرفها (البايوميكانيك) أو (الميكانيكاالحيوية) 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 تجزئةالحركة المراد

www.hollanduniversity.org

تحليلها إلى أقسامها المتداخلة وتقرير طبيعة كل جزء من الحركة بغرض تطبيق الاسس والقوانين الميكانيكية والتشريحية الملائمة للتكنيك المثالي للحركة، والتحليل الميكانيكي الحياتي يعطي الاجوبة الدقيقة للاسئلة التالية:

١ – ما هي المفاصل والعظام المشاركة في الواجب الحركي عند أداء الحركة.

٢ – ماهي الحركات التي تقوم بها تلك المفاصل خلال أداء الحركة.

٣ – هل هنالك أيةمفاصل مستخدمةفي حدود المدى الحركي للمفصل.

٤ – ماهي العضلات المشاركة والمستجيبة لحركات المفاصل الفاعلة في الاداء الحركي.

٥ – ماهي طبيعة الانقباضات التي تقوم بها العضلات المشاركة في الاداء الحركي.

٦ – هل هناك أية 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 الاصابة.

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

كما وانها تمد المدرب والمدرس بالمعرفة التي تمكنه من ملاحظة أداء لاعبيه بعيون قريبة في فعلها من الاشعة المستخدمة في المجالات الطبية لغرض قياس ومشاهدة الصعوبات التي ترافق أداء المهارة. وان التحليل أيضاً عامل مساعد لمدرس والمدرب الرياضي في زيادة إدراكه ومعرفته للاصابات المحتملة الوقوع وكيفية تجنبها. والمدربين الذين يتمكنون 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 أمكانات الرياضيين الذين يعملون معهم في مختلف المهارات الحركية. لقد وضع كثير من الانظمة في تقسيم المهارات

www.hollanduniversity.org
الحركية وكل نظام يستند على وجهة نظر محددة في التقسيم ألا أننا سنقوم هنا بالاعتماد على النظام المعتمد في تقسيم المهارات الحركية لـ «وليز-لوتجينز». حيث يعتمد هذا النظام على تقسيم المهارات الحركية وفقاً للتالي:

١ - المهارات المعتمدة على انتصاب القامة.

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

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

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

* الارتكاز بالتعلق مثل فعاليات التعلق للجمناستك على الاجهزة.

* المقذوفات والطيران أو السقوط في الهواء وعلى الأرض مثل فعاليات الترامبولين والحركات البهلوانية في الهواء أو طيران الجسم أو أية أداة أو جسم مقذوف في الهواء.. الخ.

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

- الى اجسام خارجية كالرمي باليد أو الاجهزة والدفع والسحب والرفع والكبس والضرب والرفس.

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

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

- من جسم خارجي كالمسك والاستلام والنقر والقطع.

الخطوات التخطيطية في التحليل الحركي:

عندما نعرف ان الحركة تقع في أحدى التقسيمات التي ذكرناها في أعلاه وعرفنا غرض الحركة الاساسي نستطيع الآن تحليل الحركة ميكانيكياً وتشريحياً.

www.hollanduniversity.org

أن العمل في التحليل الحركي تطبيقياً يعتمد بالاساس على وضع التخطيط المسبق 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 نحدد اسم المهارة الحركية المراد تحليلها والى أي صنف ترجع للاصناف المعتمدة في تقسيم المهارات الحركية أعلاه. فاذا كانت المهارة على سبيل المثال النطح بكرة القدم او التهديف السلمي بكرة السلة او الكبس بالطائرة او قفزة فسبوري او الوثب الطويل فأن 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. فاذا كانت المهارة المراد دراستها وتحليلها شكل من أشكال الرمي أو الكبس فيجب تحديد الحركة على سبيل المثال.أي يجب وضع السؤال التالي، ما هو الهدف الاساسي للحركة؟ هل أن غرض الحركة هو سباق المسافات القصيرة أو المتوسطة أو الطويلة».

٣ - تحديد طريقة البحث واجهزة القياس التي سيتم استخدامها في تحليل المهارة .فاذا كان البحث مسحياً أو تجريبياً فيجب تحديد نوعيته أولاً وبعد ذلك نقوم باختيار الجهاز الذي يمكن أستخدامه فاذا كان الغرض من البحث هو قياس مدى حركة المفصل فيمكن استخدام الاجهزة المذكورة في الفصل الثاني والجونيوميتر أحد الاجهزة المستخدمة في هذا المجال على سبيل المثال. واذا 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 - أستخدام الوسائل الاحصائية والقوانين الجبرية لتحديد مدى العلاقة الموجودة بين الاداء الفعلي والاداء المثالي المطلوب للمهارة.

٦ - أستنتاج النتائج التي تم التوصل اليها من خلال الخطوات السابق ذكرها مع وضع التوصيات المناسبة التي تعتمد عليها نتائج البحث.

www.hollanduniversity.org

التحليل التشريحي:

من كل ما تقدم نستطيع أن نقول أن التحليل الميكانيكي الحيوي هو تحليل تشريحي ميكانيكي للمهارة المراد دراستها .والتحليل التشريحي يعتمد على أساسين الأول هوتحليل الفعل الحركي للمفاصل والزوايا التي تتكون نتيجة لحركة العظام وتمفصلها مع بعضها. ويمكن أستخدام 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 الاخرى باجهزة متعددة سنقوم بذكرها في الباب الثاني من متن هذا الكتاب .الفعل العضلي أو القوة العضلية عند التحليل الميكانيكي الحيوي يستوجب تحديده في الحركة المراد دراستها لكل حركة يقوم بها المفصل المشارك في الاداء الحركي. أي يجب تحديد العضلة أو المجموعة العضلية التي تسبب الحركة ونوعية انقباضاتها في الحركة هل هي انقباضات ثابتة أو أيزوتونية أو أيزوميترية .وسنعرض هنا نموذج للتحليل الميكانيكي الحيوي من وجهة نظر التحليل التشريحي في الجدول رقم(١).

التحليل الميكانيكي:

التحليل الميكانيكي يعني استخدام القوانين والاسس التي تساعد على توضيح الشكل الرياضي الافضل للأداء الحركي للمهارات وكذلك توضيح الأسباب الميكانيكية للنجاح والفشل في أداء الحركة. فالمحلل الحركي بعد أن يكون قد حدد نوع الحركة وصنفها يقوم بعد ذلك بتقرير فيما إذا كان أداءالمهارة الحركية التي يؤديها الرياضي متطابقة أم لامع الأداء المثالي الجيد ووفقاً للقوانين والأسس الميكانيكية .وكل جانب من جوانب الحركة المؤداة يجب أن توضع طبقاً لقوانين والاسس المناسبة من نواحي الثبات والتوازن والحركة والقوة والشغل والقدرة والطاقة.وعندما تتم هذه العملية فأن فهم المهارة وأنجازها بشكل صحيح يكون وارد.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 ايجاد العلاقات المترابطة في الاداء الحركي من خلال تحليل الصور المتعددة للفيلم السينمائي. كما ويمكن ربط أجهزة التصوير السينمائي بالاجهزة التي تقيس الزوايا والقوى مثل الفلكسوميتر أو التنسيوميتر أو الكونس...الخ. أن أفضل أستخدام للاجهزة التي تعطي تحليلاً حركياً دقيقاً للحركة والمستخدمة في التحليل الحركي هوجهاز الكومبيوتر السريع وجهاز الكومبيوتر البياني الجبري..الخ.

إسم المفصل	وضع البداية	عمل المفصل المشاهد	القوى المسببة للحركة	الجاميع العضلية المشاركة	نوع الانقباضات العضلية	شدة الانقباضات العض
مشط القدم	مد	انثناء/ انبساط كبير	العضلة	الثنائية والباسطة	مركزي	قوي
القدم	انثناء ظهري	انثناء أخمص	العضلة	الثنائية الاخمصية	مركزي	قوي
المركبة	انثناء	مد	العضلة	الباسطة	مركزي	قوي
الورك	انثناء	مد	العضلات	الباسطة	مركزي	قوي
الحوض	ميلان منخفض	ميلان زائد	العضلات	الثنائية للعمود الفقري	مركزي	وسط
الفقرات القطنية	انثناء	مد	العضلات	الثنائية للعمود الفقري	مركزي	وسط
الفقرات الصدرية	انثناء قليل	مد	العضلات	الثنائية للعمود الفقري	مركزي	وسط
الفقرات العنقية	مد كبير	انثناء	الجاذبية الأرضية	الثنائية للعمود الفقري	لا مركزي	معتدل
حزام الكتف	ميلان للأعلى	دوران للأعلى مع رفع	العضلات	المدورة للأعلى	مركزي	وسط
المرفق	مد	—	—	الباسطة	ثابت	معتدل
الكعبري الزندي	كب	—	—	—	—	—
الرسغ	مد	—	—	الباسطة	ثابت	معتدل
السلاميات	مد	—	—	الباسطة	ثابت	معتدل

* اسم المهارة : الوثب العريض
* القسم او المرحلة المراد تحليلها : القوة

جدول رقم (١)

استمارة التحليل التشريحي للمهارة الحركية

www.hollanduniversity.org

www.hollandduniversity.org

الفصل الرابع
التحليل الميكانيكي للمهارات الحركية

يقصد بالتحليل هناتناول الظاهرة الحركية المراد دراستها بعد تجزئتها الى عناصرها الأولية الاساسية المؤلفة لها والتحليل قد يكون تحليلاً تشريحياً أو فسيولوجياً أو كيميائياً أو نفسياً أو تربوياً أو ميكانيكياً.

أن تجزئة الظاهرة الحركية قيد الدراسة ليست هدفاً في حد ذاته وانما هي وسيلة لامكان التوصل للادراك الشمولي لظاهرة ككل.

وينبغي قبل البدء في التحليل البايوميكانيكي تحديد الهدف من التحليل والاتجاه العام والفرض الاساسي فاذا كان الواجب الرئيسي للبحث على سبيل المثال هو وصف شكل الحركة فقط وجب أن يشمل التحليل على الطرق التي تتيح أمكانية تعيين 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 أجزائه ومدى توفر الاجهزة والمعدات اللازمة الخ..ومع ذلك فأن هنالك قواعد تخطيطية لا بد وان نعتمدها لكي تكون نموذجاً تخطيطياً مثالياً للعمل التحليلي للحركة.

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

www.hollanduniversity.org

الباب الثاني

الفصل الاول: التحليل الكينماتيكي الحيوي للحركة الخطية والزاوية

* تعيين المسار الحركي
* تعيين المسار الزمني
* تعيين مسار السرعةاللحظية
* تعيين مسار التعجيل اللحظي
* تعيين زاويةانطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال
* تعيين مسار السرعة الزاوية
* تعيين مسار التعجيل الزاوي
* حساب زمن الاجسام المقذوفة

الفصل الثاني: التحليل الكيناتيكي الحيوي للحركات الخطيةوالزاوية

* 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.

www.hollanduniversity.org

اولاً – ايجاد موضع مركز ثقل الجسم واجزاؤه:

ان ايجاد موضع مركز ثقل الجسم للتعرف 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 الاجسام الصلبة لذلك برزت 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 متن 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 اللاعب.

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 أجزاء الجسم.

٥ – نرسم الاحداثيين السيني والصادي.

٦ – نقيس المسافة الافقية بين مركز ثقل كل جزء والمحور السيني .

٧ – نضرب الوزن الحقيقي لكل جزء في بعده الأفقي.

٨ – نقيس 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 الافقي.

١١ – تقسيم القيمة المستخرجة في الفقرة التاسعة على الوزن الكلي لاستخراج محصلة وزن الاجزاء العمودي.

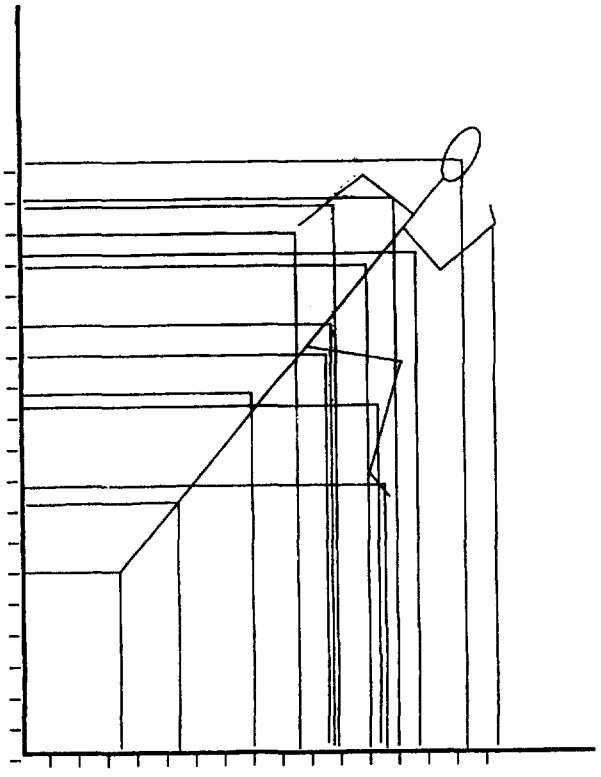
www.hollanduniversity.org

١٢ – نقطة تلاقي الخطين الأفقي والعمودي تمثل نقطة مركز ثقل الجسم.

١٣ – تشمل البيانات والقيم المستخرجة في الفقرات اعلاه وتوضع في الجدول رقم(٢) لكل صورة من صور الفيلم السينمائي وحسب التسلسل.

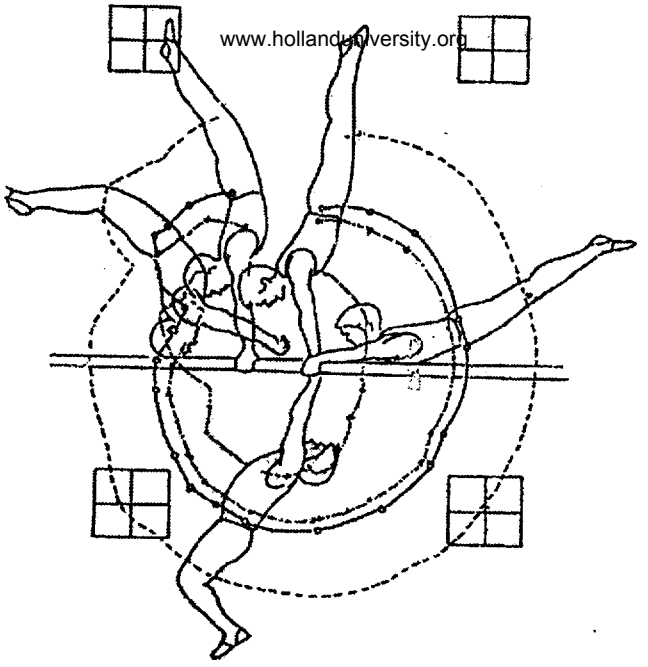
ثانياً – تحديد المسار الحركي لمركز ثقل كتلة الجسم وأجزاؤه:

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 المتوازي ستكون مثالاً تطبيقياً يوضح الخطوات التي سنتبعها في أدناه:



شكل (٥)
مركز ثقل كتلة أجزاء الجسم مع أبعادها الأفقية والعمودية

www.hollandauniversity.org



شكل (٦)

المسارات الحركية لمراكز ثقل كتل كل من أجزاء الجسم والجسم خلال أداء مهارة المرجحة على جهاز المتوازنين

١ – تحديد العلامات الأرشادية على الرسم التخطيطي النموذجي المنقول من الفيلم السينمائي لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقاط لدراسة المسار الحركي.

٢ – نحدد مراكز ثقل كتلة الجسم وكتل أجزائه على كل نموذج تخطيطي لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقاط للدراسة.

٣ – نحدد العلامات الأرشادية على ورقة شفافة ثم نضع الورقة الشفافة على كل نموذج تخطيطي لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقاط للدراسة والتي سبق وان حددت في أعلاه لمراكز ثقل الجسم وأجزائه بحيث ينطبق العلامات الأرشادية فوق بعضها تماماً ثم نحدد على الورقة الشفافة مكان كل من مراكز ثقل الجسم واجزائه بعلامات مميزة ومختلفة حسب اختلاف أجزاء الجسم ولتكن على سبيل المثال وكما هو مؤشر في الشكل (٦) علامة (×) لمراكز ثقل كتلة الرأس والعلامة (٠) لمركز ثقل كتلة الرجلين والعلامة (D) لمركز ثقل الجذع والعلامة (*) لمركز ثقل كتلة الجسم وبتحديد هذه العلامات تظهر لنا على الورقة الشفافة علامات أوضاع مراكز ثقل كتل أجزاء الجسم وكتلة الجسم ككل.

٤–توصل العلامات المتشابهة حيث ينتج لنا مسارات مراكز ثقل كتلة الجسم وكتل أجزائه.

أجزاء الجسم	الوزن النسبي للجزء	الوزن الحقيقي للجزء	البعد عن المفصل ٪	البعد الأفقي	الوزن الحقيقي × البعد الأفقي	البعد العمودي	البعد الـ
الرأس	٧						
الجذع	٤٣						
الكتف	٣ × ٢						
المرفق	٢ × ٢						
الكف	١ × ٢						
الفخذ	١٢ × ٢						
الركبة	٥ × ٢						
القدم	٢ × ٢						
المجموع	١٠٠ كغم						

النقطة الأفقية = المجموع / الوزن

النقطة = المجموع / الوزن

جدول (٢)

استمارة تحديد نقطة مركز ثقل الجسم

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

* تعيين المسار الزماني للأداء الحركي للمهارة:

المهارة نظام ديناميكي معقد ومتعدد التركيب للأفعال الحركية والتي ترتبط مع بعضها لتحقيق هدف الواجب الحركي للأداء.والزمن يعتبر عامل مهم في ربط مختلف التركيبات الحركية المستقلة في النظام الكلي للأداء المهاري. ومن خلال الفلم السينمائي المصور يمكن إعداد رسوم بيانية لطول أزمنة الفترات المكونة للحركة سواء كان العرض البياني على شكل الكروتجرام الخطي أو الدائري. ويتم تحديد الطول الزماني للفترة في الكروتوجرام الخطي من خلال رسم شريحة مستقيمة تتناسب في طولها مع عدد صور الفلم المقابلة لهذه الفترة من الحركة مع الدراسة شكل(٧) .بينما يتم تحديد الطول الزماني للفترة في الكروتوجرام الدائري بقياس طول القوس على محيط الدائرة الذي يتناسب مع عدد الصور المقابلة لهذه الفترة الزمانية من الحركة قيد الدراسة.

ويفضل استخدام الكروتوجرام الدائري في عرض التقسيم الزماني 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:

$$\text{نصف قطر} = \frac{\text{طول محيط الدائرة بالسنتيمترات}}{\text{٢ × النسبةالثابتة}} \quad (\text{والنسبة الثابتة هي مقدار ثابت وتعادل } (١٤ر٣))$$

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:

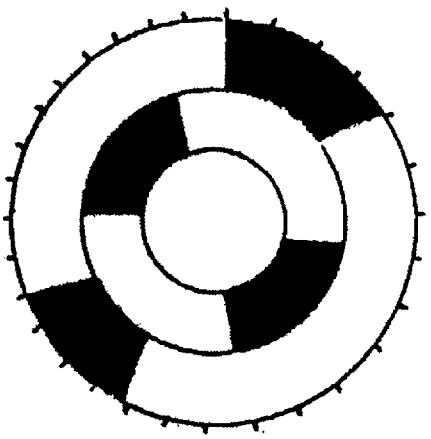
$$\text{نصف القطر} = \frac{\text{محيط الدائرة}}{\text{٢ × النسبة الثابتة}} = \frac{١٩}{٢ \times (١٤ر٣)} = ٣\text{سم}$$

www.hollanduniversity.org

ويمكن استخراج قيمة قطاع الدائرة بالدرجة من خلال العلاقة التالية:

$$\text{بما أن السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \quad \text{والزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{٣٦٠}{٢٤} \times \text{عدد الصور والكوادر للفيلم}$$

شكل (٧)
كونوجرام خطي لحركة فتحا على المهر



شكل (٨)
كونوجرام دائري للحركة المغلقة في الجري

www.hollanduniversity.org

* تعيين مسار السرعة اللحظية لمركز ثقل الجسم وأجزائه Velocity

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

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \longleftarrow \quad س = \frac{م}{ن} \longleftarrow \quad م = س \times ن$$

والسرعة كمية متجهة أي ينبغي معرفة اتجاهها إضافة لمقدارها لمعرفة قيمها.

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

الحل : $س = \frac{٦٠}{١٠} = ٦$ م/ ث

أما فيما يخص سرعة الجسم المتجهة فيعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{السرعة المتجهة} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{صفر}}{١٠} = \text{صفر}$$

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

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{السرعة الابتدائية} + \text{السرعة النهائية}}{٢} = \frac{س١ + س٢}{٢} = \frac{٦ + ٢}{٢} = ٨ \text{ م/ ث}$$

www.hollanduniversity.org

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

$$\text{أي أن } \quad \text{سَ} = \frac{\text{س}_2}{2}$$

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

$$\text{سَ} = \frac{\text{م}_2 - \text{م}_1}{\text{ن}_2 - \text{ن}_1}$$

مثال : قطع شخص المسافة من أ إلى بوكانت ٢٠م في٥ ث والمسافة من أ إلى جـ ٥٠ فقطعهما في زمن ١١ ثا أوجد معدل السرعة.

$$\text{سَ} = \frac{\text{م}_2 - \text{م}_1}{\text{ن}_2 - \text{ن}_1} = \frac{٢٠ - ٥٠}{٥ - ١١} = ٥ \text{ م/ ث}$$

السرعة اللحظية : في بعض الاحيان تتغير السرعة في فترة زمنية قصيرة فلتحديد سرعة الجسم في لحظةمعينة يجب معرفة مقدارها في أصغر مسافة مقطوعة أو في أصغر فترةزمنية وتسمى بالسرعة اللحظية أو الآنية.

$$\text{السرعة اللحظية} = \frac{\text{أصغر فرق في المسافة}}{\text{أصغر فرق في الزمن}} = \frac{\text{م}_2 - \text{م}_1}{\text{ن}_2 - \text{ن}_1}$$

(الانفجارية)في الحركة.

الحل : ن١ = ٥ث　　م١ = ٢٥م

ن٢ = ١.٠٥ث　　م٢ = ٢٥.٣٠م

$$\text{السرعة اللحظية} = \frac{\text{م٢ - م١}}{\text{ن٢ - ن١}} = \frac{٢٥,٣ - ٢٥}{٥,٠١ - ٥} = \frac{٠,٠٣}{٠,٠١} = ٣\text{م/ ث}$$

سرعة مركز ثقل الجسم ككل ومركز ثقل الأعضاء يتطلب معرفة سرعتها اللحظية. وحتى يمكن معرفة مسار السرعة اللحظية لمراكز ثقل الأجزاء أوالجسم ككل خلال المسار الحركي لأي مهارة(كالمرجحة على المتوازي) تتبع الخطوات التالية:

١ – تحديد زمن الصورة بمعلومية سرعة الكاميرا لاستخدام العلاقة التالية:

$$\text{زمن الصورة} = \frac{١}{\text{سرعة الكاميرا}}$$

٢ – تحديد ترتيب كل وضع من الأوضاع المختارة كنقاط للدراسة على الفلم وفق التغيرات المكانية لمراكز ثقل كتل كل جزء من أجزاء الجسم أوالجسم ككل.

٣ – تحديد فرق الصور بين الوضع والوضع الثاني ثم بين الوضع الثاني والوضع الثالث.

٤ – نضرب ترتيب الوضع على الفلم في زمن الصورة فنحصل على الزمن الكلي عند هذا الوضع وهكذا حتى آخر وضع ويعتبر الزمن عند آخر زمن أداء المهارة.

٥ – نضرب فرق الصور بين كل وضع وآخر في زمن الصورة فنحصل على فرق الزمن بين كل وضع وآخر.

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

٦ – نقيس المسافة بين الوضع الأول والثاني بمسطرة المنحنيات حيث نحصل على فرق الازاحة بين الوضعين الأول والثاني وبنفس الطريقة نحصل على الإزاحة بين الوضعين الثالث والرابع وهكذا حتى آخر وضع حيث نحصل على فرق الإزاحة بين كل وضعين متتاليين مع ملاحظة ضرب الإزاحة في مقياس الرسم للحصول على الإزاحة الحقيقية 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 (٣).

٩ – تمثل العلاقة بين السرعة اللحظية والزمن بمنحنى يمثل فيه المحور(×) الزمن والمحور (y)السرعة اللحظية كما في الشكل (٩).

١٠ – توضع الصور المتتابعة للمهارة فوق الشكل (٩) وفي مستوى ازمنتها.

* تعيين مسار التعجيل اللحظي لمركز ثقل الجسم وأجزاؤه Acceleration

يعني التعجيل معدل تغيير السرعة على الزمن، والتعجيل قد يكون موجب وقد يكون سالب،فعندما تتزايد السرعة يكون التعجيل موجب وعندما تتناقص يكون التعجيل سالب ويمكن أن يعبر عن التعجيل وفقاً للعلاقة التالية:

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

بالرموز :

$$ع - \frac{س٢ - س١}{ن}$$

الحل : ع = $\frac{١٠ - ٥}{٥}$ = ١ م/ث

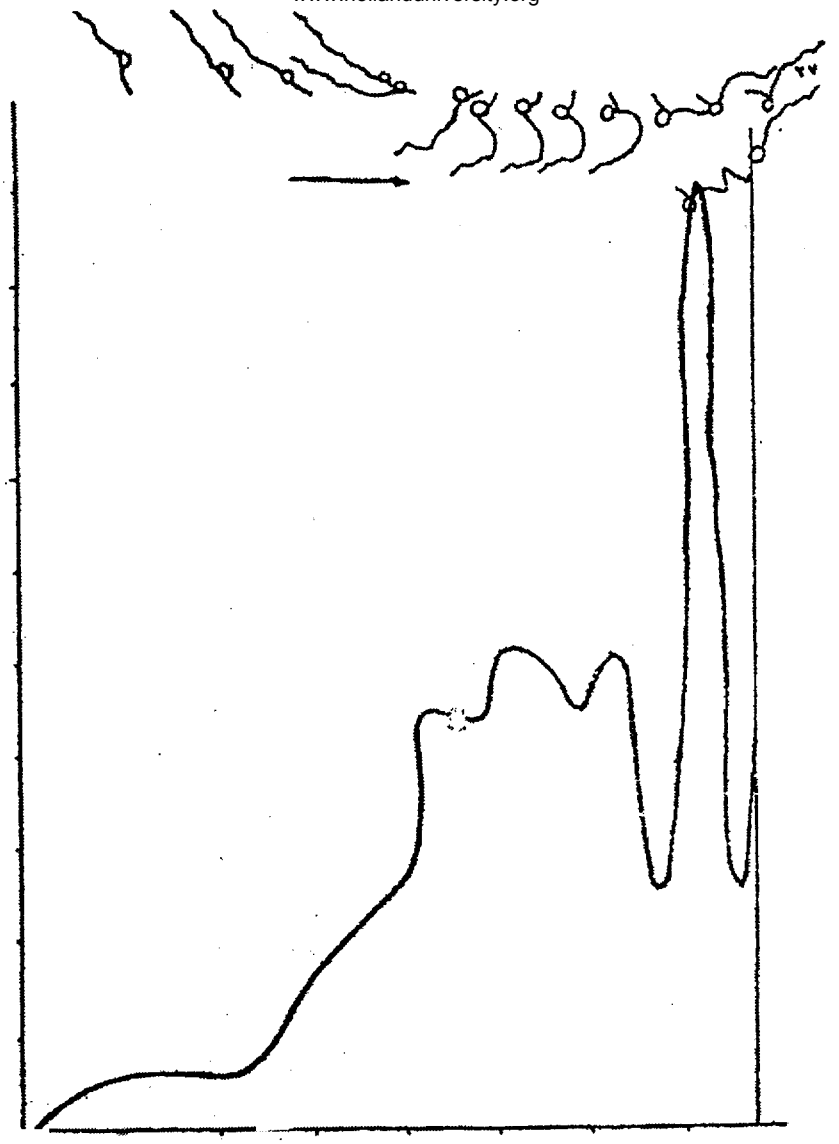
الرقم المتسلسل	ترتيب العضو	زمن الصورة (ث)	زمن العضو (ث)	فرق الصور	فرق الزمن (ث)	الازاحة (م)	فرق الازاحة (م)	السرعة اللحظية (م/ث)
١	٠	٠,٠٤٢	٠	٠	٠	١,٦٠	١,٦	٧,٦٠
٢	٥	٠,٠٤٢	٠,٢١	٥	٠,٢١٠	٣,٢٠	١,٦	٧,٦٠
٣	١٠	٠,٠٤٢	٠,٤٢	٥	٠,٢١	٦,٢٠	٣,٠	١٧,٩
٤	١٤	٠,٠٤٢	٠,٥٨٨	٤	٠,١٦٨	١٢,٠٠	٥,٨	٢٧,٦٠
٥	١٩	٠,٠٤٢	٠,٧٩٨	٥	٠,٢١٠	١٣,٩٠	١,٩	٤٥,٢٠
٦	٢٠	٠,٠٤٢	٠,٨٤٠	١	٠,٠٤٢	١٩,٥٠	٥,٦	٤٤,٤٠
٧	٢٣	٠,٠٤٢	٠,٩٦٦	٣	٠,١٢٦	٢١,٧٠	٢,٢	٥٢,٤٠
٨	٢٤	٠,٠٤٢	١,٠٠٨	١	٠,٠٤٢	٢٥,٩٠	٤,٢	٥٠,٠٠
٩	٢٦	٠,٠٤٢	١,٠٩٢	٢	٠,٠٨٤	٢٩,٧٠	٣,٨	٤٥,٢٠٠
١٠	٢٨	٠,٠٤٢	١,١٧٦	٢	٠,٠٨٤	٣٤,٠٠	٤,٣	٥١,٢٠
١١	٣٠	٠,٠٤٢	٠,٢٦٠	٢	٠,٠٨٤	٣٦,١٠	٢,١	٢٥,٠٠
١٢	٣٢	٠,٠٤٢	١,٣٤٤	٢	٠,٠٨٤	٣٨,٢٠	٢,١	٥٠,٠٠
١٣	٣٣	٠,٠٤٢	١,٣٨٠	١	٠,٠٤٢	٤٢,٥٠	٤,٣	١٠٢,٤٠
١٤	٣٤	٠,٠٤٢	١,٤٢٨	١	٠,٠٤٢	٤٤,٧٠	٢,٢	٢٦,٢٠
١٥	٣٦	٠,٠٤٢	١,٥١٢	٢	٠,٠٨٤	٤٦,٥٠	١,٨	٤٢,٩٠
١٦	٣٧	٠,٠٤٢	١,٥٥٤	١	٠,٠٤٢			

جدول (٣)

السرعة اللحظية لمركز ثقل كتلة الجسم بالنسبة للزمن خلال المرجحة لأسفل ولأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسارالحركي لمهارة المرجحة على جهاز المتوازيين

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org



شكل (٩)

منحنى السرعة اللحظية لمركز ثقل الجسم خلال مرحلة الاتصال أثناء أداء مهارة المرجحة على جهاز المتوازيين

www.hollanduniversity.org

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) ١٠م/ثا وفي النقطة (ب) بلغت ٥م/ثا وكان الزمن المستغرق في قطع المسافة ٥ ثا فما هو مقدار التعجيل للرياضي.

الحل : $ع = \frac{١٠ - ٥}{٥} = \frac{-٥}{٥} = -١ م / ث^{٢}$

وكما وضحنا 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 اللحظيةويمكن أن نعبر عنها من خلال المعادلة التالية عندما نريد تعيين منحنى التعجيل اللحظي لمراكز ثقل كل جزء من أجزاء الجسم والجسم ككل.

$$\text{التعجيل اللحظي} = \frac{س_{٢} - س_{١}}{ن_{٢} - ن_{١}}$$

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

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

www.hollanduniversity.org

* تعيين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال:

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

العوامل المؤثرة في حركة المقذوفات Projectile Motion

هنالك 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 ثابتاً دائماً ويساوي ٩٫٨م/ث٢ أو ٣٢ قدم /ث٢ للجسم إلى أن تبلغ قيمة السرعة صفراً عندما يصل إلى أعلى نقطة في حركته للأعلى. وبفعل الجاذبية الأرضية يتجه الجسم من نقطة السرعة صفر إلى الأسفل باتجاه الأرض وتزداد سرعته تدريجياً إلى أن تصل إلى أقصى سرعة عند وصولها الأرض. ولو حسبنا الزمن المستغرق لحركة الجسم للأعلى لوجدنا أن هذا الزمن يساوي الزمن المستغرق لحركة الجسم للأسفل أي أن زمن الصعود = زمن الهبوط

أو

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

www.hollanduniversity.org

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.

$$\text{زمن الطيران} = \frac{\text{سرعة الانطلاق} + \sqrt{(\text{سرعة الانطلاق})^{٢} + ٢ \times \text{التعجيل الأرضي} \times \text{الفرق بين مستوى الانطلاق والهبوط}}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

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 ٣٥م.ماهو الزمن الذي استغرق لبقاء الكرة في الهواء.

$$\text{المسافة العمودية} = \frac{\text{التعجيل الأرضي} \times (\text{الزمن})^{٢}}{٢}$$

$$\frac{٩,٨ \times \text{ن}^{٢}}{٢} = ٣٥$$

$$\text{ن}^{٢} = \frac{٢ \times ٣٥}{٩,٨} = ٢,٦٧ \text{ ث}$$

www.hollanduniversity.org

المسافة الأفقية :

عند ضرب كرة القدم للأمام فإنها تأخذ مساراً أفقياً مع سطح الأرض ويكون هذا المسار باتجاه مائل وبزاوية معينة مع سطح الأرض. فالكرة عند ضربها تكتسب سرعة أفقية نطلق عليها سرعة المحصلة. وهذه السرعة المحصلة يمكن تحليلها إلى مركبتين أحداهما عمودية والأخرى أفقية وتبلغ السرعة العمودية أقصى مقدار لها عند لحظة انطلاقها وتتضائل 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 التغيير. فإذا ما أهملنا مقاومة الهواء فلا يوجد أي مؤشر على معدل حركة الكرة أفقياً. ويمكن استخدام قيمة المسافة الأفقية وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{(\text{سرعة الانطلاق})^{٢} \times \text{جا ضعف الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

أو

$$م = \frac{س^{٢} \times \text{جا الزاوية} \times ٢}{جـ}$$

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

مثال : قذفت كرة طبية في سرعة مقدارها ١٠م/ث وكانت زاوية الميل للكرة مع الأرض لحظة الانطلاق تساوي ٤٠° احسب المسافة التي ستقطعها الكرة؟

$$م = \frac{(١٠)^{٢} \times \text{جا}٢ \times ٤٠^{\circ}}{٩,٨} = \frac{١٠٠ \times ٠,٦٤٢٨ \times ٢}{٩,٨} = ١٣,١١٨ \text{ م}$$

www.hollanduniversity.org

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

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

$$\text{ن} = \frac{٢ \times \text{س} \times \text{جا الزاوية}}{\text{جـ}}$$

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؟

$$٢ = \frac{٢ \text{ س} \times \text{جا } ٤٣^{\circ}}{٩,٨} = ١٤,٣٦ \text{ م/ ث سرعة القرص}$$

كما ويصح أن نقول أن انسب 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 يكون 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 اقل من (٩٠°) وذلك لأن المسافة الأفقية تساوي صفراً إذا كانت زاوية الانطلاق تساوي (٩٠°) وستكون الحركة عمودية للأعلى أو للأسفل. ويمكن حساب المسافة الأفقية من خلال المعادلة التالية:

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{سرعة الانطلاق} \times (\text{جيب الزاوية})^{٢}}{٢ \times \text{التعجيل الأرضي}} + (\text{ارتفاع الانطلاق} - \text{ارتفاع الهبوط})$$

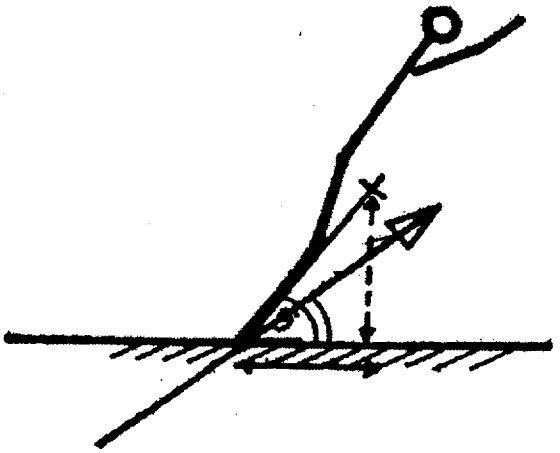
www.hollanduniversity.org

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

١ – الزاوية المثالية هي دائماً أقل من ٤٥ْ.

٢ – في حالة ثبات الفارق بين مستوى الانطلاق والهبوط فإنه كلما زادت سرعة الانطلاق كلما كانت زاوية الانطلاق المثلى اقرب الى ٤٥ْ.

٣ – في حالة ثبات سرعة الانطلاق كلما زاد الفارق بين مستوى الانطلاق والهبوط لكلما صغرت قيمة الزاوية المثلى للانطلاق في الحركة الرياضية نلاحظ وجود زاويتان احدهما 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 (هـ) وزاوية الميل(و) والخط الواصل بين مركز ثقل اللاعب. واطراف قدميه لحظة الانطلاق (ك) ثم مسافة الميل للامام وهي بعد مركز الثقل عن موقع القدمين أفقياً (د) في حركة الوثب.

www.hollanduniversity.org

خطوات تعيين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال:

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

١ – نرسم مسار حركي لمركز 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 بالزمز (y2) وعن المحور (x) ونرمز بالرمز (x2)كما في الشكل(١٢).

٣ – نؤشر 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:

$$\text{زاوية الانطلاق} = \frac{y1 - y2}{x1 - x2}$$

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

$$x2 = ٠ر٤٥$$

$$Y2 = ٠ر٥٣$$

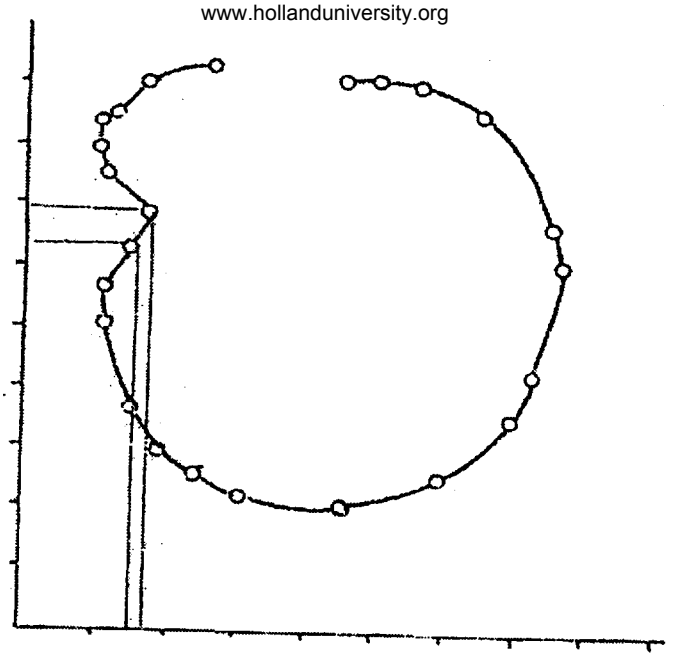
وان الصورة (٣٨) تمثل قبل لحظة كسر الاتصال

$$x1 = ٠ر٤٢$$

$$Y1 = ٠ر١٦$$

إذن $$\text{زواية الانطلاق} = \frac{٠,١٦ - ٠,٥٣}{٠,٤١ - ٠,٤٥} = ٨٣,٨٠$$

www.hollanduniversity.org



شكل (١٢)

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

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

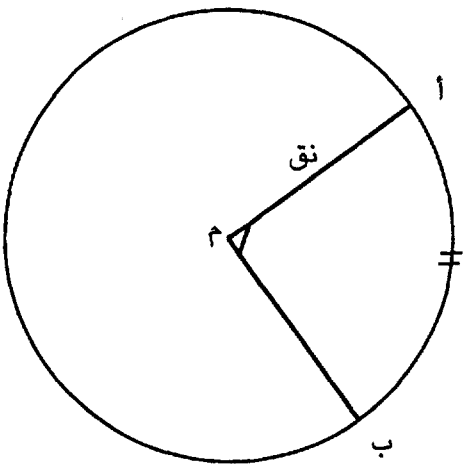
ان موضوع السرعة ككمية متجهة تعني العلاقة بين وحدات المسافة مقسومة على وحدات الزمن خلال الحركة الانتقالية. اما في الحركة الدائرية فإن موضوع السرعة الزاوية يختلف عن السرعة الخطية في المسار والعلاقات الرياضية.

المسافة والإزاحة الزاوية:

إن المسافة الزاوية في الحركة الدائرية يمكن قياسها بالدرجات التي يقطعها الجسم في حركته حول محورها. وقد يكون المحور الداخلي ضمن نظام الجسم كما هو الحال في حركة الدحرجة الامامية في الجمناستك على البساط. وقد يكون المحور الخارجي كما في الحالة حركة الجسم الدورانية حول العقلة. فالمسافة هنا يمكن حسابها من خلال الفرق بين الوضع الابتدائي والوضع النهائي فلو لاحظنا الشكل(١٣) الذي يمثل مسار حركة الرياضي حول العقلة فإذا ما

www.hollanduniversity.org

قطع الرياضي في حركته الدائرية حول العقلة دورة واحدة فإننا نستطيع أن نقول أن المسافة التي قطعها تبلغ (٣٦٠°) .أما إذا ترك كما في الشكل من النقطة (أ) الى (ب) وكان قد قطع (٣٢٠°) فأن هذه القيمة تعبر عن مقدار المسافة الزاوية التي قطعها اللاعب. أما قيمة الإزاحة فأنها تعادل (٤٠°) وذلك لأن هذه القيمة تعبر عن الفارق أومعدل الإزاحة بين وضعي الجسم في بداية ونهاية الحركة.



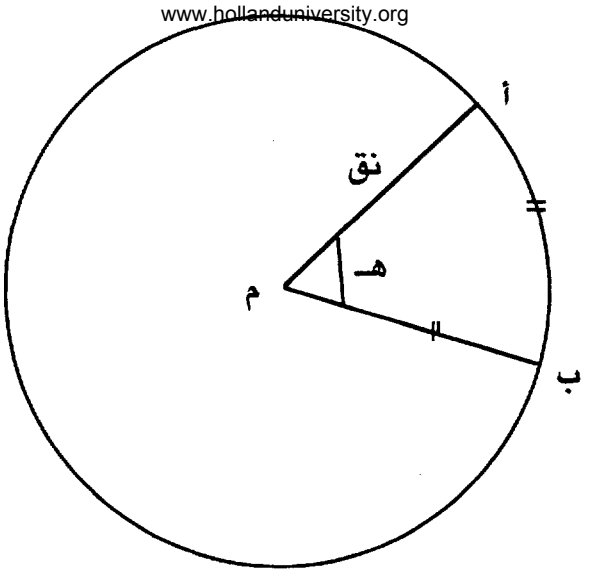
شكل (١٣)

الإزاحة مع المسافة الزاوية

ان السرعة الزاوي تعني معدل الانتقال الزاوي للجسم خلال زمن ما. ولمعرفة قيمة السرعة الزاويةلا بد ان نعرف الوحدات التي تقاس بموجبها.

فالجسم يقطع (٣٦٠°) إذا ما تحرك حول العقلة دورة واحدة.أما اذاا قطع الجسم خلال حركته الدائرية كما في الشكل(١٤) جزءاً من محيط الدائرة بحيث تساوي تلك المسافة طول نصف قطر الدائرة فأن الزاوية المقابلة لذلك الجزء تعرف بزاوية نصف قطرية.

www.hollanduniversity.org



شكل (١٤)

القطاع والزاوية نصف قطرية

ويطلق على المثلث أم ب بالقطاع،وقد وجد ان الدورة الكاملة الواحدة تساوي (٦ر٢٨) قطاعاً وعلى هذا الأساس فأن القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات ويساوي (٦ر٢٨/٣٦٠) = ٥٧ر٣٢٤ ويمكن تقريبه إلى ٥٧ر٢ 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:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

أو

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{السرعة المحيطة}}{\text{نصف القطر}}$$

www.hollanduniversity.org

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 الدائر عن محور الدوران خلال حركته الدائرية. فالسرعة المحيطية لمفصل الركبة أسرع من مفصل الورك ومفصل الورك أسرع من مفصل الكتف وهكذا عند حركة الدوران حول العقلة Hay 1978 والخفاجي ١٩٨٤ فالتناسب بين السرعة المحيطية ونصف القطر هو تناسب طردي. أي كلما طال نصف القطر كلما زادت السرعة المحيطية لهذا يوصى في التكنيك الرياضي على ضرورة أبعاد الذراع الدائرة حول محور الدروران في فعالية رمي القرص في اللحظات الأخيرة التي تسبق انطلاق القرص من ذراع الرامي.أن هذا الأبعاد يؤدي إلى زيادة في طول نصف القطر مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في السرعة المحيطية يكتسبها القرص في اللحظات الأخيرة كما وان رامي القرص ذا الذراع الطويل يكون افضل من الرامي ذي الذراع القصيرة. أما السرعة الزاويةونصف القطر فأنهما يتناسبان عكسياً أي كلما طال نصف القطر قلت السرعة الزاوية أو العكس . لهذا يوصى بالاستفادة من هذه العلاقة في التكنيك الرياضي على ضم الذراعين للاعب الباليه حول صدره خلال حركته الدائرية من أجل الحصول على سرعة زاوية كبيرة. أما عندما يريد التوقف فأنه يعمل على فتح ذراعيه من أجل أيقاف سرعته الزاوية (Dyson, 1986).

السرعة الزاوية لمركز ثقل الجسم وأجزائه:

ان السرعة الزاوية كما بينا سابقاً تعني النسبة بين الإزاحةالزاوية (الانتقال الزاوي) التي يقطعها نصف القطر والزمن المقابل لهذه الازاحة 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 اللحظية لهذا يمكن استنتاج قيمة السرعة الزاوية اللحظية وفقاً للمعادلة التالية:

www.hollanduniversity.org

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

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

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

ففي مهارة المرجحة على جهاز المتوازي والتي استخدمت كمثال لجميع العلاقات في المصطلحات الخاصة بالبايوميكانيك يجب تحديد السرعة الزاوية لمراكز ثقل كتلة الجسم ككل 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 كنقاط للدراسةوتحولها إلى التقدير الدائري باستخدام الجداول الرياضية أو نضربها في المقدار (ط/١٨٠) حيث ان قيمةط تعادل (١٤ر٣).

٢ – نحدد فرق الزمن ثم نطبق المعادلة التالية أدناه لحساب السرعة الزاوية اللحظية عن كل صورة من الصور المحددة كنقاط للدراسة ثم تجدول البيانات كما في الجدول (٥).

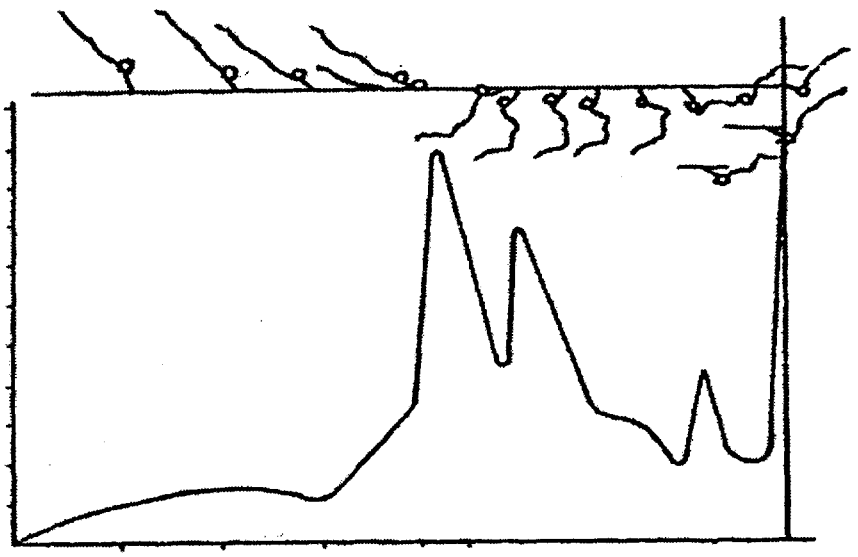
$$\text{السرعة الزاوية اللحظية} = \frac{\text{أصغر فرق في الازاحة}}{\text{أصغر فرق في الزمن}}$$

www.hollanduniversity.org

وبعد ذلك نقوم بالتعبير البياني للسرعة اللحظية لمركز ثقل الرأس كما في الشكل(١٥)وبنفس 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 بيانياً كما في الجدول (٦).

* تعيين مسار التعجيل الزاوي لمركز ثقل كتلة الجسم وأجزائه:

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



شكل(١٥)

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

www.hollanduniversity.org

وبناء على هذا فأن التعجيل قد يكون خلال الحركة الدورانية تعجيلاً محاسباً أوتعجيلاً قطرياً (عمودياً). والتعجيل العمودي (القطري) يحدث عندما يحاول رامي المطرقة تسليط قوةمعاكسة للقوة الحادثة بسبب الدوران للرامي والمطرقة التي يكون اتجاهها ذا بعدين خارجي (باتجاه البعيد لمحور دوران جسم الرياضي) ومماسي. ويعمل الرياضي على سحب المطرقة خلال دورانه بأتجاه 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 لمراكز ثقل كتل كل من			
م	ترتيب الصور	الرأس (بالدرجة)	الجذع (بالدرجة)	الجسم (بالدرجة)	الرجلين (بالدرجة)
١	٠	٠	٠	٠	٠
٢	٥	١٢	١٠	٨	٦
٣	١٠	٢٩	٢١	١٧	١١
٤	١٤	٣٩	٣٧,٥	٣٤	٢٢
٥	١٩	٨٤	٧٥	٦٨	٤٨
٦	٢٠	١٠٨	٨٧	٨٣	٧٢
٧	٢٣	١٤٠	١٢١	١١٤	٨٣
٨	٢٤	١٥٩	١٣٤	١٢٦	١١٧
٩	٢٦	١٨٣	١٥٧	١٤٨	١٣١
١٠	٢٨	١٩٨	١٧٩	١٧٠	١٥١
١١	٣٠	٢١٢	٢٠١	١٩٣	١٧٨
١٢	٣٢	٢٢١	٢١١	٢٠٤	٢٠٠
١٣	٣٣	٢٢٩	٢٢٠	٢١٥	٢١٧
١٤	٣٤	٢٣٩	٢٣٠	٢٢٧	٢٢٩
١٥	٣٦	٢٤٩	٢٥٥	٢٥١	٢٤٣
١٦	٣٧	٢٧٣	٢٦٨	٢٦٣	٢٦٨

جدول (٥)

الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل كتلة كل من الرأس والجذع، الجسم، والرجلين خلال المرجحة لأعلى ولاسفل حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لمهارة المرجحة على جهاز المتوازيين.

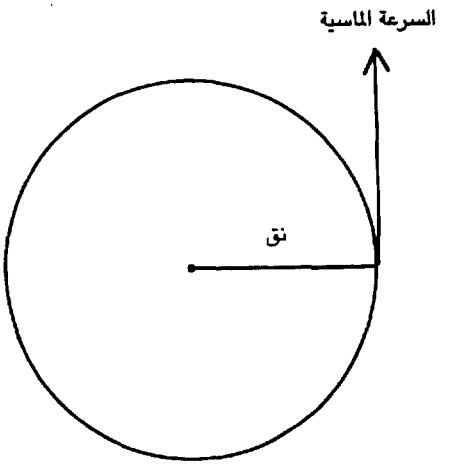
م	الصور	(ثانية)	(ثانية)	(درجة)	(بالدرجة)	بالتقدير الدائري	(١ / ث)
١	٠	٠	٠	٠	٠	٠,٢٠٩٠٠	
٢	٥	٠,٢١	٠,٢١	١٢	١٢	٠,٢٩٧	٠,٩٩٧٠
٣	١٠	٠,٤٢	٠,٢١	٢٩	١٧	٠,١٧٤٤٠	١,٤١٢
٤	١٤	٠,٥٨٨	٠,١٦٨	٣٩	١٠	٠,٧٨٥١٠	١,٠٣٨٠
٥	١٩	٠,٧٩٨	٠,٢١	٨٤	٤٥	٠,٤١٨٧٠	٣,٧٤٠
٦	٢٠	٠,٨٤	٠,٠٤٢	١٠٨	٢٤	٠,٥٥٨٦٠	٩,٩٧٠
٧	٢٣	٠,٩٦٦	٠,١٢٦	١٤٠	٣٢	٠,٣٣١٦٠	٤,٤٣٠
٨	٢٤	١,٠٠٨	٤,٠٤٢	١٥٩	١٩	٠,٤١٨٩٠	٧,٩٠٠
٩	٢٦	١,٠٩٢	٠,٠٨٤	١٨٣	٢٤	٠,٢٦١٨٠	٥,٣٤٠
١٠	٢٨	١,١٧٦	٠,٠٨٤	١٩٨	١٥	٠,٢٤٤٤٠	٣,١٢٠
١١	٣٠	١,٣٦٠	٠,٠٨٤	٢١٢	١٤	٠,١٥٧١	٢٩١٠
١٢	٣٢	١,٣٤٤	٠,٠٨٤	٢٢١	٩	٠,١٣٩٦٠	١,٨٧٠
١٣	٣٣	١,٣٨٦	٠,٠٤٢	٢٢٩	٨	٠,١٧٥٠	٣,٣٢٠٠
١٤	٣٤	١,٤٣٨	٠,٠٨٤	٢٣٩	١٠	٠,١٧٥٠	٢,٠٧٨٠
١٥	٣٦	١,٥١٢	٠,٨٤	٢٤٩	١٠	٠,٥١٩٠	٢,٠٧٨٠
١٦	٣٧	١,٥٥٤	٠,٤٢	٢٧٣	٢٤		٩,٩٧٠

www.hollanduniversity.org

جدول (٦)

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

www.hollanduniversity.org



شكل (١٦)

التعجيل المماسي والعمودي

(الهاشمي ١٩٨٨)

أما التعجيل المماسي فيمكن حسابه من خلال العلاقة التالية:

حساب التعجيل العمودي (القطري) عن طريق المعادلة الجبرية التالية:

$$\text{التعجيل العمودي (القطري)} = \frac{(\text{سرعة الأداة على مماس محيط الدائرة})^2}{\text{نصف القطر}}$$

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

www.hollanduniversity.org

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

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

مثال٢ : كانت السرعة الزاوية لمركز ثقل كتلة الجذع للاعب الجمباز خلال أدائه للمرجحة للاسفل على العقلة ٩٧ر٩ درجة /ثا وعند وصوله تحت العارضة بعد فترة زمنية مقدارها ٠٨٤ر٠ ثا بلغت سرعته ٩١ر٢درجة /ثا .ماهو مقدار التعجيل المماسي للرياضي؟

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

من المعلوم ان السرعة الزاوية والتعجيل الزاوي مقادير متجهة يمكن تعين مقدارها واتجاهها من خلال استخدام نظام المحاور القطبية في التحليل الحركي.وعند المحاولة لايجاد قيمة السرعة الزاوية اللحظية والتعجيل الزاوي اللحظي يمكن استخدام المعادلتين التاليتين:

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

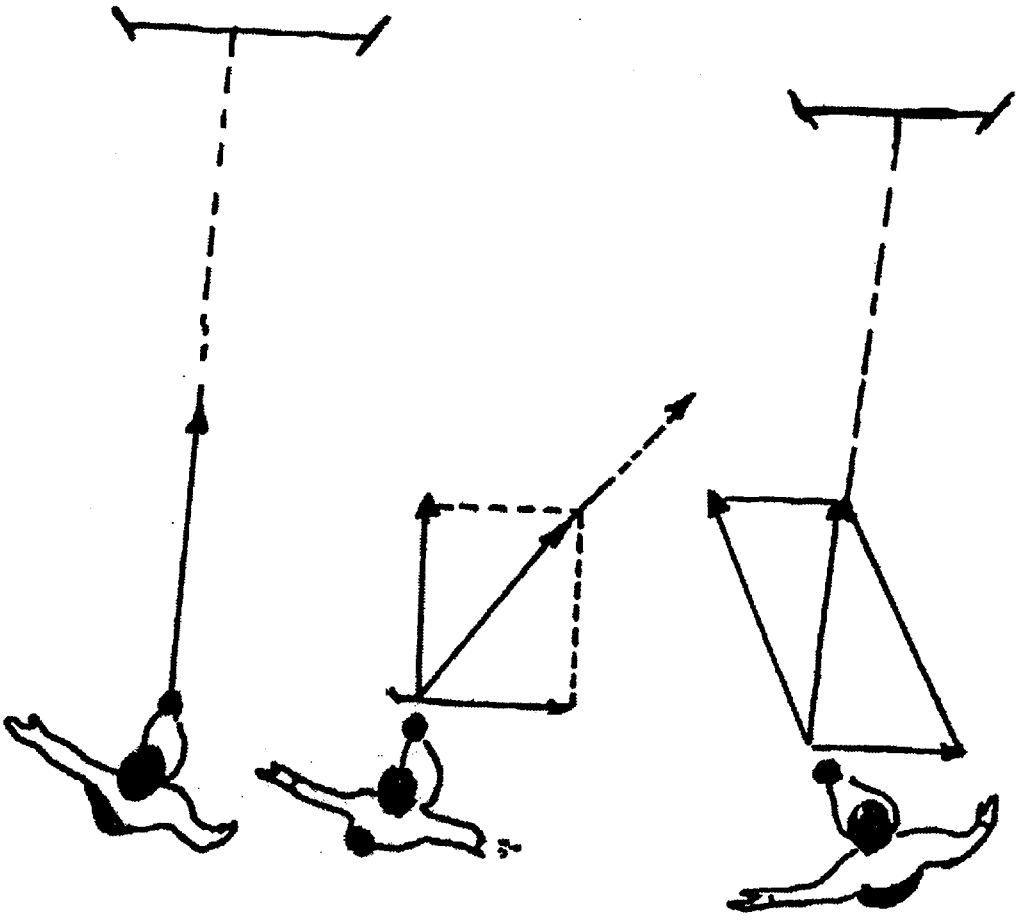
$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{السرعة الزاوية النهائية - السرعة الزاوية الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

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 او الدوران الهوائية في الجمباز.

* تعيين 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 الأداة. أن انجاز الواجب الحركي للمقذوفات يختلف باختلاف المهارة الحركية. فبعض المهارات الحركية تستوجب زيادة الزمن الذي تستغرقه في طيرانها في الهواء كشرط أساسي في نجاحها في أداء الواجب الحركي المطلوب. أي كلما استطاع اللاعب أطالة زمن طيرانه في الهواء كلما تمكن من أنجاز الواجب الحركي المطلوب خلال هذا الزمن. فلاعب الجمناستك والغطاس يهتمان أولاً واخيراً بالحصول على الزمن الكافي في طيرانهما في الهواء من أجل أداء أكبر قدر ممكن 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 الأداة لأبعد مسافة أفقية ممكنة. إن حساب زمن المقذوفات يعتمد بالأساس على تحليل المسار المنحني للأداة أو السم فيما يمكن أن نطلق عليه بالمسافة الأفقية أو المدى الأفقي، وهذا المسار المنحني سببه حصول الجسم أو الأداة عدا قوة كبيرة سببت تلك الحركة وحولت الجسم أو الأداة من حالة الثبات إلى الحركة. فالأداة أو الجسم تمكن من الحصول على سرعة حركية عجلة في حركتها الأفقية كما في الشكل (١٧).

www.hollanduniversity.org



شكل (١٧)

المحصلة والكميات المتجهة لضربه لاعب كرة القدم (أ ص) المركبة الأفقية ،

(أ س) المركبة العمودية (أ م) المحصلة.

www.hollanduniversity.org

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 افقي 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 الضلع القائم والمركبة الافقية التي يمثلها الضلع 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:

$$(\text{سرعة المحصلة})^{٢} = (\text{المركبة العمودية})^{٢} + (\text{المركبة الأفقية})^{٢}$$

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

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

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

كما ويمكن حساب زمن الاداة او الجسم المقذوف من خلال العلاقة التالية:

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

وان زمن الانطلاق يعادل زمن الهبوط عندما تكون نقطة الانطلاق في نفس مستوى نقطة الهبوط ويمكن استخراج الزمن الكلي من خلال مايلي:

www.hollanduniversity.org

الزمن الكلي = زمن الهبوط + زمن الإنطلاق = ٢ × الزمن الكلي

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

$$\text{أو} \quad \text{الزمن الكلي} = \frac{٢ \times \text{سرعة الانطلاق} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

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

$$\text{الزمن} = \frac{\text{سرعة المركبة العمودية} \times \text{جا الزاوية} + \sqrt{(\text{المركبة العمودية للسرعة} \times \text{جا الزاوية})^{٢} + ٢ \times \text{التعجيل الأرضي} \times \text{المسافة العمودية بين نقطة الانطلاق والهبوط}}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

اما المسافة الأفقية فيمكن حسابها من خلال العلاقة التالية:

المسافة الأفقية = السرعة × زمن الطيران

ولكن السرعة الافقية = سرعة المحصلة × جتا الزاوية

اذن المسافة الأفقية = سرعة المحصلة × جتا الزاوية × زمن الطيران

www.hollanduniversity.org

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.

www.hollanduniversity.org

الفصل الثاني

التحليل الكيناتيكي الحيوي للمهارات الحركية

Kenatic Analysis

ان معرفة المتغيرات المكيناتيكية لأي مهارة حركية يستوجب تحليل الأداء الحركي للمهارة من أجل معرفة وتحديد المدلولات الكيناتيكية أدناه.

ولقد استخدمنا في هذا الفصل الجداول والاشكال التوضيحية المأخوذة عن عبد البصير (١٩٨٣) كأمثلة 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.

١– معرفة وتحديد القوى المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال.

القوة صفة من الصفات البدنية التي يتمتع بها الاشخاص. ولقد تناول الكثير من المختصين في مختلف مجالات الرياضية هذه الصفة بالشرح والتوضيح. فمنهم من عرفها بانها امكانية العضلة او المجموعات العضلية في التغلب على المقاومات الخارجية (مجيد ١٩٨٩) أما الهاشمي (١٩٨٨) فيعرف القوة (بانها 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 حركته أو وقوفه (شلش ١٩٨٨) فالقوة بناء على ذلك هي سبب الحركة.

www.hollanduniversity.org

وقد تكون القوة ساحبة او دافعة او متوازنة. كما وتكون القوة باشكال مختلفة ومن أشكالها 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 هنالك تأثير تنتج عنه حركة بسبب القوة وتأثير آخره تنتج عنه أي حركة. فالتأثير الحركي الناتج عن القوة يطلق عليه بالتأثير الديناميكي للقوة كما هو الحال عند رمي القرص أو الثقل..الخ .اما 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 أودفع 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:

القوة = الكتلة × التعجيل للجسم

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

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

لذلك يمكن اعادة ترتيب المعادلة بالشكل التالي:

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

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

www.hollanduniversity.org

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

مثال : قذف رياضي ثقل وزنه (٥) نيوتن بسرعة قدرها ١٠م/ثا خلال فترة زمنية قدرها ٢ر٠ ثانية.ما هو مقدار القوة التي بذلها الرياضي في قذف الثقل؟ وما هو مقدار التعجيل؟

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

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

$$\text{التعجيل} = \frac{١٠}{٠,٣} = ٥٠ \text{م/ ث}^{٢}$$

القوة الجاذبية والطاردة «المركزية واللامركزية»

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

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

www.hollanduniversity.org

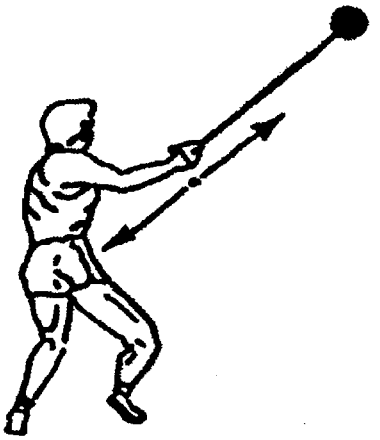
ان هاتين القوتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه والقوة الطاردة تتأثر بعاملين مهمين هما سرعة وكتلة المطرقة. فكلما كانت حركة المطرقة سريعة كلما كانت القوة التي يولدها الرياضي كبيرة. وذلك للمحافظة على توازن حركته الدورانية من تأثير القوة الطاردة كذلك نجد ان القوة التي يبذلها الرياضي للمحافظة على توازن حركته الدورانية كبيرة عندما تكون كتلة المطرقة كبيرة. وبناء علي ذلك نستطيع أن نقول أن القوة الجاذبية أو القوة الطاردة تتناسب تناسبا طردياً مع كتلة الأداء المقذوفة ومربع سرعتها. وأن القوانين الجاذبية والطاردة تتناسب تناسباً عكسياً مع طول نصف قطر الدوران. ذلك لأن تقصير نصف القطر يؤدي إلى زيادة في القوة الجاذبية أو الطاردة. وبناء 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 بالقياس لحركة الذراع الداخلية. وكلما كان منحنى القوس شديداً كلما كانت شدة الميلان اكبر. لذلك فإن معرفة درجة الميلان للرياضي عند ركضه في الأقواس ضرورية جداً لمعرفة زاوية الميل التي يجب أن يكون وضع جسم الرياضي فيها لكي يتجنب تأثير القوة الطاردة والمعادلة الخاصة بايجاد درجة ميلان الجسم هي كالآتي:

$$\text{ظل زاوية الميلان} = \frac{(\text{السرعة})^{٢}}{\text{التعجيل الأرضي} \times \text{نصف القطر}}$$

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؟

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

www.hollanduniversity.org



شكل (١٨)

القوة الجاذبية والقوة الطاردة

اذن فـأن الزاوية التي يجب أن يميل بهـا جسـمـه نحـو الداخل هـي ٧ درجـات وذلك لأن ظل زاوية (٧) يسـاوي ١٢٥ر٠ وعندمـا يكون نصف(٥٠) قدم فان الرياضي يجب ان يميل جذعه نحو الداخل بدرجة كبيرة تعادل (١٤) درجة.

طرق قياس القوة :

هنالك طريقتان لقياس مقـادير القوة التي تؤثر على مركز ثقل الجسم كدالة للزمن خـلال مرحلة الاتصال عند الحركة والطريقتان هما:

١- طريقة القياس.

٢ - طريقةالحساب.

١ - طريقة القياس :

ويمكن تدوين القوى كدالة للزمن في الاتجاهين الأفقي والعمـودي من خلال استخدام أجهزة قياس القوى المعممة على الأسس الميكانيكية أو على أسس القياس بالاستطالة (التمدد) فإذا اخذنا مـهارة الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الأرتكاز للارتكاز على جهاز المتوازي واردنا

www.hollanduniversity.org

معرفة المنحني التغيير في القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم من كل الاتجاهين العمودي والأفقي ومحصلتهما كدالة للزمن خلال المرجحة للأسفل وللأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي للأداء نتبع الخطوات التالية (عبد البصير، ١٩٨٤).

١ – يركب جهاز تدوين القوى في إحدى عارضتي المتوازيين والمذكور في الفصل الثاني.

٢ – تتم معايرة عارضة المتوازيين المركب فيها جهاز تدوين القوى.

٣ – يؤدي اللاعب الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على جهاز المتوازي حيث نحصل على منحني المبين في الشكل (١٩).

٤ – باستخدام الجدول (٧) يمكن تحويل وحدة القياس إلى وحدات قياس القوة حيث نحصل على المنحني المبين بالشكل (٢٠).

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

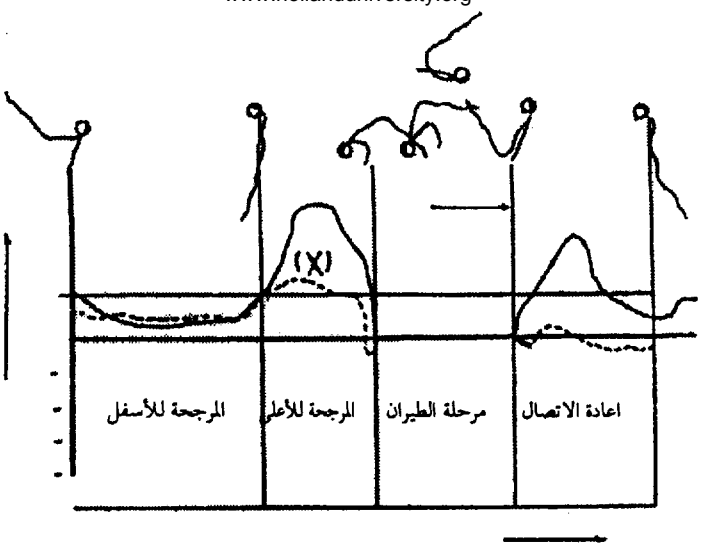
$$\text{قوة المحصلة} = \sqrt{(\text{القوة العمودية})^2 + (\text{القوة الأفقية})^2}$$

١	٥٠	٧	٧	٧,١	٧,١
٢	٦٠	١٢	١٢	٢,٠	٢,٠
٣	٦٥	١٣	١٣	٥,٠	٥,٠
٤	٨٠	١٩	١٩	٢,٥	٢,٥
٥	٩٥	٢٥	٢٥	٢,٥	١,٥
٦	١٠٥	٣٠	٣٠	٢,٠	٢,٠
٧	١٢٥	٤٠	٤٠	٢,٠	٢,٠
٨	١٤٥	٥٠	٥٠	٢,٠	٢,٠

جدول(٧)

المعامل الاستبدالي على محور الرأس والأفق

www.hollanduniversity.org



شكل (١٩)

منحنى التغيير في القوى المؤثرة على CG في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية خلال أداء الدورة الهوائية الأماميةالمنحنية على جهاز المتوازيين كما دونها جهاز تدوين القوى لعبد البصير.

٢ – طريقة الحساب :

تعتمد هذه ا لطريقة على استخراج المدلولات الكينتيكية من الفيلم السينمائي وضع الدراسة ويتم وفقاً للخطوات التالية:

١ – حساب قيمة التعجيل اللحظي في كل من الاوضاع 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 الأوضاع الخاصة بالدراسة في المعادلة التالية:

www.hollanduniversity.org

القوة= الكتلة × التعجيل الجسم

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 الارتكاز قبل الحاجز نتبع ما يلي:

- استخراج وزن اللاعب وليكن (٧٠) كغم

إذن الكتلة = $\frac{٧٠}{٩,٨١}$ = ٧,١٠ كغم

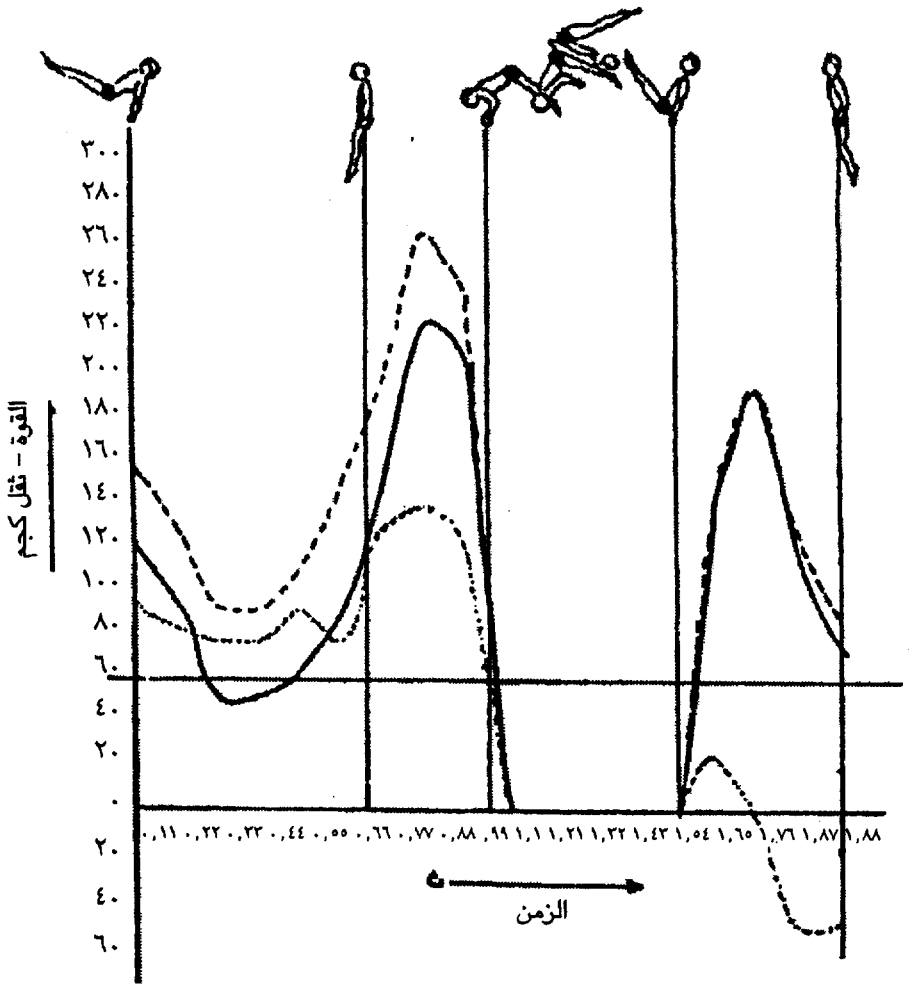
- حساب قيمة التعجيل اللحظي عند الصورة (٢) وليكن (-ر٢٥)م/ثا٢

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

القوة = ٠٠ر٢٥×١ر٧ = -ر١٧٧ كغم م/ثا٢

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

www.hollanduniversity.org



محصلة القوى - - - - -

القوة الرأسية ———

القوة الأفقية . . . . . .

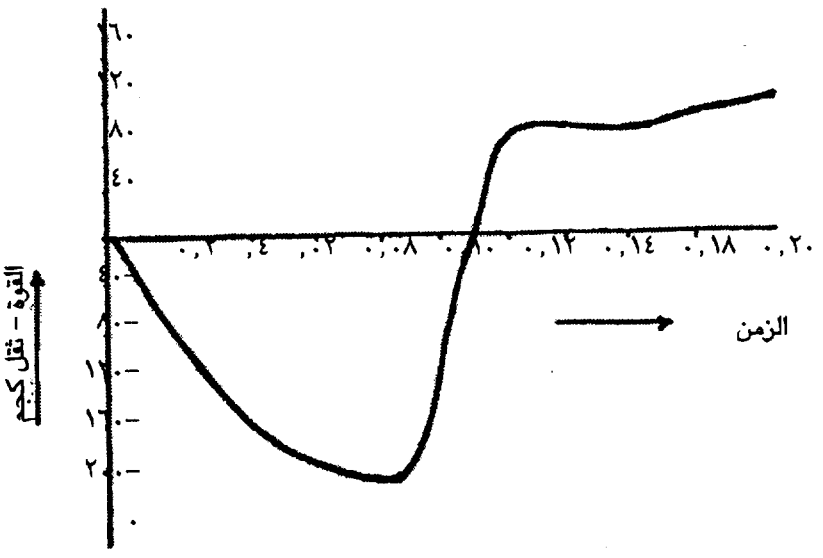
شكل(٢٠)

منحنى التغيير في القوى المؤثرة على CG في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية خلال أداء الدورة الهوائية الأمامية المنحنية على المتوازيين(لعبد البصير).

م	ترتيب التصوير	زمن الارتكاز (ث)	التعجيل المقيس م/ث²	الكتلة كجم	القوة كجم م/ث²
١	١	٠	٠	٧,١	١٧٧,٥ –
٢	٢	٠,٠٤	٢٥,٠ –	٧,١	٢١٣,٠ –
٣	٤	٠,٠٨	٣٠,٠ –	٧,١	٨٨,٨
٤	٦	٠,١٢	١٢,٥٠ –	٧,١	٨٨,٨
٥	٨	٠,١٦	١٢,٥٠ –	٧,١	١٢٤,٣٠
٦	١٠	٠,٢٠	١٧,٥٠ –	٧,١	

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

فأي جسم يكتسب عندما توجه له قوة ما خلال زمن معين فأنه يتحرك بكمية حركية(زخم حركي) (momentum) معينة. فالجسم الذي يكتسب على سبيل المثال قوة مقدارها(١٠٠) نيوتن خلال زمن مقداره ثانيتين فأن الجسم سيتحرك بما يعادل (٢٠٠) نيوتن /ثا.أما عندما يكون زمن الفعل أقل من ذلك وليكن ثانية واحدة فأن 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 تناسباً طردياً مع القوة المؤثرة وتحدث الحركة باتجاه القوة ويمكن صياغة القانون وفقاً للعلاقات التالية:

القوة = الكتلة × التعجيل

فأن الدفع = الكتلة × التعجيل × الزمن

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

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

اذن الدفع = الكتلة (السرعة النهائية – السرعة الابتدائية)

اي القوة × الزمن = الكتلة (السرعة النهائية– 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 فأنه يعني التغيير في كمية الحركة (الزخم الحركي). أن العلاقة بين الدفع وكمية الحركة يمكن أن تصاغ وفقاً للتالي: القوة (الزمن

www.hollanduniversity.org

النهائي- الزمن الابتدائي) = الكتلة (السرعة النهائية-السرعة الابتدائية) وبما ان تغيير 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)أما لايجاد منحنى دفع القوة المؤثرة على مركز ثقل الجسم فتأخذ الأداء الحركي لمهارة الدورة الهوائية الامامية المنحنية من الارتكاز على جهاز المتوازي وكمثال مأخوذ عن عبد البصير (١٩٨٤) نتبع الخطوات التالية:

١ - تحسب المساحة في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية كدالة للزمن وفقاً للآتي:
- يقسم المحور السيني الممثل للزمن الى فترات زمنية صغيرة نسبياً ومتساوية.
- تقسم المساحة تحت المنحنى الى مساحات مناظرة للفترات الزمنية المحددة سابقاً.
- تحسب المساحات في البند(٢) بيانياً للفترات الزمنية المحددة.
- تحسب المساحات المختلفة تحت المنحنى المناظر للازمنة المختلفة (منتصف الفترات الزمنية) مع الاخذ في الاعتبار تراكم هذه الازمنة مع السابقة لها لتلك المساحات كما موضح في شكل (٢٢) جدول (٩).

٢ - باستخدام الجدول (٩) يتم رسم منحنى دفوع القوى المؤثرة على مركز ثقل الجسم كدالة للزمن في اتجاه كل من المركبتين الرأسيةوالأفقية خلال المرجحة للاسفل والاعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لأداء مهارة الدورة الهوائيةوالأمامية المنحنية على المتوازيين كما في الشكل (٢٣).

الرقم المسلسل	ترتيب الصورة	الزمن بالثانية	دفع القوى الرأسية (كجم م/ث)	دفع القوى الافقي (كجم م/ث)
١	١	صفر	صفر	صفر
٢	٥	٠,٣١	٢٤	٣٠
٣	١٠	٠,٦٣	٦٧	٦٦
٤	١٥	٠,٩٤	١٩٤	١١٨

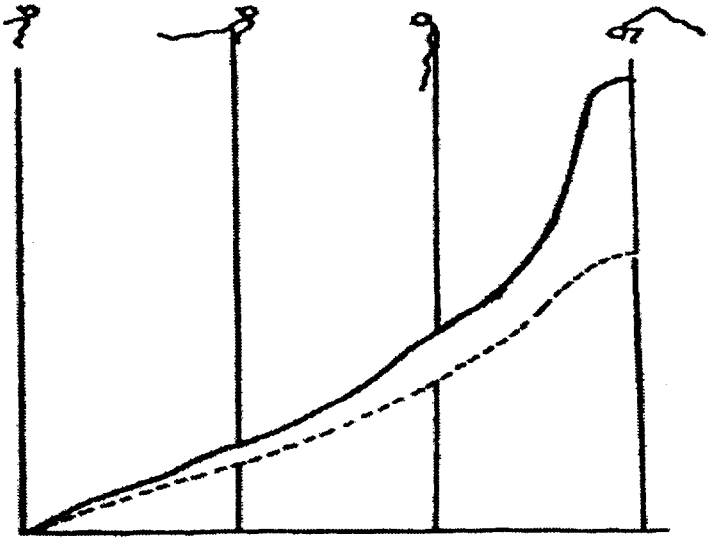
جدول (٩)

دفوع القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية خلال المرجحة لاسفل ولأعلى حتى لحظة كسر الاتصال في الدورة الهوائية الامامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على الاتصال في الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الأرتكاز للارتكاز على المتوازيين.

www.hollanduniversity.org

شكل (٢٢)

تقسيم المساحة تحت منحني دالة القوة-الزمن في اتجاه المركبة الرأسية خلال المرجحة لاسفل ولاعلى حتى لحظة كسر الاتصال في الدورة الهوائية الأمامية المنحنية على جهاز المتوازيين (لعبد البصير).



شكل(٢٣)

الدفع في الاتجاه الرأسي والأفقي (عبد البصير)

الدفع كجم .م/ثا ٢٠٠ ١٨٠ ١٦٠ ١٤٠

www.hollanduniversity.org

٣ – تعيين ومعرفة منحنى دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل كتلة الجسم خلال مرحلة الاتصال:

لقد ذكرنا بأن القانون الأساسي في الديناميك للحركة الخطية هو:

القوة = الكتلة × التعجيل الخطي

أما في الحركة الزاوية(الدائرية)فأننا نستعيض عن القوة بعزم الدوران وعن الكتلة بعزم القصور الذاتي وعن التعجيل الخطي بالتعجيل الزاوي.ويكون القانون كالآتي:

الدفع الدائري = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية

وكما ذكرنا في الحركة الخطية بان دفع القوة هو حاصل ضرب القوة ×الزمن وكذلك فأنه يساوي في الحركة الدائرية حاصل ضرب عزم القوة× الزمن اي عزم القوة × الزمن= عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية

«ان القانون اعلاه يستخدم في حالة ثبات العزم وبدون سرعة زاوية ابتدائية» وبذلك فان الدفع الدائري يعني عزم الدوران الذي يسبب حركة الجسم حركة دائرية ذات تعجيل دائري أما في حالة تغيير العزم ووجود سرعة زاوية ابتدائية تكون المعادلة كالآتي:

الدفع الزاوي = عزم القصور الذاتي النهائي × السرعة الزاوية النهائية – عزم القصور الذاتي الابتدائي × السرعة الزاوية الابتدائية

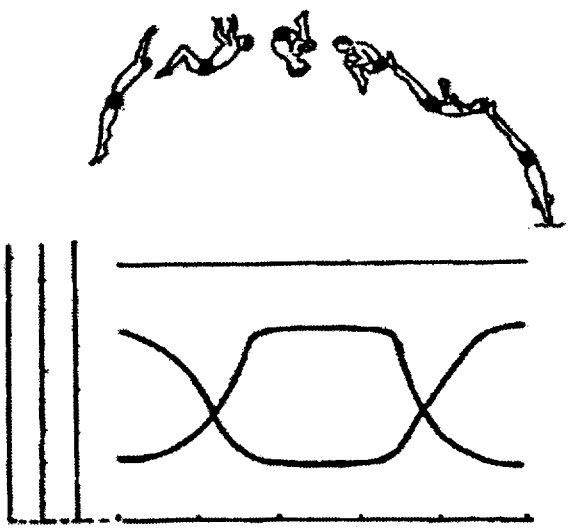
أما في حالة قانون بقاء كمية الحركة فان:

عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية = 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 الجمناستك على سبيل المثال. فالقافز من قفاز السباحة عند ادائه دورة هوائية خلفية ونصف الدورة فان جسمه لحظة ترك القفاز يكون ممتداً وذلك لكي يحصل على كمية حركية خطية واخرى دورانية. فالكمية الخطية تدفعه للاعلى في

www.hollanduniversity.org

الهواء لكي تعطيه زمناً كافياً يساعده لاتمام مرحلة طيرانه. أما كمية الحركة الزاوية فانها تكسبه الدوران خلال ادائه الدورة والنصف الهوائية فالسباح بعد تركه سلم القفز يعمل على ثني مفاصل الركبة والورك لكي يكور جسمه تماماً ولكي تصبح كتلة جسمه قريبةمن محور الدوران وبذلك يقل عزم القصور الذاتي لجسمه وتزداد سرعته الزاوية. أن سبب هذا التأثير على كمية الحركة الزاوية حدث بسبب الصغر في عزم القصور الذاتي الناشئ من تغيير وضع الجسم وليس بسبب القوة العضلية. ان هذا التغيير في وضع الجسم (التكور) ادى الى قصر في نصف القطر للحركة الدورانية للجسم مما أدى إلى زيادة في الحركة الدائرية.حيث ان طول نصف القطر والحركة الزاوية يتناسبان عكسياً.فاللاعب في الشكل (٢٤) يعمل على تكوير جسمه نحو مركز الدوران لكي يحصل على تقليل في نصف قطر الحركة وزيادة في كمية الحركة الزاوية. أما في نهاية القفز فانه يعمل على مد أعضاء جسمه القريبة من محور حركته لكي يزيد من نصف قطر الدوران ويزيد من عزم قصوره الذاتي الذي يؤدي إلى نقصان في سرعته الزاوية قبل دخوله في الماء.



شكل (٢٤)

العلاقة بين السرعة الزاوية وعزم القصور الذاتي عند ثبات كمية الحركة الزاوية في قفزةدورة هوائية خلفية ونصف والجسم متكور .

www.hollandlibrary.org

الطرق المختلفة في قياس كمية الحركة الزاوية:

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

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

$$H = F . r$$

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

(H) = التغيير في كمية الحركة الزاوية

(r) = بعد مركز ثقل الجسم لتوجيه 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 بمفصلي الكتفين في اتجاه كل من المركبتين العمودية والافقية خلال المرجحة للأسفل وللأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال أداه الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على جهاز المتوازيين باستخدام مدلولات التصوير السينمائي وجهاز تدوين القوى نتبع الخطوات التالية:

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

ثقل الجسم في اتجاه كل من المركبتين العمودية والافقية خلال اداء مهارة الدورة الهوائية الامامية على المتوازي كما في الشكل (٢٥).

م	ترتيب البصير	الزمن (ث)	ذراع العزم الرئيسي (م)	دفع القوى الرأسي (كجم/ث)	دفع الدوران الزاوي (كجم.م/ث)	ذراع العزم الافقي (م)	دفع القوى الافقي (كجم/ث)	دفع الدوران الزاوي (كجم.م/ث)
١	١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
٢	٥	٠,٣١	٠,٠٦٢	٩	٠,٥٥٨	٠,١٥٥	٦,١٦	٠,٩٦
٣	٨	٠,٥٥	٠,٠٤٠	٢٨,٠٥	١,١٢٢	٠,٦٠	٩,٢٤	٠,٥٤
٤	١٦	١,٠	٠,٣٧	١٢١,٢٠	٤٤,٨٤	٠,٤٥	٣٨,٤٠	١٧,٢٨

جدول (١٠)

دفع القوة ودفوع الدوران المؤثرة على مركز ثقل الجسم في اتجاه كل من المركبتين الرأسية الأفقية المرجحة لأسفل ولأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال أداء الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على المتوازيين.

شكل (٢٥)

منحنى دفوع الدوران المؤثرة على مركز ثقل الجسم في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية خلال المرجحة لأسفل ولأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال الدورة الهوائية الأمامية المنحنية من الارتكاز للارتكاز على المتوازيين (عبد البصير).

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

٢ – طريقة ميلر **Miller1970**: لقد افترض ميلر بثابت وضع الجسم خلال النقطةالتي لا تؤثر فيها القوة الخارجية على الجسم عند حساب كمية الحركة الزاوية. حيث قام بحساب عزم القصور الذاتي لكل الجسم حول المحور الافقي له من مدلولات التصوير السينمائي باستخدام طريقة التجزئة ونظرية المحاور المتوازية مع تطبيق المعادلة أدناه:

الحركة الزاوية = عزم القصور الذاتي للجسم × السرعة الزاوية للجسم

في حالة تحديد كمية دفع الدوران المؤثرة على مركز ثقل الجسم في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية خلال المرجحة للأسفل وللأعلى حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لأداء مهارة الدورة الهوائية الأمامية المنحنية على جهاز المتوازي نتبع 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 البصير (١٩٨٤) والمأخوذة عن (Whitestt) في ايجاد قيم 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:

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

حيث (JA) = عزم القصور الذاتي للجسم حول المحو الأفقي المار بالنقطة (A)

(ICGi) = عزم القصور الذاتي للعضو خلال المحور الموازي لمحور الدوران والمار بمركز كتلته.

(mi) = كتلة العضو

(di^2) = مربع البعد بين المحاور المتوازية.

أعضاء الجسم	عزم القصور الذاتي (سلج × قدم²)	عزم القصور الذاتي (كيلوجرام × متر²)
الرأس	٠,٠١٨٣	٠,٠٢٤١
الجذع	٠,٩٣٠٠	١,٢٥٥٣
العضد	٠,٠١٥٧	٠,٠٢١٢
الساعد	٠,٠٠٥٦	٠,٠٠٧٦
اليد	٠,٠٠٠٤	٠,٠٠٠٥
الفخذ	٠,٠٧٧٦	٠,١٠٤٨
الساق	٠,٠٣٧٢	٠,٠٥٠٢
القدم	٠,٠٠٢٨	٠,٠٠٣٨

جدول (١١)

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

من اجل توضيح الطريقة لحساب عزم القصور الذاتي للاعب حول محور دورانه نفترض اننا نريد حساب عزم القصور الذاتي لكتلة اللاعب حول عارضتي المتوازي خلال مرحلة الاتصال اثناء المسار الحركي لأداء مهارة الدورة الهوائية الأمامية المنحنية على المتوازي كما في شكل (٢٦) فإننا نتبع الخطوات التالية:

١ - ايجاد قيمة كتلة اللاعب من خلال :

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

وبما أن وزن اللاعب = ٦٥ كغم

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

www.hollanduniversity.org

وباستخدام نسب الاوزان بالنسبة لوزن الجسم كله والموضحة في الجدول (٢) والمأخوذة عن (كلاوسير) نتمكن 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 لمحو الدوران (عارضة المتوازي) بعد ضربها في مقياس الرسم وتجدول كما موضح في الجدول (١٢) العمود الخامس.

٣ – تربع المسافة (d) في العمود الخامس من نفس الجدول وتوضح 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 المتوازي 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 المتوازي كما هو في الجدول الثامن من نفس الجدول.

٢ – حساب السرعة الزاوية :

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

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

الإنطلاق:

يحسب دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه المركبتين العمودية والأفقية ومحصلتهما كدالة للزمن خلال مرحلة الانطلاق باتباع الخطوات التالية:

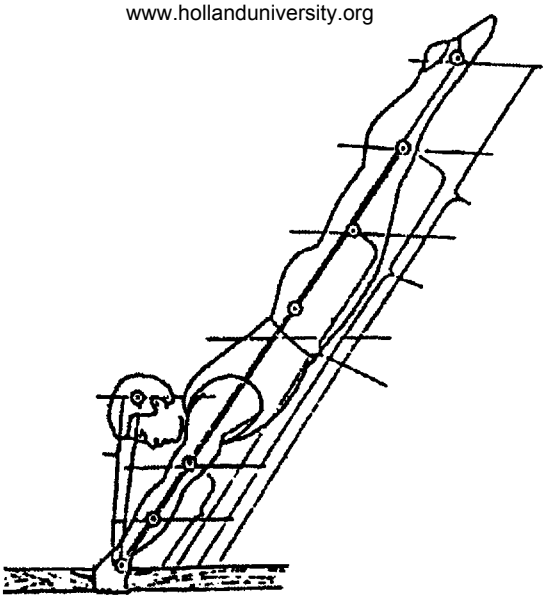
www.hollanduniversity.org

م	العضو	J_{CG} ($Kg.m^2$)	m_i (Kg)	d (m)	d^2 (m^2)	$d.m$ ($Kg.m^2$)	J_A ($Kg.m^2$)
١	الرأس	٠,٠٢٤١	٠,٤٨	٠,٥٠	٠,٢٥	٠,١٢٠٠٠	٠,١٤٤٧
٢	الجذع	١,٢٥٥٣	٣,٣٦	٠,٨٥	٠,٧٢٢٥	٠,٤٢٧٦٠	١,٦٨٣٠
٣	العضدين	٠,٠٤٢٤	٠,٣٥	٠,٣٩	٠,١٥٢١	٠,٥٣٢٤٠	٠,٥٧٤٨٠
٤	الساعدين	٠,١٥٢	٠,٢١	٠,١٣	٠,٠١٦٩	٠,٠٠٣٦٠	٠,٠١٨٧٥
٥	اليدين	٠,٠٠١٠	٠,٠٩٣	٠,٠٨	٠,٠٠٦٤	٠,٠٠٠٦٠	٠,٠٠١٦٠
٦	الفخذين	٠,٢٠٩٦	١,٣٧	١,١٨	١,٣٩٢٤	١,٩٠٧٦٠	٢,١١٧١٠
٧	الساقين	٠,١٠٠٤	٠,٥٧	١,٦٥	٢,٧٢٢٥	١,٥٥١٨	١,٦٥٢٢٠
٨	القدمين	٠,٠٠٧٦	٠,٢٠	١,٨٥	٣,٤٢٢٥	٠,٦٨٤٥٠	٠,٦٩٢١٠
	المجموع		٦,٣٣				٦,٨٨٤٢٥

جدول (١٢)

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

www.hollanduniversity.org



شكل (٢٦)

استخدام نظرية المحاور المتوازية في تحديد عزوم القصور الذاتي لجسم اللاعب عارضتي المتوازيين عن بعد البصير.

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

كمية الحركة الزاوية = عزم القصور الذاتي للجسم كله × السرعة الزاوية للجسم كله.

إذا افترضنا على سبيل المثال أن السرعة الزاوية للاعب الجمناستك عند ادائه مهارة الدورة الهوائية الأمامية على جهاز متوازي عند الصورة (٥) يعادل (١٣٩٦٠ر٠م/ثا) وعزم القصور الذاتي للجسم عند نفس الصورة يساوي (٨٨ر٦ كغمم٢) فإن دفع الدوران الكلي يكون:

دفع الدوران الكلي = ١٣٩٦٠ر×٨٨ر٦

= ٩٦١٠ر٠ كجم.م/ثا

وبنفس الطريقة يمكن حساب دفع الدوران عند كل وضع من الأوضاع المحددة كنقاط 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 لمركز ثقل كتلة الجسم أو أعضائه.

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

٣ – نستخدم احدى المعادلتين أدناه لغرض حساب قيمة دفع الدوران المؤثرة على مركز ثقل الجسم للاعب في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية خلال مرحلة الاتصال عند كل وضع من الأوضاع قيد الدراسة.

وضع الدوران العمودي = دفع الدوران × جيب الزاوية.

دفع الدوران الأفقي = دفع الدوران × جيب تمام الزاوية

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

٥ – نقوم برسم منحنى للقيم المتعددة لدفوع الدوران المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية ومحصلتهما كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال حتى لحظة كسر الاتصال ومن ذلك يتم حساب المساحة تحت المنحنى التكاملي لمعدل دفع الدوران المؤثر على مركز ثقل جسم اللاعب في اتجاه كل من المركبتين العمودية والأفقية وكذلك محصلتهما كدالة النسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال كما في الشكل (٢٧) وبالتالي نقوم بتحديد مقياس الرسم الخاص لكل من المحورين العمودي (y)والذي يمثل دفع الدوران والمحور الأفقي (x) والذي يمثل الزمن حيث كان بالنسبة للزمن كل(١٠ملم) يمثل (١٠٠رثا). ومن ذلك يمكن استنتاج ان كل (١ملم)يمثل (١٠٠رثثا) ويرمز له بالرمز (kt) وبمعلومية (kt) يمكن حساب الزمن المستغرق خلال الدفع (t) وفقاً للمعادلة التالية :

$$t = (kt.x) \ldots (sec.)$$

www.hollanduniversity.org

حيث (x) هنا تمثل المسافة الممثلة للزمن على المحور الأفقي بالمليمتر خلال دفع الدوران.وبنفس الطريقة نحدد مقياس الرسم للمحور العمودي حيث ان كل (١ملم) يمثل (٥٠ركجم.م/ثا) ويرمز له بالرمز (KF) .وعندما تكون قيمة (Kf) معلومة فإنه يمكن حساب دفع الدوران (Kf) الممثل للمسافة (Ix) على المحور العمودي وفقاً للعلاقة التالية:

$$kf = kf \cdot x \ldots (kgm2/sec.)$$

وبمعلومية (kf)kt يمكن حساب المعامل الاستبدالي (KA) وهو يمثل مقدار الدفع المطابق لمساحة واحدملم مربع (A). وذلك طبقاً للعلاقةالتالية:

$$KA=Kf.Kt$$

وبمعلومية المعامل الاستبدالي (KA) والمساحةالواقعة تحت منحنى دفع الدوران- الزمن (S) و(S)َ يمكن حساب دفع الدوران العمود (Hy) ودفع الدوران الأفقي (Hx) وفقاً للمعادلات التالية:

حيث ان

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

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

$$S = Sy\ (x)\ dt$$

$$S=Sy(x)\ dt$$

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

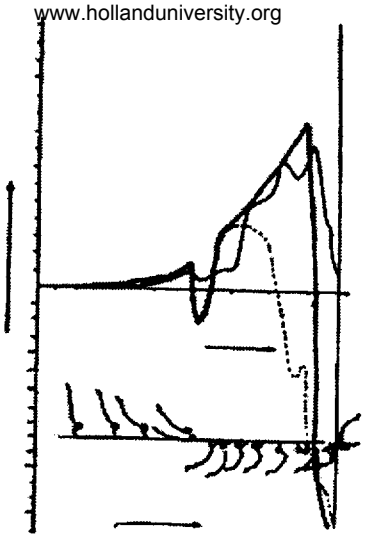
٢	٥	٠,٢١	٠,١٤٧٠	٠,٩٨٩٠	١,٠
٣	١٠	٠,٤٢	٠,٥٩٣٠	٢,٩٤٩٠	٣,٠
٤	١٤	٠,٥٨٨	٣,٣٣٤٠	٦,١٥٥٠	٧,٠
٥	١٩	٠,٧٩٨	١٠,٩٩٢٠	١٠,٢٠٧٠	١٥,٠
٦	٢٠	٠,٨٤٠	١٨,٦٣١٠ -	٣,٧٢٦٠	١٩,٠
٧	٢٣	٠,٩٦٦	٣٢,١٨٦٠	١٠,٩٥٧٠	٣٤,٠
٨	٢٤	١,٠٠٨	٣٧,١٨٩٠	١١,٧٤٧٠	٣٩,٠
٩	٢٦	١,٠٩٢	٢٧,١٠٥٠	٤٩,٦١٥٠	٤٨,٠
١٠	٢٨	١,١٧٦	٣١,٢٤٣٠	٥٣,٥٥٢٠	٦٢,٠
١١	٣٠	١,٢٦٠	٩,٩٥٤٠ -	٧٤,٦٧٧٠	٧٥,٠
١٢	٣٢	١,٣٤٤	٤٩,٩٩٨٠ -	٦٤,٩٩٤٠	٨٢,٠
١٣	٣٣	١,٣٨٦	٤٢,٤٩٣٠ -	٨٤,٩٦٧٠	٩٥,٠
١٤	٣٤	١,٤٢٨	٩٤,٧٠٦٠ -	٣٧,٨٨٠٠	١٠٢,٠
١٥	٣٦	١,٥١٢	١١٤,٤٢٧٠ -	٣٦,١٤٥٠	٢٠,٠
١٦	٣٧	١,٥٥٤	١٤٨,٧٤٢٠ -	٨,٧٨٨٠	٤٠,٠

www.hollanduniversity.org

جدول (١٣)

دفوع الدوران المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم اتجاه كل من المركبتين الأسية والأفقيةومحصلتهما كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال حتى لحظة كسر الاتصال خلال المسار الحركي لمهارة المرجحة على المتوازيين.

www.hollanduniversity.org



شكل(٢٧)

دفوع الدوران المؤثرة على مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في اتجاه كل من المركبتين الرأسية والأفقية ومحصلتهما كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال أثناء أداء مهارة كيموتسو على جهاز المتوازيين (عن عبد البصير).

٣ – طريقة(هاي – ويلسن) ١٩٧٦ Hay and Wilson

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

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

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

W_i = 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.

www.hollanduniversity.org

ان(هاي -وويلسون) قاما بإجراء تجربة في حساب كمية الحركة الزاوية لجسم الانسان. ولقد استخدما الطرق الثلاثة لغرض مقارنة النتائج التي يمكن الحصول عليها في كل طريقة واكدت النتائج المستنتجة 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 أي طريقة من الطرق أعلاه في حساب كمية الحركة الزاوية. ولقد أكدا على سهولة طريقة(ميلر).

٤ – تعيين منحنى الطاقة الحركية الزاوية للجسم خلال مرحلة الاتصال أثناء أداء المهارة 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) فالراكض على سبيل المثال حركته خطية وأن سرعة كل جزء من أجزاء جسمه يتحرك بسرعة أجزاء الجسم الأخرى. وإذا رمزنا لكل جزء برقم مافإن الطاقة الحركية لكل جزء تحمل رقماً 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:

الطاقة الحركية الكلية = الطاقة الحركية (الاولى) + الطاقة الحركية (الثانية) + الطاقة الحركية (الثالثة)

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

$$\text{الطاقة الحركية الدورانية} = \frac{١}{٢} \text{ الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^{٢} \times (\text{السرعة الزاوية})^{٢}$$

وبما ان عزم القصور الذاتي (عزم الاستدارة) = الكتلة × (نصف القطر)^2

www.bookstube.blogspot.com

اذن يمكن إعادة صياغة المعادلةعلى الشكل التالي:

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

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

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

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

٢ – 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 كنقاط للدراسة:

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

٣ – تطبق المعادلة أدناه للحصول على مقادير الطاقة الحركية الدورانية لكل وضع من الأوضاع المحددة كنقاط للدراسة عندما تكون قيم عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية معلومة.

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

ثم نقوم بوضع البيانات في جداول.

www.hollanduniversity.org

٤ – حساب منحنى الطاقة الوضع (الكامنة) 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 قيمته من خلال العلاقة التالية:

الطاقة الكامنة (الوضع) = وزن الجسم × الارتفاع عن سطح الأرض

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

الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة + الطاقة الحرارية = مقدار ثابت.

والطاقة الحرارية هنا هي تلك الطاقة التي تحدث نتيجة للاحتكاك بين قبضتي اللاعب وبار العقلة. ولقد امكن 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 ان ينتقل بالرقم العالمي في القفز بالزانة إلى ارتفاع ومستوى عالٍ جداً بالمقياس للأرقام المسجلة باستخدام العمود المعدني.

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

١ – يوزن الرياضي عن طريق الميزان الطبي ويسجل وزنه لأقرب وحدة وزن.

٢ – نستخدم طريقة التصوير السينمائي لغرض تحديد ارتفاع مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في كل وضع من الأوضاع المحددة كنقاط للدراسة.

٣ – نطبق المعادلة التالية عندما يكون وزن الجسم وارتفاع مركز ثقله على الأرض معلومين ثم نسجل النتائج وتوضع في جداول لكل وضع من الأوضاع المحددة للدراسة ثم يعبر عنها بيانياً.

www.helwan.edu.eg

www.hollanduniversity.org

الباب الثالث

التحليل الحركي لفعاليات العاب الساحة والميدان

الفصل الأول: التحليل الحركي للفعاليات التالية:

* المشي (Walking)
* الركض بأنواعه « الجري» (Running)
* الركض ١١٠م 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

www.hollanduniversity.org

الباب الثالث

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 ثلاث فصول. ويحتوي الفصل الأول منها على المشي والركض بأنواعه مع ركض الحواجز.

أما الفصل الثاني فأنه يحتوي على فعاليات الرمي كالثقل والقرص والرمح والفصل الثالث والأخير سيشمل على التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب كالوثب العالي والطويل والقفز بالزانة. ومن أجل الحصول على فكرة عامة عن التحليل الحركي للألعاب في الساحة والميدان فأن المؤلفان ارتأيا أعطاء عرض شامل عن القوانين الثلاثة للعالم نيوتن ومدى علاقتها التطبيقية في العاب الساحة والميدان أولاً وقبل تناول التحليل الحركي للفعاليات لغرض الحصول على خلفية موضوعية عن تلك القوانين والاستفادةمنها في التحليل الحركي.

التطبيقات العلمية لقوانين نيوتن في فعاليات الساحة والميدان

هناك قوانين ثلاث اكتشفت من قبل العالم نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧م) واعتبرت قوانين نيوتن أساساً لعلم الميكانيك حيث تناولت تلك القوانين القوى المسببة لحركة الاجسام على الطبيعة .ومن خلال عرضنا للقوانين هنا نتناول تطبيقاتها وتأثيرها وتفسيرها في فعاليات والعاب الساحة والميدان قبل تناولنا للتحليل الحركي الميكانيكي للفعاليات الرياضيةوالقوانين هي كالآتي:

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 اكبر بمعنى ان مقاومته لتغير حالته أكبر.
- تناسب القصور الذاتي مع كتلة الجسم.
- القصور الذاتي أحياناً معوق وأحياناً مفيد.

www.hollanduniversity.org

القانون الثاني « التعجيل»

* (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 الكتلة × التعجيل

معدل التغير في السرعة يتناسب عكسياً مع كتلة 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 افضل.

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 الاجسام من سكون أو حركة في خط مستقيم».

- فالقوة يمكن أن تحدث الحركة أو توقفها أو تمنعها. كما يمكن ان 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 ان نأخذ في الاعتبار هذه العناصر الثلاثة. فالتغير في أي منها يسبب تغيراً في طبيعة الحركة.

القوى الداخلية والقوى الخارجية:

تنقسم القوى في البيوميكانيك إلى نوعين:

١ - القوى الداخلية.

٢ - القوى الخارجية.

www.hollanduniversity.org

١ – قوى داخلية :

العضلات – المفاصل – العظام

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

٢ – قوى خارجية :

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

الجاذبية الارضية – مقاومة الوسط(الماء– الهواء) – قوى الاحتكاك.

الجاذبية الأرضية:

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

- مقاومة الوسط(الهواء – الماء) ما يختص به في مسابقات الميدان والمضمار هو الهواء يكون معوق أو مساعدة تبعاً لأتجاه الريح بالنسبة للحركة مثال الرمي بأنواعه–العدو– الإرسال في الكرة الطائرة.
- الاحتكاك ينتج من اتصال الجسم بالسطح الآخر فكلما كان السطح الذي تؤدى عليه الحركة أملساً كلما قل الاحتكاك.
- زيادة الاحتكاك مهم ومطلوب في بعض أنواع الرياضة في العدو عامة ولذلك يجري استخدام حذاء العدو ذي المسامير– أو وضع الزانة في الملعب المخصص لها.
- يختلف الاحتكاك تبعاً لنوع التربة.
- تحتاج بعض الفعاليات إلى تقليل حركة الاحتكاك مثل فعاليات الركض والرمي والوثب.

www.hollanduniversity.org

أولاً: الأسس المتعلقة بقانون القصور الذاتي:

١ – الربط بين حركات الأنتقال والدوران.

٢ – استمرار الحركة.

٣ – تأثير كمية الحركة.

٤ – انتقال كمية الحركة.

١ – الربط بين حركات الانتقال والدوران:

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

مثال (أ) : يتوقف نجاح رمي القرص على أداء عدة حركات يقوم اللاعب فيها بتحريك جسمه كله في خط من الخلف إلى الأمام داخل الدائرة وذلك للتغلب 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–واذا أديت هذه الحركات في توقيت وتتابع سليم في الاتجاه المطلوب فأن هذا يؤدي إلى زيادة السرعة النهائية 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 اثناء الارتقاء ومدى الترابط بين الاقتراب والارتقاء 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 الانشطة المكونة من حركتين متتاليتين أو أكثر في اتجاه واحد يجب الا 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 لتحركه في الاتجاه المطلوب سوف تكون ذات تأثير كبير في تزايد سرعة الجسم وتغلبه على المقاومات.

www.hollanduniversity.org

مثال : دافع الجلة الذي يتردد 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 الأثقل تكون كميةحركته أكبر (كميةالحركة = الكتلة × التعجيل) وكلما زادت كمية الحركة زادت القوة اللازمة لتغيير اتجاه هذا الجسم اوسرعته.

مثال : عندما يتحرك لاعب الوثب العالي بكمية حركة كبيرة فانه سوف يحتاج لقوة كبيرة لتبديل أو تغيير كمية الحركة ومما سبق نجد أن الجسم الأثقل كتلة تأثيره أقل لتغيير كميةحركته.

مثال : يتطلب تغيير الاتجاه أن تكون القوة المضادةالتي تتغلب على كمية حركة الجسم تزداد على قدرة زيادة كمية الحركة فلاعب كرة القدم أوكرة السلة الذي يريد ان 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 اجزاء الجسم المختلفة من الممكن أن تنتقل الى الجسم كله في حالة اتصال هذا الجسم بالارض.

- 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 – الحواجز) تقدم حركة الذراعين في البدء كمية حركة للجسم كله.

www.hollanduniversity.org

ثانياً : المبادئ المتعلقة بقانون التعجيل:

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 ان نعلم سرعة الجسم كلما تكون ثابتة- كما ان الزيادة في معدل السرعة يعرف بالتعجيل التناقصي وربما تكون العجلة منتظمة أو متغيرة-ولكن قلما تكون العجلة ثابتة أيضاً.

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

ومن المعروف ان القوة الكبيرة ضرورية لأنتاج السرعة النهائية في الأجسام الثقيلة بشكل أكبر من الأجسام الخفيفة.

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

ويجب مراعاة الأسس التالية:

١ - تزايد السرعة يتناسب مع القوة.

٢ - أقصى تعجيل وكفاءة الحركة.

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

٤ - المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجحة.

٥ - الحركات التي تؤدي دون استناد.

٦ - حركات الدوران.

www.hollanduniversity.org

١ – تزايد السرعة يتناسب مع القوة:

يتناسب تزايد السرعة مع القوة المحدثة له– هذا إذا كانت الكتلة ثابتةوعلى ذلك إذا تضاعفت القوة زاد معدل تزايد السرعة بمقدار النصف.

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

مثال : الارتقاء في الوثب العالي والطويل يمكن زيادة القوة عن طريق تقوية العضلات للرجلين وبالتالي زيادة الارتفاع.

٢ – أقصى تعجيل وكفاءة للحركة:

لبلوغ أقصى تعجيل ينبغي أن تؤثر كل القوى المستطاعة بتتابع أو تسلسل في الزمن المتوقع مباشرة في نفس خط الحركة – كما يجب أن تقل الحركات الزائدة الى حدها 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 ينتج من جراء القوى العمودية الناتجة من الاتجاه الخاطئ للقوى المبذولة.

٣ – تاثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوي):

اذا أحدثت قوة ثابتة دوران الجسم – فطول قطر الجسم يقلل من سرعة الدوران – بينما تقصير قطر الجسم يؤدي إلى زيادة سرعة الدوران ونتجت 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 وليست مفردة حتى يتم تقصير قطر الجسم عند الدوران وتقلل المقاومة مثل الرقص في أنه عندما يزيد من سرعة دوران يضم ذراعيه بجانب جسمه– كما أنه عندما يقلل من سرعة دورانه يفردها جانباً.

www.hollanduniversity.org

٤ – المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجحة:

مثال : القرص بعد الارجحة واثناء الدوران.

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

يمكن للأنسان أداء الحركات المختلفة وهو غير مرتكز أو مستند – فقد يدور الجسم حول مركز ثقله ولكن هذه الحركات في امكانية السيطرة على الدوران والاتزان. وفي احيان 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 – كماان 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 تساعد على رفع الرجل المتأخرة.

الأسس المتعلقة بالقانون الثالث لنيوتن:

١ – اختلاف السطح وكمية القوة المضادة.

٢ – اتجاه القوى المضادة (رد الفعل).

٣ – القوى المضادة في حركات الضرب.

٤ – القوى المضادة المخزونة لفترة ما.

٥ – الاتصال بالسطح عند تطبيق قوة ضد اجسام خارجية.

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

www.hollanduniversity.org

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 والوثب يقوم اللاعب بدفع السطح للخلف وذلك للحصول على دفع الجسم. وكلما كان السطح رخواً كما في حالة الرمل او 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 القوى المضادة يكون في عكس اتجاه القوى المبذولة مباشرة وتكون هذه القوى اكبر تأثيراً عندما تكون عمودية على السطح وذلك لصغر مركبة الاحتكاك.

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

٣ – الاتصال بالسطح عند تطبيق قوى ضد أجسام خارجية:

في انشطة الرمي والدفع والشد والضرب يجب المحافظة على اتصال أحد القدمين أو كليهما معاً بالارض حتى اكتمال بذل القوة المسببة للحركة- فلو كسر لاعب الجلة اتصاله بالأرض قبل ان يكمل دفع الجلة فأن القوة الناتجة سوف تتأثر بذلك وتقل كثيراً.

www.hollanduniversity.org

الفصل الأول

التحليل الحركي لفعاليات المشي والركض

المشي.

الركض(الجري).

ركض ١١٠م حواجز.

www.hollanduniversity.org

الفصل الأول

التحليل الحركي لفعاليات المشي

Walking

الحركات المشمولة في المشي تبدو بسيطة نسبياً للمشاهد إلا أن التحليل البايوميكانيكي يظهر تلك الحركات بشكل أكثر تعقيداً، أن تداخل العمل العضلي وتزامن او توقيت حركات المفاصل توضح العمل الجماعي لجميع حركات الجسم.ويمكن ان نلاحظ أن قطعة الماكنة الممتازة والمصممة بواسطة مهندسين ماهرين جداً لا يمكن ان تتفوق على حركات الماكنة الانسانية من ناحية الجودةوالتفاصيل وكذلك الانسيابية للجهد الوظيفي.ولقد أكدت جميع البحوث والدراسات على العملية المعقدة المسببة لحركة المشي.

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

والثبات يزود الفعل الحركي المؤثر في انتاج الحركات الضرورية .وفي المشي كما في كافة حركات السم فأن الانسيابية والتناسق تتطلب افعالاً انعكاسية عالية الوظيفة والعمل ومرونة طبيعية للمفاصل وثباتاً مثالياً للجسم في كل قسم من أقسام أو ارتكاز الثقل للفعل الحركي.

الاعتبارات الميكانيكة في المشي:

المشي ينجز بواسطة المتبادل للأطراف السفلى وهو شكل من اشكال الحركة الانتقالية الخطية للجسم ككل والتي تنتج بواسطة الحركة الزاوية لبعض اجزائه وهو كذلك شكل من أشكال الحركة البندولية الفترية التي تبدأ بواسطة الاطراف السفلى من النقطة صفر ثم تأخذ شكل قوس ثم تنتهي الحركة بالنقطة صفر في نهاية خطوة القدم.

www.hollanduniversity.org

شكل(٢٨)

حركات الجسم خلال خطوة المشي

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

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 اقصى ارتفاع له عندما يمر فوق قدم الاستناد كما في نفس الشكل في الصورة C,D ويصل الى الادنى عندما تتباعد القدمان كما في الصورة (e,f) شكل (٢٨) في قسم المرجحة للمشي على الاطراف السفلى بشكل يكاد يشبه الحركة المعاكسة لعقرب الساعة.

الجاذبية الأرضية والزخم يعتبران من المصادر الرئيسية للحركة لقسم المرجحة، أما المصادر الرئيسية للحركة لقسم الاستناد فانها في النصف الأول من هذا القسم وهي الزخم الناتج عن حركة الجذع الأمامية بسبب القوة الدافعة للساق الأخرى وفي النصف الثاني هي الشد العضلي الناتج عن عمل المجاميع العضلية المساعدة لقسم الاستناد.

www.hollanduniversity.org

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 والنقصان للسرعة فالقصور الذاتي يجب التغلب عليه في كل خطوة. وعند حركة مركز الثقل للأمام فأنه يمر لحظات خلف الحافة الامامية لقاعدة ارتكاز الجسم ويفقد الجسم نتيجة لذلك وقتياً توازنه كنتيجة لذلك، وعند هذه اللحظة فأن السحب للأسفل بواسطة الجاذبية الأرضية يواجه الفقدان الكامل للتوازن الكلي لكي يستعيد التوازن والثبات خلال الحركة وتدريجياً يعاد التوازن بعد ان تلامس القدم الأرض وعند ذلك يبني قاعدة ارتكاز جديدة، ويبدأ قسم الاستناد بالظهور.

٢ – عندما تبدأ الحركة الأمامية بالانتقال إلى الجذع بواسطة الدفع الخلفي للساق والقدم فأن تلك الحركة تميل في الاستمرار مالم تقيد بقوى اخرى تحدد من حركة الجذع الأمامية وعندما يمر مركز ثقل الجسم خلف قاعدة الارتكاز يصبح ضروري أن يقيد العمل للجذع حتى يمكن بناء قاعدة ارتكاز جديدة وهنا عندما يوضع القدم في مقدمة الجسم في نهاية قسم المرجحة او الاعادة فأن القسم المقيد يبدأ بالظهور من جديد ثانية وخلال فترة وجود القدم في مقدمة مركز الثقل هنالك مركبات امامية للقوة فهي تدفع بشكل مساوي في القيمة ومعاكس في الاتجاه ضد القدم يأتي من الأرض ليقيد حركة الجذع والساق في آن واحدة.

٣ – وخلال نفس القسم للخطوة وكما هو وارد في الفقرة الثانية اعلاه فالجذع يعمل بواسطة السحب السفلي للجاذبية الارضيةوالزخم. وقوة السحب الامامية تعادل بواسطة المركبات الشاقولية لقوة القدم الساندة. وخلال قسم الاستناد المزدوج كل ساق تبذل وتعطي بعض القوى الشاقولية. واذا ما زادت القوى الرأسية عن الحاجة لموازنة قوى الجاذبية الارضية ينتج عن ذلك مبالغة كبيرة في رفع الجسم مسببةً خطوة تتميز بالارتداد الغير الطبيعي.

٤ – حركة الجذع الأمامية تواجه مقاومة الهواء التي تميل الى دفع الجسم للخلف وبواسطة ميلان الجسم للأمام فأن سحب الجاذبية الأرضية يفيد في موازنة قوى ومقاومة الهواء

www.hollanduniversity.org

فعندما يكون اتجاه المشي ضد ريح قوية فانه من الضروري جداً ميلان الجسم كثيراً للأمام للمحافظة على توازن الجسم وما لم يحصل التوازن عند مقاومة الهواء بواسطة قوة الجذب الارضي فيجب موازنتها بواسطة قوة الشد العضلي للمجاميع العضلية للبطن او الرقبة او الجذع.

٥ – الدرجة التي تضغط بها القدم لأعطاء حركة للجسم في قسم الدفع وتمدده في قسم التقيد تتناسب طردياً مع الضغط المعاكس لسطح الاستناد. ضغط القدم على السطوح الثلجية القوية والمتزحلقة يستوجب ضغطاً كبيراً للمحافظة على انجاز تقدم تدريجي للأمام. أما في حالة السطوح الثلجية الهشة او الرملية فأن المطلوب هو اعطاء ضغط قليل للتغلب على الضغط المضاد وموازنته لضمان حالة توازن كاملة للجسم. وهنا يؤكد على مسألة بناء التوازن الصحيح بين ضغط القدم والضغط المعاكس لسطح الاستناد للحصول على خطوة صحيحة في المشي.

٦ – مثل الضغط المضاد فأن الاحتكاك عامل ضروري في الاستخدام المؤثر للقوى المطلوبة في المشي وبسبب قوة الدفع للساق في بداية ونهاية قسم الاستناد بالاحتكاك بين القدم والارض ضروري لكي تنتقل قوة الضغط المضاد للأرض نحو الجسم. وللمشي الاقتصادي السليم يكون الاحتكاك مناسب وكافياً لموازنة المركبات الأفقية للقوى، أما اذا لم يكن كافياً فالدفع للقدم ينتج انزلاق للقدم نفسها وكلما كانت المركبات الأفقية للقوة كبيرة كما هو الحال عند المشي بخطوة كبيرة والاحتكاك 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 تسبب حركته ومادام المشي ينتج عن الحركة البندولية للأطراف السفلى فالقصور الذاتي للجسم يجب ان 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 للساق فالجذع يمتلك الميل في الاستمرار بالحركة للأمام

www.hollanduniversity.org
حتى عندما يكون وراء قاعدة الارتكاز كل فعل معوق قصير للطرف الأمامي يعمل كمقيد للزخم أو كمية حركة الجذع.

٣ – محصلة القوى تتكون من مركبتين احدهماعمودية والثانية افقية، المركب العمودي في المشي يخدم في التغلب على القوة السفلى للجاذبية الأرضية أما المركب الأفقي يخدم:

أ – في القسم المقيد يوقف الحركة الأمامية.

ب – في قسم الدفع ينتج الحركة الأمامية.

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

٤ – الحركة الانتقالية للعتلة تنجز بواسطة التناوب او التبادل المتكرر لحركتين دائرية. العتلة تدور اولاً حول نهاية واحدة ثم على النهاية الأخرى ،في المشي الاطراف السفلى 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 السفلى عندما تجهز او تزود القوة.

٦ – المشي يوصف كونه الفقدان والاعادة المتناوبة للتوازن ولكي يكون هذا كذلك فلا بد وان تبنى 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 السفلى.

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 يتناسب طردياً مع حجم قاعدة الارتكاز في المشي تعتبر المسافة الجانبية بين الاقدام عاملاً مهماً في المحافظة على التوازن.

www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي لفعالية الركض (الجري) Running

يمكن ان نعتبر الركض عملية بسيطة وصعبة في نفس الوقت كونها بسيطة وذلك لكونه مهارة طبيعية وكونه 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) يكون أسرع في خواصه اضافة لذلك فهنالك اختلافات مهمة كما أشرنا سابقاً في موضوع تحليل فعالية المشي، والاختلافات هي:

١ – هنالك فترة طيران وقتية للجسم في الهواء عند الركض.

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

والركض له شكل أساسي واحد فهو عبارة عن حلقات متصلة بين لحظة ارتكاز يكون فيها اللاعب مرتكزاً على أحد القدمين على الأرض– وهي اللحظة ذات الفعالية الأساسية في بذل القوة والحصول على السرعة المطلوبة لقطع المسافة واللحظة الاخرى هي الطيران التي يكون فيها اللاعب واقعاً تحت تأثير مقاومة الهواء الذي قد يكون مع اتجاه الجري فيؤثر في دفعه أما ما يؤثر في زيادة طول الخطوة،أو 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 مسافةمحددة بواسطة وحدات حركية متشابهة هي الخطوات التي ينتقل فيها الجسم من موضع إلى آخر في تتابع انسيابي ويتكون من :

www.hollanduniversity.org

١ – لحظة ارتكاز.

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

١ – المسافة التي يقطعها مركز ثقل الجسم اثناء لحظة الارتكاز الامامي والخلفي.

٢ – المسافة التي يقطعها مركز ثقل الجسم اثناء لحظة الطيران التي تبدأ من ترك القدم الارض إلى وضع القدم التالية على الأرض ويلاحظ ان 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 الوضع العمودي لمركز ثقل الجسم على نقطة الارتكاز الى الوضع المعتاد له على القدم الأخرى كالآتي:

(ارتكاز خلفي + مرحلة طيران + ارتكاز امامي).

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 والساق وبذلك كان مقدارها متناسباً مع مقدار قوة الدفع اي بازدياد 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 والارتخاء لأحداث الحركة. أما حركة الذراعين في هذه اللحظة فهو تابع لما حدث في الرجلين وهو بالدرجة الأولى الارتخاء الذي يعقب الانقباض الكبير الذي حدث اثناء لحظة الارتكاز.

ويمكن تقسيم جري المسافة إلى ثلاثة اقسام رئيسية هي:

www.hollanduniversity.org

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

٢ – مرحلة جري المسافة : وتختلف طريقة جري هذه المرحلة باختلاف طول مسافة الجري.

٣ – مرحلة النهاية: ولا بد ان يكون لها تقدير 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 الكينماتيكي الذي يهتم بالسرعة عاملان اساسيان بنيت عليها سرعة الجري الحقيقية وهما:

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 ترددها. فقد تكون خطوات اللاعب طويلة وسرعة ترددها 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 ترددها على حساب طولها بل يجب الحصول على الطول والسرعة المناسبة معاً. وحساسية هذه المشكلة تكون بصورة دقيقة في جري المسافات القصيرة وخاصة لـ(١٠٠متر) والتي يكون فيها أيضاً علاقة قوتي الدفع والاعاقة (في لحظة الارتكاز) لأرتباط طول الخطوة بالارتكاز وارتباط القوة بالجهد المبذول والتي يمكن اعتباره المدخل الحقيقي للزمن الذي يمكن للاعب ان يقطع به المسافة وهنا تظهر اهمية مناقشة طول الخطوة وسرعة ترددها في ظل اصطلاحين هما:

١ – جلد سرعة تردد الخطوات والتي تعني احتفاظاً للاعب بسرعة تردد خطواته على مدى مسافة مقطوعة.

٢ – الجلد للاحتفاظ بمقدار قوة الدفع في لحظة الارتكاز في خطواته مع سرعة ترددهاوهي التي يرجع اليها طول الخطوات والتي يعني من ورائها مقدار الجهد المبذول في كل خطوة

www.hollanduniversity.org

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 وآخر طبقاً لاختلافات في اقسام السباق وهذان العاملان هما عاملان متداخلان دائما ونوعية الركض الجيد تظهر عندما يكون العاملان في تناسب صحيح وهذا يعتمد بشكل مباشر واساسي على الوزن والبناء والقوة والمرونة والتناسق عند العداء.

هوفمان "Hoffman 1965" أثبت من خلال التجربة التي أخذ بموجبها (٥٦) بطلاً أولمبياً في سباق (١٠٠م) ووجد ان معدل طول الخطوة يعادل (١٤ر١) مرة من طول الرياضي أو (١١ر٢) مرة من طول ساق 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 العداءات يبلغ عددهن (٢٣) مرة من طولهن الكلي و(١٦ر٢) مرة من طول الرجل وعند مقارنة هذه النتائج مع نتائج مجموعة من العدائيين 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 تتأثر 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 كالآتي:

السرعة = طول الخطوة × تردد الخطوة

= ٦قدم × ٣ لكل ثانية

= ١٨قدم/ ثانية

www.hollanduniversity.org

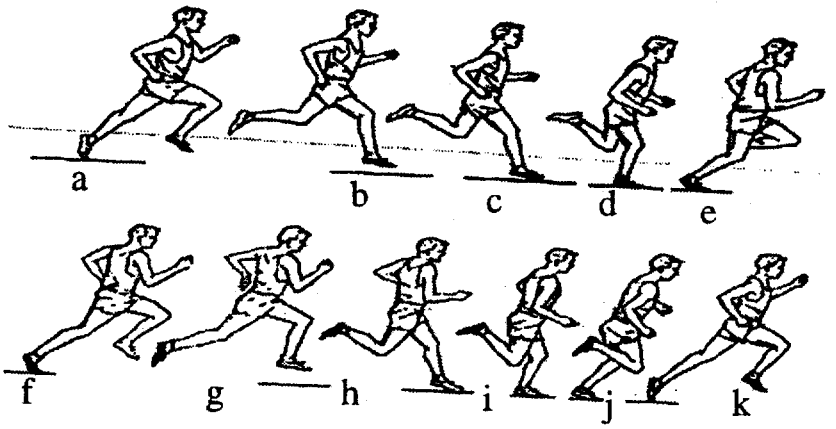
أما اذا اراد الرياضي نفسه في مثالنا اعلاه ان يزيد من تكرار خطواته في الثانية ويحاول المحافظة على نفس خطواته فالسرعة الجديدة تكون:

	طول الخطوة		تكرار الخطوة
السرعة القديمة = ٦ قدم	×	٣خطوة/ ثا = ١٨قدم/ ثانية	
السرعة الجديدة = ٦ قدم	×	٤ خطوة /ثا = ٢٤ قدم/ ثانية	

أما اذا ما اراد زيادة تكرار الخطوة مع نقصان في خطواته الى (٥ر٤) قدم فالسرعة الجديدة تكون كما يلي:

	طول الخطوة	×	تكرار الخطوة
السرعة القديمة = ٦ قدم		×	٣ = ٨ قدم / ثا
السرعة الجديدة = ٥ر٤ قدم		×	٤ = ١٨ قدم/ ثا

من الارقام اعلاه يمكن ان نلاحظ ان الزيادة في أحد العاملين يرافقه نقصان في العامل الآخر يتيح 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 يكون النقصان ليس كبيراً جداً كما في مثالنا ادناه:



شكل (٢٩)

تحليل خطوة الركض

www.hollanduniversity.org

طول الخطوة × طول التكرار

السرعة القديمة=٦قدم × ٣ لكل ثانية =١٨ قدم/ثا

السرعة الجديدة=٥قدم × ٤ لكل ثانية =٢٠ قدم /ثا

عمل الرجلين في قسم الاعادة او المرجحة Recovery

في لحظة ترك اصابع القدم للأرض فالقدم الذي هو في حالة الثبات المؤقت يجتاز تعجيلاً يعادل سرعة الجسم لمرتين عند انثناء الساق على الورك في مفصلي الركبة والكاحل كما في الشكل (٢٩-a-e) وهذه هي نتيجة لأسباب منها:

١ - كعمل ميكانيكي انعكاسي يمنع من الانبساط الكبير.

٢ - الحركة الأمامية للفخذ.

٣ - انتقال الزخم الدائري الى الساق الامامية.

في مثل هذه الحالة فإن كتلة الساق تسحب أقرب الى محور الورك مسببةً انخفاضاً في عزم القصور الذاتي وزيادة في السرعة الزاوية.أن عمل سحب كتلة الساق للامام وللامام الأعلى كذلك يتباطيء بسبب التناقص التدريجي لكتلة الساق. ان تناسق حركة الساقين متوافقة بشكل كبير والانثناء للساق العائدة (المرجحة) كبيراً ايضاً والرفس الخلفي لها عالي جداً ينكسر جزئياً بعد ملامسة القدم الامامية للأرض (شكل ٢٩-d) مرجحة الفوز تبدأ بحركة امامية-عالية ولها اهمية عظيمة في قيادة ودفع الرياضي.ان تعجيل حركة الفخذ يزيد من القوة التي تعطيها الارض والتي تقلل من السرعة التي يتحرك بها مركز الثقل على قدم الارتكاز.

في حدود المرجحة للأمام (شكل ٢٩- f) حركة الفخذ تتعاكس في عملها والساق تمتد من مفصل الركبة، والقدم يتسارع بتعجيل للأمام أولاً ثم للخلف ثانياً كما في (الشكل ٢٩-h-g) . حركة الفخذ انتقال للزخم الدائري لمقدمة القدم.

ان من المهم جداً ملاحظة ان القدم المتحركة في الركض الفعال لا تتمدد الى خطوة كبيرة بل ان طول الخطوة هو نتاج 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 البندولي فأن الساقين تأخذ فترة أطول في طيرانها من القسم

www.hollanduniversity.org
الآخر(قسم الدفع) وفي نفس الوقت لكل خطوة وعندما يكون 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 كالاتي:

١ – اولاً في الحالة الامامية واصابع القدم مؤثرة للامام 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 تعطى قوة تصادم (شكل ٢٩-d,c).

٣ – محاور الركبةوالكاحل الأمامية تكون متوازية.

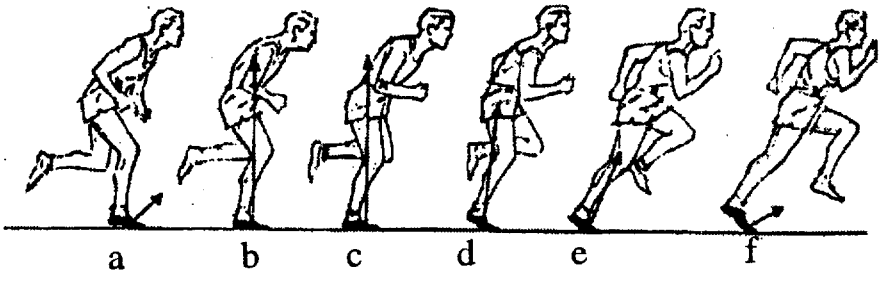
٤ – كلاسيكيا فان السرعة الخلفية التي تتناسب مع مركز ثقل الرياضي تكون متساوية مع سرعته الأمامية على الأرض.

٥ – في مقدمة مركز ثقل المسافة تقل مع الزيادة في السرعة عندما توضع احد القدمين مباشرة في مقدمة الاخرى فان التوازن الجانبي يضعف ويتخلخل.

بالنسبة لعدائي الارض القصيرة والذي هدفه الحصول على السرعة العالية وليس الاقتصاد في الجهد فانهم يحصلون على فائدة من الدفع الذي يحصل عليه من مقدمة القدم بسبب الحركة الخلفية المتناسبة مع الارض عندما القدم تلامس الارض فوق ذلك فان عداء المسافات القصيرة يحتاج الى « خطوة في الثانية ان هذا يتطلب التركيز على وضع الساق الأمامية بسرعة تحت الجسم بعد القدم الدافعة ان السحب الجيد يستوجب ملامسة القدم للارض في مقدمة موضع ثقل الركبة وعندما يمر الجسم فوق الساق العائدة يجب ثني الركبة لمنع مركز الثقل من الارتفاع للأعلى في كل خطوة.

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

www.hollanduniversity.org
للرياضيين وبشكل واضح فان العمل (للسحب-والدفع) فالاركاض السريعة سبب مباشر في اصابات وتمزيق الاوتار العضليةخلف الركبة وحولها. ان الحركة الخلفية للفخذ تتوقف تدريجياً بينما الانثناء يزداد في الركبة والكاحل ثم يسقط الكعب لملامسةالارض بسهولة. هذا يعطي القدم الوقت الكبير لكي يجهز القوى ضد الارض ويمدد العضلات الثانية للساق والجسم القليل الوزن لذلك يقلل من عزم القصور الذاتي على القدم السائدة مما يسهل ويسرع من حركتها فوق الارتكاز وبعده كما في الشكل (٣٠) ان تعجيل الساق السائدة يؤثر على العداء حيث تزداد سرعته تدريجياً كلما تحرك نحو الامام والساق تتمكن من توجيه قوته الدافعة باتجاه الجسم واضافة لذلك فالقوى الامامية التي يحتاج قليلاً منها الرياضي لكي يحافظ على سرعته ثابتة تصل الى اقصاها وبعد ذلك يتناقص تدريجياً قبل كسر الاتصال مع الارض شكل (٣٠).



شكل (٣٠)

اوضاع القدم الساندة خلال مرحلة الدفع

في الركض الجيد المركب العمودي لهذه القوى يجب ان يفوق المركب الافقي وذلك للاسباب التالية:

١ - وزن الرياضي يجب ان يتوقف بقوى متساوية باتجاه الاعلى قبل ان يبدأ بأي حركة من الارض.

٢ - طول خطوته تعتمد على كسر الاتصال مع الارض لفترة زمنية كافية.

٣ - هيمنة وسيطرة الدفع الافقي يحدد بخط للعمل ويكون بعيداً عن مركز الثقل لكي ينتج دوران غير مرغوب به مؤثراً على تلك النقطة.

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

www.hollanduniversity.org

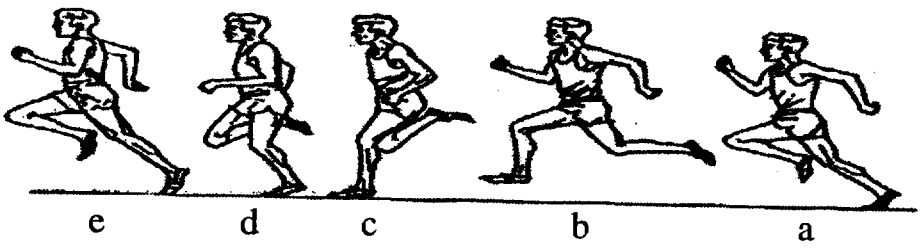
عمل الذراع والكتف:

بسبب الاتصال العضلي بين الحوض وأعلى الجذع فأن معظم ردود الفعل في الركض تمتص وتعادل بواسطة الجزء الأعلى للجسم والتي يمكن ان تلاحظ من خلال الالتواء التوقيتي المتعاكس لها مع حركة الرجلين. ان موضع رد فعل الجسم يمكن ان يسيطر عليه الى حد ما وفي اشكال مختلفة للركض؟ فأن رد الفعل لدفع الساق اللامركزي يمتص بواسطة:

١ – فعل الذراع المباشر كما في الشكل (٣١).

٢ – حركة الذراعين والكتفين المتعاكسة بدون ارتكاز الذراعين حول الكتفين وهذا الفعل يمكن ان يلاحظ في اسلوب الركض للعداء (أميل زاتوبيك).

٣ – مركب من الفقرتين السابقتين والذي هو شائع الاستخدام والمألوف للجميع ما عدا سباقات المسافات القصيرة.



شكل(٣١)

حركات الذراعين خلال مرحلة الطيران

وبالنسبة لدفع الساق القوي يكون محتملاً فقط عندما نحافظ على الكتفين ثابتة حول المحور الطولي للجذع وذلك بسبب القصور الذاتي الكبير للجذع فأنه لا يستطيع ان يقوم بعملية الالتواء المتعاكسة بشكل سريع وكافٍ وفي الركض السريع الجيد فأن رد الفعل للمركب الافقي لدفع الساق يمتص بواسطة الذراعين والكتفين يبقيان ثابتان ولأجل رفع الزخم الدائري فالذراعين يجب ان يعملا بقوة كافية.

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

www.hollanduniversity.org
يشكلان حركة عقرب الساعة او الحركة المعاكسة لعقرب الساعة عند التواء الجسم فيها يعملان بتجانس مع بعضهما وليس في تعاكس وخلال المرجحة الأمامية كما في الشكل(e,d,c٣١).

ان حركة الذراع الامامية تبني رد فعل خلفي على نفس الكتف وتعمل على امتصاص حركة الميل المتعاكسة الامامية ، اما حركة الذراع الخلفية فانها تميل الى دفع نفس الكتف للذراع الى الامام . تأثير الذراع في البداية يقوى بواسطة الامتداد الطبيعي على مفصل المرفق والذي يتطابق مع الرافعة او العتلة الطويلة للساق القائدة على الجنب المعاكس، الا انه في نهاية الحركة الخلفية فأن الذراعان يثنيان مع حركة سريعة لهما ثانية وذلك لمجاراة ومماثلة الدور الاخير والسريع لحركة الساق القائدة كما في الشكل (٣١-e).

ان مدى حركة الذراع في الركض السريع كما هو ممثل في مسار مركز الثقل لها للأمام يقدرها خلف محور الكتف وتختلف باختلاف الافراد من ناحية سمك وطول الذراع الا انها بشكل عام فأن الكف اعتيادياً لا تتمرجح أعلى من مستوى الكتف في الأمام ولا اكثر من قدم واحد خلف خط الورك الى المؤخرة (شكل ٣١). ما دام كلا الذراعين يتسارعان للأعلى وللأسفل فأن الاعاقة اللاحقة للأسفل والحركة العليا تضاف الى المركب العمودي لقوى الدفع والتعجيل 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 وتقلل من الضغط للساق الدافعة وهذا يسمح بالاستخدام الحر والقوي للقدم والكاحل وبهذا وكما يقول (دايسون) عن هوبر (Hopper-1964) الذراعان يمكن من تعجيلهما للأعلى أو للأسفل في توقيتات مناسبة لزيادة القوة بين الساق السائدة والارض والاقلال 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 والساق المرجحة في قسم الاعادة تطور زخماً دائرياً من الالتواء المتعاكس 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 الذراع القوية،

www.hollanduniversity.org
عمل الذراع الاكثر هدوءاً والالتواء المتعاكس للكتفين عند حركتهما وحركة الذراع المناسبة تمثل مواصفات مميزة لركض المسافات الطويلة.

أوضاع الرأس والجذع:

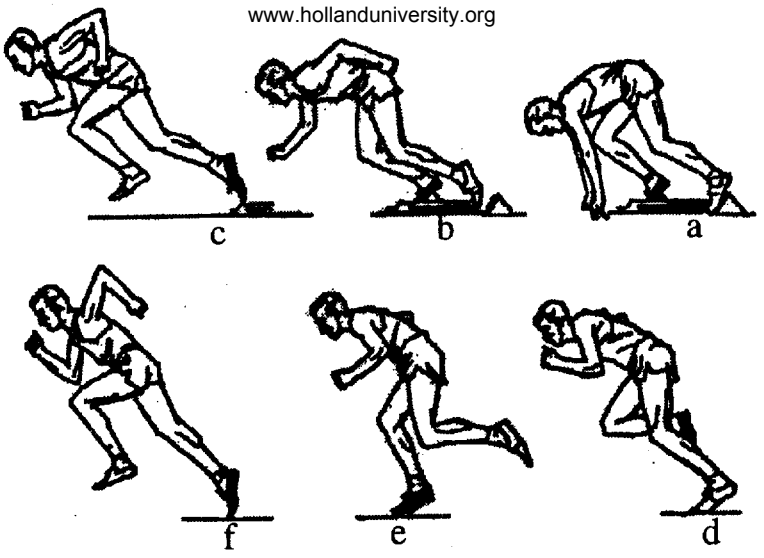
حركة الركض يمكن ان نعطي فعالية قصوى عندما يتوازن العداء توازناً صحيحاً وهذا يعتمد اساساً على الزاوية الصحيحة للجذع. أدناه العوامل ذات العلاقة والتأثير وهي:

١ - القوة للساق الدافعة« الحركة» ومركباتها العمودية والأفقية من اجل تحقيق الركض المتوازن فأن عزوم المركبات العمودية والأفقية للساق الدافعة يجب ان تكون مركزة على مركز ثقل العداء وعلى سرعة منتظمة وثابتة والقامة منتصبة وعندما نلاحظ العداء الجيد عند أدائه عملية الركض من الجانب فأن هناك صورة مظللة لميلان الجذع للأمام عندما تمتد ساقه الدافعة كاملاً كما في الشكل (٣٢).في التعجيل فأن مشكلة التوازن تكون اكثر تعقيداً بسبب الاختلاف في المركب الافقي للساق الدافعة في التعجيل الموجب على سبيل المثال فالركض السريع بالنسبة للرياضي يكون اكثر صعوبة بالنسبة له لاعطاء قوة كبيرة ضد الارض التي تبدو كما لو تكون متراجعة في السرعة. وهو غير قادر على تحريك قدميه بسرعة كافية. بالنسبة للمركب العمودي للساق الدافعة يجب ان نحافظ على كسر اتصال الرياضي بالارض في جميع الاوقات ولوقت كاف لكي تصل الساقين الى وضع الخطوة التالية وكلما كان الوقت الذي تستغرقه عملية اتصال الرجلين بالارض قصيراً كلما كانت قيم المركبات العمودية عالية.

ولموازنة التسارعات (التعجيل) المختلفة للرياضي عليه تحقيق تبادل مركبات القوى للذراعان بواسطة ضبط وضع مركز الثقل مع قدميه الساندة وهذه العملية التوازنية ينجز بواسطة تغيير زاوية الجذع كما في الشكل (٣٢).

في قسم التعجيل الموجب العظيم الذي ينتج من المركب الافقي للقوة كما هو الحال عند الخطوة الاولى بعد ترك مكعب البداية كما في الشكل (B+C٣٢) العداء يحتاج الى ميلان امامي واضح وبعد ذلك يتمكن من الحصول على وضع اكثر انتصاباً لجسمه عن طريق خفض القوى المبذولة لكي يتجنب حالة السقوط الأمامية المحتملة كما في الشكل (٣٢-١)وهنا تظهر المركبات العمودية للساق الدافعة التي تتناسب مع وزن الجسم على كل خطوة والتي تعمل على رفع مركز ثقل الجسم للعداء تدريجياً بأتجاه وضع الركض الطبيعي.

www.hollanduniversity.org



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 فأنه يعمل على ميلان جسمه للخلف والميلان المبالغ به يقلل من طول الخطوة ويضع ضغطاً غير مرغوب به على عضلات الجذع ومن المناسب أن نذكر هنا ان خط الدفع من رد الفعل للارض على كل خطوة يمر دائماً خلال مركز ثقل العداء وأن هذه العملية تضمن الموازنة عند الركض وتعتبر شيئاً عملياً وضرورياً للرياضي. عند

ملامسة القدم للمضمار أولاً فأن المركبات العمودية والأفقية لرد الفعل تعمل في موضع امام مركز الثقل عاملة على دورانه للخلف شكل (٣٢-a)وبعد ذلك عندما المركب العمودي الكبير يعمل خلف مركز الثقل فالميلان للجذع يكون دائرياً للأمام (شكل ٣٢-D,C)ومن اجل ان يكون الدوران للخلف ثانية قبل كسر الاتصال للقدم فأن الرياضي يجب عليه تقليل المركب العمودي بشكل كبير كما في الشكل (f٣٢) في ذلك يبدو ان التوازن في الركض يعتمد على طريقتين الأولى رفع وزيادة الزخم الدائري والثانية على ضبط وضع مركز ثقل الجسم إلى القوة وإلى اتجاه رد فعل الأرض. انتصاب الورك هو مفتاح انتصاب الجسم وذلك لكونه:

www.hollanduniversity.org

١ – يقرر انحناء الحوض والذي يشكل الأساس في انتصاب العمود الفقري.

٢ – يؤثر على حركات الساقين وعلى استقامة القدمين.

أما بالنسبة لقوة ومقاومة الهواء وكيفية التعامل معها فأن مناقشتها ضرورية جداً بالنسبة للمتخصص في المجال الرياضي فعندما تكون الريح قوية وآتية من الأمام فعلى الرياضي الحفاظ على توازنه عن طريق تحريك ونقل مركز ثقله بعيداً للأمام وذلك لمواجهة محاولة الميلان للدوران الخلفي فالرياضي يقوم بميل جسمه للأمام باتجاه الريح القادمة نحوه، أما في حالة كون الريح قادمة من الخلف الرياضي فعليه رفع الجذع عالياً.

أما بالنسبة لوضع الرأس خلال الركض فإنه يعتبر ضرورياً جداً. حيث ان وزن الرأس يعادل ١٤/١ من كتلة الجسم بالنسبة للبالغين ولحركات الرأس لها تأثيركبير على أعضاء الجسم الأخرى والرأس،يمثل العضو القيادي الأول في حركة الجسم وله دور كبير في عملية توازن حركات الجسم.وكقانون عام فأنه من الأفضل لتوازن العداء ان يحافظ على الرأس في توازن طبيعي مع الكتفين ومع اتجاه العينين وفوق ذلك فأن فتل الرأس ضروري بالنسبة للمسافات الطويلة والمتوسطة.أن تأثير وضع الرأس الغير صحيح يمكن ملاحظته في نهاية السباق وعندما يتعب 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(١٠٠م) حيث تقل سرعة المتسابق نتيجة للجهود المبذولة لمقاومة القوة الطاردة المركزية ويمكن قياس ذلك بالمعادلة الآتية:

$$\text{القوة المقربة للمركز} = \frac{\text{وزن الجسم} \times \text{المسافة في المنحنى}}{\text{نصف قطر المنحنى}}$$

$$= \frac{٧٠ \text{ كغم} \times ١٠٠ \text{م}}{٣٥} = ٢٠٠ \text{ كم}$$

فكلما زادت سرعة اللاعب في الجري حول المنحنى كلما زادت القوة الطاردة المركزية عليه-وكلما زاد ميل الجسم اثناء الجري وكلما قلت سرعة اللاعب عما إذا جرى في خط مستقيم بمقدار ١٥-٢ من الثانية.

www.al-mostafa.com

مثال : اذا كان رقم اللاعب في سباق (١٠٠م) يساوي (١١) ثانية فأن رقمه في الـ (١٠٠م) الأولى من سباق (٢٠٠م) حول المنحنى =١١,١٥ أو ٢٠ر١١ثانية كما تختلف في وضع مكعبات البداية داخل حركة المتسابق عما هو متبع في سباق (١٠٠م)و (١١٠) حواجز-إذ توضع على الجانب الأيمن من المجال حتى يتمكن المتسابق 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 (٨٠٠م) -(٥٠٠م) -(١٠٠٠ر١٠م).

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 فمهمتها زيادة السرعة الى الحد الأقصى خلال المسافات الأخيرة من السباق وهي تختلف من لاعب لآخر ومن سباق إلى آخر.

سرعة العدو لمسافات قصيرة:

يمكن مناقشة سرعة العدو من خلال عاملين هما القدرة على التسارع (مقدرة 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 يكون العامل الثاني (أقصى سرعة جري) هو الأهم. وهذان العاملان ليسا مرتبطين ببعضهما لدرجة كبيرة ولهذا فأننا قد نجد فرداً بطيئاً في البداية ولكن سرعته القصوى كبيرة- أو نجد فرد ذو بداية سريعة ولكن

www.sudanuniversity.org

سرعته القصوى صغيرة -(لاعبي كرة السلة والتنس ذوي قدرة عالية على التسارع ولكن ذوي مستوى منخفض في سباق (٢٢٠) ياردة عدو والعكس صحيح).

وهناك مفاهيم أخرى للسرعة وهي:

١ - السرعة الابتدائية.

٢ - السرعة المتوسطة.

٣ - السرعة النهائية.

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.

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة الكلية المقطوعة}}{\text{الزمن}}$$ وهي هامة جداً للعدائيين

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

السرعة النهائية:

وهي السرعة في نهاية الفترة الزمنية.

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

www.hollanduniversity.org

أهمية السرعة:

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 وترددها Lenght 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 فالعدو أساساً أداء قدرة تعتمد على مقدرة الفرد على دفع جسمه بقوة وسرعة.

العوامل التي تؤثر في السرعة:

١ - طول العضلة .

٢ - القوة.

٣ - قانون مربع السرعة.

٤ - العلاقة بين القوة والسرعة.

٥ - السن والجنس

٦ - الحرارة.

٧ - النمط

٨ - المرونة

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 توضح 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.

السرعة = كمية قياسية

السرعة المتجهة = كمية متجهة

في سباقات المسافات القصيرة التسارعات (التعجيل) لحركة الساق تتطلب خطوات ايقاعية سريعة تبلغ من (٥ر٤-٥) خطوات في الثانية والتي تعتبر تكرارات لمستويات عالية الانجاز في البطولات الرياضية.

www.hollanduniversity.org

العضلات العاملة في الركض:

ان عضلات الاطراف السفلى الرئيسية التي تعمل في الركض لدفع الجسم إلى الأمام هي عضلات مد الورك والتي أهمها الاليوية الكبرى وذات الرأسين الفخذية والنصف غشائية. وعضلات مد الركبة التي تشمل المستقيمة الفخذية والمتسعة الوحشية والمتسعة الوسطى والمتسعة الآتية وعضلات مد رسغ القدم التي تشمل التوأمية والنعلية والقصبية الخلفية والشظوية الطويلة والشظوية القصيرة والاخمصية والمأبضة وقابضة الأصابع الطويلة وقابضةالأبهام الطويلة وقابضة الأبهام القصيرة وقابضة الأصبع الصغير القصيرة.

ان عضلات المد في مفاصل الورك والركبة ورسغ القدم هي المسؤولة عن حركات الثني التي تحدث في هذه المفاصل وحركات المد التي تعقبها ايضاً: ففي حركات الثني تنقض عضلات المد انقباضاً لا مركزياً للسيطرة على فعل الجاذبية الارضية.وفي حركات المد تنقبض هذه المجموعات العضلية (أي عضلات المد نفسها) انقباضاً مركزياً مما يؤدي الى دفع الجسم إلى الامام والى الاعلى قليلاً.

ان انقباض عضلات المد يجب ان يكون انقباضاً سريعاً وان يكون مؤقتا مع حركة مركز 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.

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

www.hollanduniversity.org

في الركض القصير تكون عضلات ثني ومد مفصل الكتف مهمة وهذه العضلات تشمل الدالية الامامية والصدرية الكبرى وذات الرأسين العضدية والغرابيه (عضلات الثني) والعريضة الظهرية والمستديرة الكبرى والدالية الخلفية وذات الثلاثة رؤوس العضدية (عضلات المد) .

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

أن ميكانيكية الركض سوف تتأثر بتعب العضلات فالراكض الذي يركض على أخمص القدمين مثلاً سوف يعرض جزءاً أكبر من قدمه للأرض بعد التعب، وهذا يعزى بالطبع إلى تعب عضلات مد رسغ القدم وبصورة خاصة التوأمية والنعلية. وكذلك الراكض الذي يتصف بطول الخطوة سوف تقصر خطواته من جراء التعب، والراكض الذي يتصف برفع الركبة عالياً أثناء الركض سيكون ارتفاع ركبته أقل اثناء التعب.

أن كل هذه الصفات هي صفات اقتصادية بالنسبة للطاقة المبذولة ولهذا ترى أنها صفات يتصف بها راكض المسافات الطويلة إذا قارناه براكض المسافات القصيرة. كما ذكرنا فأنه يمكن زيادة سرعة الراكض اما 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 كلاهما. ان 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

أدناه أهم الأسس والقوانين التي تعطي التفسيرات العلمية لفعالية الركض وهي كالآتي:

www.hollanduniversity.org

١ – طبقاً للقانون الأول من قوانين الحركة للعالم نيوتن فأن الجسم الثابت يبقى كذلك على ثباته.وفي الركض فأن مشكلة التغلب على القصور الذاتي للجسم تقل كلما زاد معدل سرعته فالقصور الذاتي يكون كبيراً جداً في لحظة النهوض وينتهي بعد انقطاع وتوقف التعجيل لهذا فأن ضرورة استخدام مكعبات البداية تساعد العداء على بذل أقصى قوة أفقية في الانطلاق والنهوض من تلك المكعبات وذلك لأنها:

-المكعبات تواجه بسطوحها اسفل القدم مما يسمح للقدم بالدفع الافقي.

- تسمح بوضع الساقين بشكل أفقي.

- تسمح للعداء باستخدام اقصرى حد ممكن في مفاصل الحوض والركبة والكاحل في كلا القدمين.

٢ – وطبقاً للقانون الاول لنيوتن فأن الجسم المتحرك يبقى على حاله في الحركة ما لم يؤثر عليه بقوة تغيير من حالته الحركية أو اتجاهه ومن اجل الحفاظ على الجسم و على الركض بسرعة . في خط مستقيم وفي أقواس مضامير الركض على العداء بذل قوة اضافية لذلك او عن طريق ميلان الجسم للداخل لمعادلة قوة الدفع اللامركزية (الطاردة) لضمان الحفاظ على التوازن والركض الطبيعي السريع في مثل هذه الحالات.

٣ – طبقاً للقانون الثاني عند قوانين الحركة لنيوتن فأن التعجيل يتناسب طردياً مع القوة المسببه له،والشغل الكبير لساق الدفع يرفع من مستوى تعجيل العداء.

٤ – طبقاً للقانون الثالث والخاص بالفعل ورد الفعل فأن لكل فعل رد فعل يساويه في القيمة ويعاكسه في الاتجاه.

٥ – ما دامت العتلة الطويلة تطور سرعته اكثر في النهاية من العتلة القصيرة فطول الساق خلال قسم الدفع للركض يجب ان يكون أطول ما يمكن عندما تأخذ السرعة بنظر الاعتبار وهذه تنجز عن طريق التمدد الكبير لمفصل الركبة في نهاية قسم الدفع.

٦ – كلما كانت المركبات العمودية للقوة قليلة كلما كانت المركبات الافقية أو الدافعة كبيرة وهذا يحصل في الركض الصحيح حيث أن الحركات العمودية لمركز ثقل العداء يجب تقليلها الى الحد الأدنى كمان المركبات العمودية للقوة من الأفضل ان تكون من الكفاية

www.hollanduniversity.org

بحيث تواجه او تعادل سحب جاذبية الأرض للأسفل ودون ان تكون للدرجة التي ينتج فيها الارتداد الغير مرغوب للجسم.

٧ – الاكثر تكاملاً للمركب الأفقي للقوة باتجاه الخلف باتجاه الخلف يكون اكثر مساهمة من الحركة الأمامية للجسم. الحركات الجانبية للذراعين والساقين والجذع تقلل من الدفع الامامي ومن اجل ضمان الحركة الامامية للجذع يجب عمل ما يلي:

أ – الركبتان يجب رفعهما مباشرة للأعلى وللأمام.

ب – مرجحة 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 القوى 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:

لتجنب القفز الذي يقاطع الركض اثناء ركضة الموانع فأن المتسابقين الجيدين في مثل هذه الفعالية يقفزون الموانع بواسطة استخدام الركض في خدمة القفز للساق الأمامية وبالتداخل مع حركة الساق الخلفية المرجحة جانبياً وعند العبور من الموانع الواطئة الارتفاع كما هو الحال في سباق الـ(٤٠٠م) موانع للنساء لا يؤكد على الحركة الا انه في الجانب الآخر كما هو الحال في سباق الـ(١١٠م) موانع للرجال حيث ان المانع مرتفع ويبلغ ثلاثة اقدام وستة انجات او (٦٧٠ر٦)م وحتى بالنسبة للمتسابقين في الوثب الطويل وذي الرجلين الطويلتين يجب عليه ان يبالغ في أداء حركة القفز على المانع خلال الركض السريع كما في الشكل (٣٣).ان قافزي الموانع من ذوي الخبرة يركضون فوق الموانع عن طريق عمل المجالات بالقدمين بين الموانع وفي عملية رفع مركز ثقل الجسم اكثر قليلاً مما هو عليه الحال في خطوات الركض عند مقارنة الزمن المستغرق في الطيران والقفز فوق الموانع العشرة فقط لمتسابقي (١١٠م) موانع الابطال فأنهم لا يحتاجون الى أكثر من (٢) ثانية أي بمعدل (٢ر٠) ثانية لكل مانع. ومع ذلك فأن هنالك استثناءات لأبطال قلائل يتمكنون من انجاز أقل 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.

www.hollanduniversity.org

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 الحواجز:

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

أماالخطوة قبل الحاجز فأنها تؤخذ بمجرد هبوط قدم الارتقاء في نهاية اخر خطوة قبل الحاجز فأن القدم الاخرى (الحرة) تتحرك لأعلى مع ثنيها من الركبة وذلك للتقليل من عزم قصورها الذاتي. وتستمر مرجحة الرجل الحرة عند وصولها الى حدود حركتها للأمام أولا على أن تنتقل طاقتها الحركية الى بقية الجسم وذلك طبقاً لمبدأ انتقال كمية الحركة والطاقة الحركية المنقولة من الرجل تساوي:

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

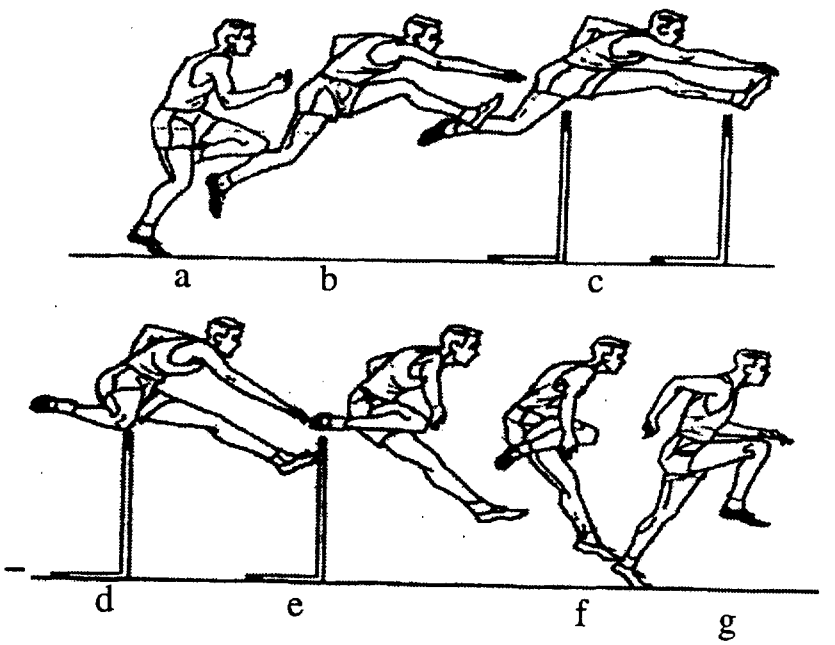
حيث T = الطاقة الناتجة من عزم الرجل المؤرجحة.

ومن القانون يتضح لنا ان هذه الطاقة تتناسب مع مربع السرعة الزاوية W^2 طردياً وبذلك فأنه كلما زادت السرعة الزاوية كلما زادت الطاقة المنقولة إلى باقي الجسم.ويكمل هذا النقل انقباض العضلات المادة 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 يضاد عملية نقل مركز الثقل والدوران للخلف الناتجين 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 اولاً

www.hollanduniversity.org

لأسناد الجسم ثم دفعه للأمام والأعلى في اتجاه الحاجز. وفي الخطوة الأخيرة وقبل اجتياز المانع الأول فأن جسم المتسابق يكون عمودياً او قريباً للعمودي مع السرعة والتدرج في رفع مركز ثقل الجسم والذي يكون أسرع مما يؤخذ عند أخذ الخطوات في الركضات السريعة .

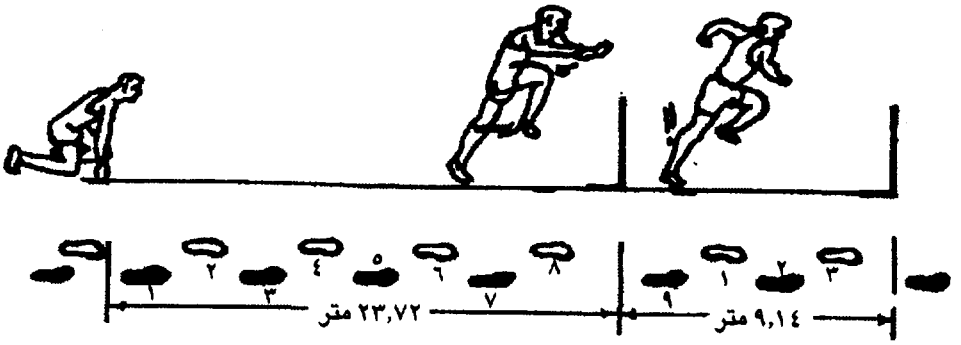
أن طول اللاعب وطول ساقيه وعدد الخطوات التي يقطعها من مكعب خط البداية حتى المانع الاول هي عوامل تحدد وتؤثر على الوضع الصحيح للعداء عند مكعب خط البداية. والعداء الجيد يختلف عن العداء المبتدئ من ناحية امتلاكه للعوامل اعلاه. والعوامل التي تميز العداء الجيد هي طول الجسم والساقين مع أخذ (٧) خطوات في تغطية المسافة المحصورة بين مكعب البداية والمانع الأول مع وضع قدم الارتقاء في مكعب البداية والعكس يحدث بالنسبة للعداء الاقل جودة حيث يقطع المسافة بـ(٨) خطوات شكل (٣٤) وتكون قدم ارتقائه خلفاً في مكعب خط البداية (حسين والطالب ،١٩٧٩).



شكل (٣٣)

مرحلة الطيران بين كسر الاتصال مع الأرض واعادتها

www.hollanduniversity.org



شكل (٣٤)

عدد الخطوات بين البداية والمانع الأول

البداية الصحيحة تكون عندما يوضع الحوض بشكل أفقي وزاوية الظهر والرجلين تكون أكبر مما هي عليه في البداية القصيرة لركض الـ(١٠٠م) . اما سرعة الانطلاق بعد اطلاقة 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 لمقدمة القدم، كما ويعمل المتسابق على تقصير الخطوة ما قبل الاخيرة للمانع كي يسمح لمركز ثقله بالانتقال والارتكاز على القدم الامامية لغرض الاستعداد لميل الجسم لكي يضمن الاستقامة في حركة الجسم والتي تكون على شكل قوس مفتوح.

أن العداء في سباق الموانع يعمل على رفع مركز ثقل جسمه قبل وصوله للمانع وبأرتفاع 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 العبور الصحيح للمانع فأن العداء يعمل على النهوض من نقطة بعيدةمن المانع كي يضمن الحفاظ على سرعته أولاً ثم السيطرة على رفع الساق القائدة التي ترفع بدورها مركز ثقل الجسم إلى نقطة أعلى من المانع. أن الهجوم السريع لأجتياز المانع ترتبط اذن بكفاية مسافة النهوض مع الابتعاد عن المبالغة في لرفع العالي لمركز ثقل الجسم فوق المانع مما يعمل على ضمان

www.hollanduniversity.org
الاجتياز الصحيح للمانع. لهذا فان العداء ذا الساقين والجسم الطويل أفضل من العداء ذا الساقين والجسم القصير وذلك لأن الطول عامل مهم في ضمان عدم اضاعةوقت في الطيران فوق المانع بالنسبة للعداء الطويل. ان المسافات والتناسب بين النهوض والهبوط تعتمد على :

١ – الاقتصادي في وضع العبور: ميلان الجذع الواضح مع التوقيت الصحيح للحركة المزدوجة للذراعين والرجلين تجهز نموذجياً اقتصادياً صحيحاً في الاداء الحركي للفعالية كما في شكل (٣٦-a)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 (٣٦-b) يعتبر مضيعة للوقت في الهواء.

٢ – علاقة ارتفاع الرياضي بارتفاع المانع:-بالمقارنة مع العدائين طوال القامة فأن مركز ثقل الجسم للعدائيين قصار القامة يتحرك بشكل عمودي عال ولهذا فانه يأخذ وقتاً كبيراً في الارتفاع والسقوط بالمقارنة مع العداء طويل القامة.

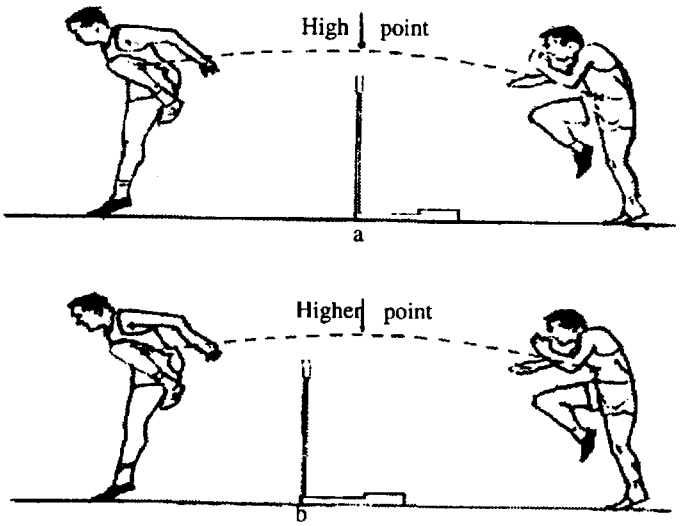
٢ – سرعة الاقتراب : ان سرعة الاقتراب الكبيرة مع اطالة مسافة النهوض تسمح بالدفع الامامي الافقي والعبور القصير السريع. وان العداء الذي يعطي سرعة كبيرة فوق الموانع القليلة الأولى فأن هذا سيعطيه مجالاً أكثر في زيادة مسافة النهوض مع تقصير مسافة الهبوط.

٤ – عمل الساق القائدة: كلما كانت السرعة في رفع الساق القائدة كبيرة كلما تمكن الرياضي من الاقتراب من المانع وعبوره يكون سريعاًوالعداء يستخدم ساقه القائدة بشكل عال وسريع. ان الثني على الركبة والكاحل يقلل عزم القصور الذاتي حول مفصل الركبة مما يسمح بالسرعة الزاوية العاليةوهذه الحركة العالية والكبيرة تنقل السرعة الى مركز ثقل العداء كما في الشكل (٣٧) ان العمل العالي والسريع للساق القائدة والميلان الأمامي 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 وتتطابق 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 العالي لتجنب الاصطدام بالمانع كما في الشكل (٣٧-a).

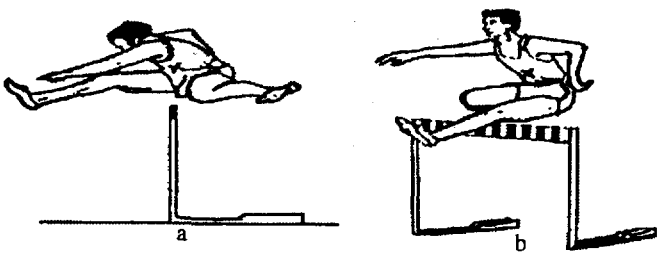
www.hollanduniversity.org

وعندما يكون بعيداً جداً من المانع فعليه ان يقفز عاليا لتجنب السقوط على المانع. شكل (b-٣٧) وفي كلا الحالتين فأنه سيفقد وقتاً كبيراً. و ان 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 آخر خطوة قبل اجتياز المانع وعلى العداء ان يركز على الاهتمام بعمل الساق القائدة التي يجب رفعها بشكل سريع مع انثنائها من مفصل الركبة من اجل التغلب على عزم القصور الذاتي الناتج عن مرجحة الساق الحرة للخلف وكذلك تسهل عملية دوران الساق حول محاور مفاصل الساق.



شكل (٣٥)

الارتفاع العالي لمركز ثقل الجسم:



شكل (٣٦)

(b) ارتفاع غير اقتصادي (a) ارتفاع اقتصادي

www.hollanduniversity.org

ان الركبة للساق القائدة يجب مرجحتها 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 للساق القائدة للحصول على استقامة من نوع ما في حركتها الامامية الدافعة وهذا يسبب الانتقال.

- وموضع مركز ثقل جسم العداء يكون إلى الامام وللأعلى مع ميل ودوران قليل للجسم.

نحوالخلف.لو فرضنا ان العداء يقطع (١١٠م) في السباق بزمن (١٣ر٤) ثا فأن معدل سرعته يكون كالآتي:

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{١١٠\text{م}}{١٣,٤\text{ث}} = ٨,١٧\text{م/ث}$$

وقد تكون قمة السرعة في السباق لبعض الموانع التي يجتازها بما يعادل(٨ر٩) م/ثا وإذا ما أردنا حساب المسافة العمودية أو الزمن المستغرق في رفع مركز ثقله لمسافات محددة من نقطة النهوض الى أعلى نقطة يصلها فعلى هذا الأساس يتمكن من ذلك من خلال العلاقة الجبرية التالية:

$$\text{المسافة العمودية} = \text{التعجيل الأرضي} \times (\text{الزمن})^{٢}$$

وإذا ما أخذنا المثال اعلاه لـ"Dyson,1986" وحسبنا قمة السرعة التي اعتبرناها (٩.٨م/ثا) فأنه يستطيع زيادة الارتفاع للأعلى مع الزيادة في قطع المسافة وفقاً للتالي:

بسرعة (٩.٨م/ثا) يرتفع (٥٠سم) يغطي (١م)

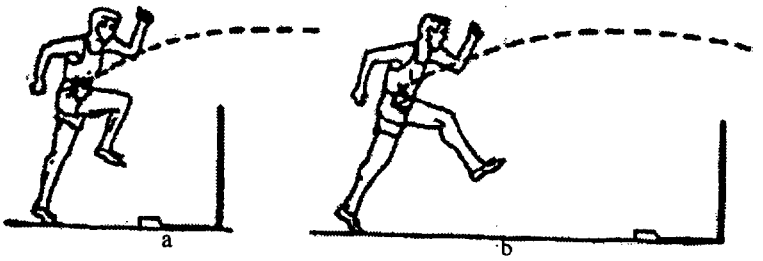
يرتفع (٥ر٧سم) يغطي (١.٢٢م)

يرتفع (١٠سم) يغطي (١.٤٠م)

يرتفع (١٥سم) يغطي (١.٧٤م)

يرتفع (٢٠سم) يغطي (١.٩٨م)

www.hollanduniversity.org



شكل (٣٧)

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

أما الذراعان في هذا الوضع فأن أحدهما تمتد اماماً مع القدم القائدة. أي ان الذراع المعاكسة للقدم القائدة تكون ممدودة للأمام. أما الذراع الاوبي فان امتدادها يكون للخلف مع حركة انثناء 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:

بمجرد ان يترك اللاعب الارض فأنه يقع تحت تأثير قوتين هما قوة الجاذبية ومقاومة الهواء . وبالنسبة لقوة الجاذبية فأنها 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 أنه كلما زادت السرعة الرأسية زاد زمن المروق وبالتالي زاد ارتفاع مركز الثقل. ولكن الارتفاع المبالغ فيه يكون غير مطلوب في هذه الحركة التي يجب ان تكون قريبة جداً من خطوة العدو العادية. وبالتالي فعلى اللاعب ان يضبط مركبة سرعته الرأسية بحيث تكفي فقط لرفع مركز الثقل للأرتفاع المطلوب فقط دون زيادة لأن يؤدي ايضا 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 الارتقاء فالمركبة الرأسية تتناسب طردياً مع جيب زاوية الانطلاق ،اما بالنسبة لمقاومة الهواء فأنها تؤثر على السرعة الافقية 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

www.hollanduniversity.org

في اتجاه بعضهما البعض وهذا يؤدي الى تقريب مركز الثقل للداخل بالنسبة للأجزاء السفلى للجسم ويلاحظ ان هذه الحركة تكون مصحوبة بحركة للامام وللأسفل من الذراع الحرة. وفي اللحظة التي تعبر فيها ركبة الرجل الحرة 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 الارتقاء مع رفعها للخارج بحيث تعبر الحاجز والفخذ موازٍ للارض تقريباً. وهذا يساعد على عبور الحاجز مع عدم المبالغة في رفع مركز الثقل ونتيجة لحركة رجل الارتقاء 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 المائع فإن هناك قوتان تؤثران على تحليقه هما قوة مقاومة الهواء وقوة الجذب الارضي. ان هاتين القوتين تؤثران على تحديد اتجاه حركة العداء وتوجيهها نحو الاسفل بأسرع ما يمكن لهذا فإن السرعة العمودية تمثل المركب الايجابي 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 للأعلى كما ذكرنا سابقاً في حين أكدنا بأن الاقتصادية في الأداء تستوجب رفع مركز ثقل الجسم الى الحدود التي تسمح للجسم بالمرور فوق المانع بشكل سريع ودون الارتطام به مع الحفاظ على توازن حركة الجسم خلال الركض عند عملية اعادة الاتصال بعد الهبوط من المانع . ان الجذع والساق الحرة يستمران بالاقتراب من بعضهما خلال الجزء الاول من مرحلة الطيران وهذا ينتج عنه انخفاض في مستوى مركز ثقل الجسم الى اوطأ نقطة للجسم كما وأن حركة الذراعين المتعاكسة تعتبر عاملاً مهماً في انخفاض مركز ثقل الجسم حيث تكون حركة الذراع الامامية متجهة أماما للأسفل والرأس يتحرك بموازاة مجال الركض (٣٦-a) ان حركات الجذع والساق الحرة تعملان بشكل متعاكس بعد عبور ركبة الساق القائدة للمانع حيث ان الساق الحرة تعمل باتجاه الاسفل والى الخلف حيث يسبب هذا رد فعل للجذع باتجاه الخلف وللأسفل لكي تبدأ عملية اتصال القدم للأرض.

٣-الوضع بعد المانع:

وبالنسبة للهبوط فهناك عدة ملاحظات تتلخص في :

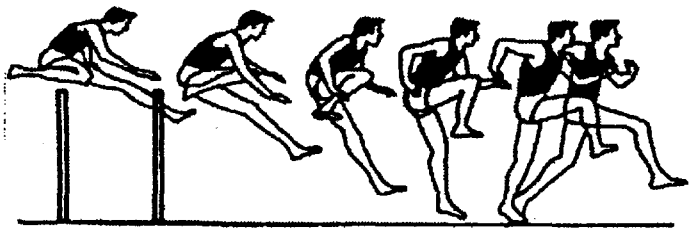
www.hollanduniversity.org

١ - يهبط اللاعب وجسمه قريب من وضع الوقوف العادي وذلك حتى يقع مركز الثقل تقريباً على قدم الهبوط. وذلك لأنه لو كانت القدم الأمامية امام خط مركز الثقل فأن ذلك سيعرقل الحركات للأمام (شكل(٣٨).

٢ - يجب ان تتحرك الرجل الحرة وتدفع الارض للخلف بمجرد ملامستها للأرض وبنفس سرعة حركة الجسم للامام لأخذ الخطوة التالية وللتغلب على ميل الجسم للدوران للخلف الناتج من حركة الرجل الحرة.

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

- في الوضع الافقي يميل العداء بالجذع للأمام وتتحرك الذراعان بالعرض بعيداً عن الجسم وبذلك تتاح الفرصة لجسم العداء للتخلص من رد فعل الارتقاء دون بذل مجهود عنيف.
- في الوضع الامامي تخفض الذراع الممدودة العكسية وترفع الذراع الاخرى وهذه الحركات من الذراعين تساعد على التخلص من حدة رد الفعل الناتج من حركة الرجلين على الجذع.
- في الوضع المائل يفرد الجذع لأعلى من جذع العداء وتكون حركة الرجلين عكسية لرد الفعل الواقع على الجذع وذلك يساعد على التوافق والسرعة عند الهبوط.



شكل (٣٨)

الهبوط بعد المانع

www.hollanduniversity.org

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

وبعد ذلك يتجه الجسم بشكل قوي نحو الامام لغرض اخذ الخطوة بعد المانع، ان هذا الدفع نحو الأمام ناتج عن العمل الامامي العالي لساق التغطية اما الجسم فإن رد فعله لعمل الساق الحرة بعد ارتطامها بالارض يكون بأتجاه الخلف، وان لم يكن الدفع لساق التغطية قوياً فقد يسبب قصراً في طول الخطوة الاولى بعد المانع مسبباً صعوبة كبيرة في اكمال الخطوات الثلاثة بشكل سريع ومتزن بين الموانع. 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 كالآتي

خطوة النزول من فوق المانع الى الارض	٤ قدم و ٦انج
الخطوة الأولى	٥ قدم و٦انج
الخطوة الثانية	٦ قدم و٩ انج
الخطوة الثالثة	٦ قدم و٣ انج
خطوة النهوض من الارض الى المانع الثاني	٧ قدم

www.hollanduniversity.org

العضلات العاملة في ركض ١١٠م موانع

الحركة نحو المانع:

في حركة الراكض نحو المانع يحدث ثني في مفصل ورك الرجل القائدة وتشمل العضلات المحركة هنا كلاً من المقربة الطويلة والمقربة القصيرة والرقيقة والمستقيمة الفخذية والعانية والقصبة والخياطية والحرقفية ومن المحتمل ان يكون عمل العضلتين الخياطية والرقيقة جزئياً في حركة ثني الورك لأن نفس العضلتين تشتركان في حركة ثني الركبة في الوقت الذي تمتد الركبة مع ثني الورك في ركض الموانع بالاضافة الى العضلات المحركة هناك عضلات مثبتة وهذه العضلات تشمل المستقيمة البطنية والمنحرفة والخارجية والمنحرفة الداخليةالتي تعمل على تثبيت منطقة الحوض كي تمكن الساقين من انجاز الحركة بالشكل المطلوب اما العضلات التي يجب ان ترتخي اثناء هذه الحركة فهي العضلات الآليوية الكبرى وذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية.

أما في مفصل الركبة للرجل القائدة فتحدث حركة ثني سلبية في المرحلة الأولى من جراء ثني مفصل الورك ثم تعقبها حركة مد ايجابية. وتتكون العضلات المحركة هنا من كل من العضلات المستقيمة الفخذية والمتبعة الوحشية والمتسعة الوسطى والمتسعة الانسية. والعضلات المثبتة في هذه الحالة تتكون من عضلات ثني الورك التي ذكرناها سابقاً حيث انها تقوم بثني مفصل الورك وبنفس الوقت تثبت عظم الفخذ بشكل يساعد على مد الركبة. اما العضلات المضادة فتشمل ذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية والمأبضية والاخمصية والتوأمية . وفي الجذع يحدث ثني أمامي وتدوير 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 ازواج وعندما يتقلص الزوج يحدث الثني. وحتى يحدث التدوير المناسب الى جهة الرجل القائدة نجد ان أحدى الجهتين من الزوج تتقلص بقوة أكبر 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 الموانع نجد ان ثني الورك ومد الركبة يحدثان في نفس الوقت الذي يحدث فيه ثني الجذع. ولهذا فأن وزن الرجل والجذع المسحوبين باتجاه بعضهما يزود الحركة

www.hollanduniversity.org
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 والغرابية والجزء العلوي من الصدرية الكبرى والرأس الطويل من العضلة ذات الرأسين العضدية. أما العضلات المثبتة في هذه الحركة فهي العضلات التي تثبت لوح الكتف والتي تشمل رافعة اللوح والجزئين الاول والثاني من العضلة المربعة المنحرفة والعضلة المسننة اما العضلات المضادة فتشمل كلاً من المربعة المنحرفة والعضلة المسننة اما العضلات المضادة فتشمل كلاً من الدالية الخلفية والعرضية الظهرية وتحت الشوكة المستديرة الصغرى والمستديرة الكبرى والرأس الطويل من ذات الثلاث رؤوس العضدية.

في الذراع المعاكسة للرجل القائدة ايضاً يحدث مد في مفصل المرفق والعضلات لحركة مد المرفق تشمل كلاً من المرفقية وذات الثلاث رؤوس العضلية وباسطة الرسغ الزندية وباسطة الاصابع المشتركة. وعندما يمتد المرفق يميل المفصل إلى المد عادة. أما في حركات ركض الموانع، فأن حركةمد المرفق تقترن بحركة ثني الكتف ولهذا فأن حركة الثني في مفصل الكتف تقوم مقام التثبيت لمفصل المرفق اثناء المد. وفي رسغ القدم تحدث حركة المد. حيث ان القدم تكون ثابتة على الارض ويقع فوقها ثقل الجسم بحيث ان انقباض عضلات مد الرسغ تحقق حركة واحدة فقط وهي المد، أي الحركة المطلوبة أما العضلات المضادة والتي يجب ارتخاؤها في هذه الحركة فتشمل باسطة الاصابع الطويلة وباسطة الابهام الطويلة والقصبية الأمامية والشظوية الثالثة.

في اصابع وابهام قدم الرجل الناهضة تحدث حركة الثني والتي تكون العضلات المحركة فيها كلاً من قابضة الاصابع القصيرة وقابضة الاصابع الطويلة وقابضة الأبهام الطويلة ومقربة الأبهام المنحرفة وقابضة الأبهام القصيرة وبين المشظيات الاخمصية والدورية (الخراطية) والمربعة الاخمصية. ولا توجد ضرورة لتقلص عضلات مثبتة في هذه الحركة أما العضلات المضادة فتشمل باسطة الاصابع القصيرة وباسطة الاصابع والابهام الطويلة.

اجتياز المانع:

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

www.hollanduniversity.org

والشادة الخارجية وكمثرية الشكل والخياطية والشادة لغمد الفخذ والعضلة الفخذية الرباعية الرؤوس.عندما يحدث الابعاد في مفصل الورك لأحدى الرجلين تميل عظام الحوض باتجاه عضلات الابعاد ومع هذه الحركة وتثبيت الحوض تنقبض العضلات المنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية والمربعة القطنية التي تقع بنفس جهة الرجل المبعدة. ان انقباض هذه العضلات الاخيرة يؤدي بدوره إلى ميلان الجزء العلوي من الجذع وهذا بدوره يتطلب انقباض عدة عضلات في الجهة المعاكسة لمنع الميلان . أما العضلات المضادة لحركة الابعاد في الورك فتشكل كلاً من المقربة الطويلة والمقربة القصيرة والمقربة الكبيرة الاليوية 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 والمأبضة والاخمصية والتوأمية وعندما يحدث الثني في مفصل الركبة فإنه يحدث عادة المد في مفصل الورك بسبب انقباض العضلات ذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية. أما في وضعية راكض الموانع هذه فيثبت الفخذ (عظم الفخذ) ضد المد بفعل عضلات ثني الورك التي تطرقنا اليها في مجال سابق والتي تعمل على ثني الورك في نفس الوقت الذي تحدث به حركة المد في الركبة .ان العضلات المضادة والمرتخية اثناء حركة مد الركبة تشمل كلاً من المتسعة الوحشية والمتسعة الوسطى والمتسعة الاسنية 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 القائدة ويشترك في هذه الحركة كل من العضلات الاليوية الكبرى وذات الرأسين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية وبالنظر لكون عضلات مد الورك هذه تتصل بتركيب ثابت نسبياً (عظام الحوض) فلا توجد حاجة كبيرة لانقباض عضلات مثبتة .ولكن بالرغم من ذلك تنقبض كل من العضلات المنحرفة الداخلية والمنحرفة الخارجية والمربعة القطنية . اما العضلات المضادة لحركةمد الورك فتشمل المقربة القصيرة والمستقيمة الفخذية والعلنية والقطنية والحرقفية والخياطية والرقيقة.

www.hollanduniversity.org

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

وفي هذه الحالة يحدث مد الرجل القائدة ومد الجذع في نفس الوقت والجزءان المتحركان يعادلا (يثبتا)بعضها. وفي الحقيقة يحدث مد الجذع كوسيلة لتهيئة قاعدة ثابتة تمتد عليها الرجل بقوة كبيرة.أما العضلات المضادة لحركة مد الجذع فتمثل كلا من العضلتين المستقيمة البطنية والقطنية وعادة تذكو العضلتان المنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية كعضلتين مضادتين لحركة مد الجذع. أما في هذه الحالة فأن هاتين العضلتين لا ترتخيان كعضلتين مضادتين بل تكونا متقلصتان لتثبيت منطقة الحوض. وفي مفصل الكتف للذراع القائدة تحدث حركةالمد اثناء الهبوط، والعضلات المحركة هنا تشمل كلاً من الدالية الخلفية والظهرية العريضة وتحت الشوكة والمستديرة الكبرى والمستديرة الصغرى. ولتثبيت عظم اللوح تقبض كل من العضلة المعينية الشكل والجزئين الثالث والرابع من العضلة المربعة المنحرفة اماالعضلات المضادة لحركة المد في مفصل الكتف فتشمل الغرابية والدالية الأمامية والصدرية الكبرى والرأس الطويل من العضلة ذات الرأسين العضدية.

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

الأسس الميكانيكية لفعالية ركض ١١٠ م موانع

أن الأسس الميكانيكية المؤثرة على الأنجاز العالي في فعالية ركض ١١٠ م موانع كثيرة ومتعددة. وسنتناول هنا ابرز تلك الأسس الميكانيكية Hay 1988, Dyson 1980 وهي كالآتي:

١ – ان تكنيك البداية للمستخدم في ركض الموانع يختلف عن التكنيك المستخدم في الركض السريع في نقطتين مهمتين وهما:

www.hollanduniversity.org

- يجب ان تسمح قدم الانطلاق الأمامية في وضع البداية راكض الموانع وأن يأخذ عدداً مناسباً من الخطوات للمانع الأول وأن يصل إلى وضع النهوض 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 للنهوض على المانع الأول يتطلب أن يكون جذعه في وضع الاستقامة أو قريباً من الاستقامة بشكل مبكر بالمقارنة مع سباق الاركاض السريعة.

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

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

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

ومن العوامل الأربعة اعلاه فأن العاملين الاخيرين يشكلان الأهمية الكبيرة بالقياس لبقية العوامل. ان السرعة الافقية العالية للعداء تستغرق وقتا اقل لوصول القدم القائدة لارتفاع مناسب لكي يعبر المانع. أي أنه يزيد مسافة النهوض كلما زادت السرعة الأفقية وبعبارة أخرى فأن السرعة العالية للاقتراب تضمن مسافة كبيرة بين نقطة النهوض والمانع مع ارتفاع مناسب لمركز الثقل فوق المانع اما بالنسبة للتكنيك المستخدم وخاصة بالنسبة للسرعة التي يمكن ان تجلب من خلالها القدم القائدة فوق المانع هي مهمة جداً في تحديد مسافة النهوض فإذا ما تساوت كافة العوامل فأن العمل للساق القائدة كلما كان سريعا كلما كان قريباً من كافة العوامل. وأن العمل للساق القائدة كلما كان سريعاً كلما كان قريباً من المانع في لحظة النهوض وكلما ضمن وقتاً قصيراً في اجتياز المانع .

www.hollanduniversity.org

٤ – عند الطيران فوق المانع وكسر الاتصال مع الارض فأن العداء يواجه قوتين مؤثرتين على طيرانه وهما قوة الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء.وقوة الجاذبية ليس لها تأثيراً على سرعته الأمامية بل تعمل على جذبه باتجاه الارض. ويعمل العداء على السيطرة على هذه القوة بواسطة سرعته العمودية عند لحظة النهوض. وكلما كانت سرعته العمودية كبيرة خلال تلك اللحظة كلما تمكن 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 خضهما للسرعة الامامية كبيراً.لهذا السبب فأن العداء يعمل على تقليل هذه المقاومة عن طريق تقصير فترة طيرانه وعبوره للمانع والعودة السريعة للأرض.

٥ – كلما اتجهت الساق اماما عاليا كلما تطلب من الرياضي ميلان جذعة نحو ا لأمام فوق المانع. هذا الميلان للجذع يحافظ على وضع مركز ثقل الجسم في نقطة واطئة. وكلما اتجهت الساق للأسفل كلما ارتفع جذع العداء وهذا الارتفاع يرفع الحوض ويسنده، أما حركة الذراعين فأنها تتحرك بنفس الحركة التي تقوم بها خلال الركض.

٦ – بعد عبور الساق القائدة للمانع فأن حركتها باتجاه الارض يجب ان تكون سريعة مع رفع الجذع للأعلى بنفس الوقت على أن تكون القدم اسفل مركز ثقل الجسم. ان هذا يعطي زخماً حركياً أمامياً للجسم مع تجنب اي اعاقة للسرعة.

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

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

www.hollanduniversity.org

٨ – ان طول العداء يلعب دوراً هاماً في خدمة المتطلبات والأسس الميكانيكية.

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

www.hollanduniversity.org

الفصل الثاني

التحليل الحركي لفعاليات الرمي

قذف الثقل

رمي القرص

رمي الرمح

www.hollanduniversity.org

الفصل الثاني

التحليل الحركي لفعاليات الرمي

أن الهدف الأساسي في مسابقات الرمي مع اختلاف الأداة وطرق رميها هو المسافة التي يمكن أن تقطعها الأداة ولتحقيق 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 الانطلاقة.

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

١ - سرعة الانطلاق .

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل في مسابقات الرمي والدفع و يتميز تكنيك الرمي الناجح بأن يبذل اللاعب كل قواه العقلية لتحقيق أكبر مسافة ممكنة ولأقصر مدة من الزمن لأن سرعة خروج الأداة تتعادل مع محصلة القوى المبذولة في الاتجاهات المختلفة التي يقوم بها اللاعب في حركة مد الرجلين والجذع والذراع الدافع للاداة. فكلما كانت سرعة انطلاق الأداة كبيرة زادت المسافة التي تدفع بها. وهذه السرعة عبارة عن التعجيل 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 نعتبرها طول مسافة التعجيل).

www.hellanduniversity.org

ويقدر هذا الشغل بالنسبة لما قامت به العضلات كحاصل ضرب القوة في المسافة.

الشغل المبذول = ق × م

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

ق = ك × جـ

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

- يجب أن تكون القوة المستخدمة في الرمي أو الدفع في الاتجاه المناسب الذي يمكن أن نحصل منه على الزاوية المناسبةوفقاً للمعادلة المعروفة للمقذوفات حيث ان زاوية انطلاق الأداة أحد العوامل في هذه المعادلة.
- تبذل القوى الجسمانية المختلفة في توافق زمني محدد (تتابع معين وتوقيت صحيح) حيث أن الدقة في أثناء الحركات أثناء الأداء تؤدي إلى نتائج أفضل بالإضافة إلى عامل الدقة في التوقيت. ولكي تكتسب الأداة السرعة القصوى يجب أن تعمل روافع الجسم على الحركة في الاتجاه الصحيح ذلك لأن الحركة السريعة التي تقوم بها روافع الجسم تمكننا من الحصول على أقصى قوى فعالة.
- أن التكنيك 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 للامام فيكون رد فعل الأرض وبذلك يسمح ببذل اقصى قوة للرمي أو الدفع.
- للحصول على أقصى سرعة أثناء ترك الأداة يجب أن يتغلب اللاعب ويسيطر على مقاومة الأرض أثناء اجراء عملية قذف الأداة في مسابقات دفع الجلة ورمي الرمح فتكون فعالية القدم الخلفية معدومة بعد ان تؤدي وظيفتها في الدفع أو يكون الاحتكاك بالارض بواسطة

www.hollanduniversity.org
القدم المتقدمة.ومن الأهمية بمكان أن تأخذ في الاعتبار سلامةالتوقيت لإنتهاء فاعلية القدم الخلفية بالنسبة لحركة الذراع وذلك لكي تتضح 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 عامة. وبالنسبة لمسابقات الرمي تعتمد القوى المبذولة إلى حد ما على كتلة اللاعب ويلاحظ عندما ترمي الذراع القرص فأن الاحتمال الحادث في هذه الحالة هو تحرك جسم اللاعب لاسفل وللخلف (وبصفة خاصة كتف الذراع الرامية) نتيجة لحركة رد الفعل ويؤثر ذلك على انخفاض مستوى فاعلية (تأثير) القوة والزمن الذي يستغرق للاستفادة من هذه القوة.

٢ – زاوية خروج الاداة (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 أنسب زاوية تعطى أبعد مسافة ممكنة هي زاوية ٤٥° نتيجة لنظرية القذائف من الأسطح المستوية الممثلة في المعادلة الآتية:

$$\text{المسافة} = \frac{\text{٢ × جيب زاوية الانطلاق × (سرعة الانطلاق)}^{٢}}{\text{تعجيل الجاذبية الأرضية}}$$

وكلما زادت هذه الزاوية إلى ٩٠° قلت مسافة الرمي، كما أنها إذا قلت ٤٥° قلت مسافة الرمي فإذا ما كانت سرعة الانطلاق ثابتة وتغيرت زاوية الانطلاق وجدنا اختلافاً في مسافة الرمي.

٣ – ارتفاع نقطة التخلص.

ان ارتفاع خروج الأداة عن سطح الأرض يؤثر على المسافة التي تدفع اليها ويعتمد على طول اللاعب وطول ذراعه. ونتيجة للدراسة الديناميكية لدفع الثقل وجد ان لسرعة الانطلاق أهمية أكبر من زاوية الانطلاق وان الاستخدام السليم للرجل القوية وعضلاتها لا تلعب دوراً هاماً في

www.hollanduniversity.org
(انطلاق) الأداة باقصى سرعة فحسب بل في انطلاقها بزاوية سليمة فإذا كانت سرعة الخروج منخفضة تكون حركة الرجل والذراع هي التي تسبب عنها هذا الخطأ وليست حركة الذراع أو الذراعين. يجب أن نضع في الاعتبار الأهمية الكبرى لحركة الرجل والجذع أثناء الحركات الأخيرة في محصلة الرمي وهي انطلاق الأداة حيث اعتبرنا أن السرعة القصوى قد اكتسبت أثناء 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.

وسنتناول في هذا الفصل فعاليات الرمي وهي قذف الثقل ورمي القرص والرمح لغرض تحليلها 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. ولقد 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 شيئا فشيئاً حتى وصل إلى بروز وظهور طرق متعددة والتي يمكن تلخيص أبرزها كما يلي:

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

٢ - طريقة أوبرين 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 أوبرين(الزحف) وطريقة الدوران لذلك فإن المؤلفان سيقومان بتناول كل من الطريقين في دفع الجلة وذلك لاخضاعهما للتحليل الميكانيكي الحركي والمقارنة لغرض الوصول إلى نتائج أفضل في مجال مسابقات قذف الثقل.

www.hollandlibrary.org

(طريقة اوبريان) Technique of the shot Put Obrian Style

١ – حمل الثقل Holding the shut-(Hnadhold)

٢ – وقفة الاستعداد Strating Position

٣ – بداية الزحف Strating glide

٤ – الزحف The glide

٥ – الوصول لوضع الدفع Reaching stance

٦ – حركة الدفع Throwing Position. (Puting action)

٧ – التماس والاحتفاظ بالتوازن The reverse

١ – حمل الثقل (Hand hold)

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

طريقة أوبريان Obrien Style

يقبض اللاعب أوبريان 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

يقبض فيوكس على الثقل باليد اليمنى ويضعها على أطراف الأصابع الخمسة وذلك لأنه كان يمتاز بقوة أطراف أصابعه وهي تشبه إلى حد كبير شكل (٣٩).

www.hollandmiddle.org

شكل(٣٩) طريقة فيوكس

شكل (٤٠) طريقة نايدر

شكل (٤١) طريقة اوبريان

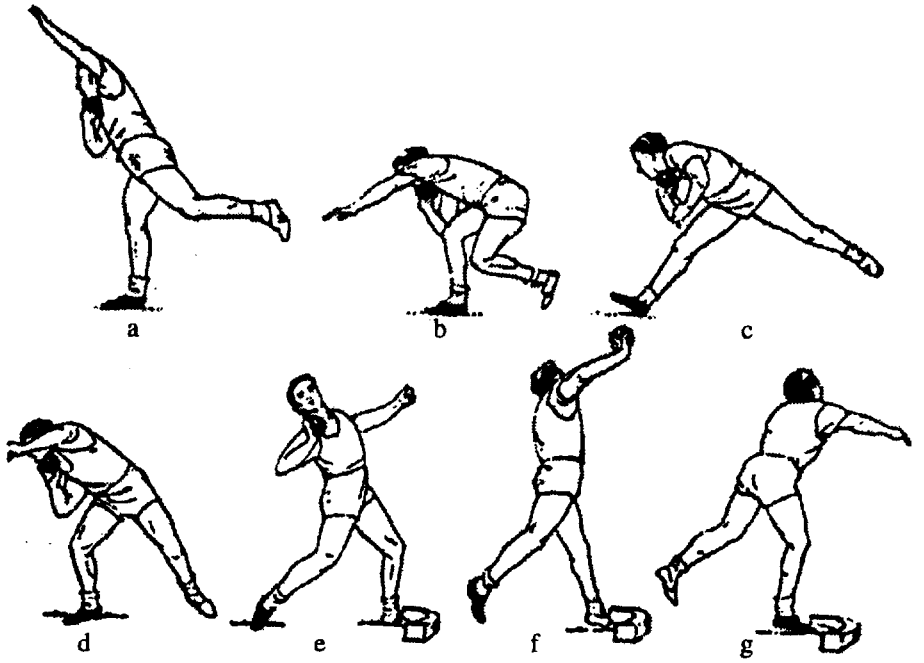
طريقة نيدر Nider Style

يضع الثقل على الكتف قبل عملية الدفع وعند اداء الزحف واثناء الوصول إلى وضع التخصص يدحرج الثقل إلى أطراف اصابعه للدفع .قد كان يرى أن هذا الوضوع يرج مفاصل الاصابع وهذه الحركة صعبة جداً ولا يستطيع أن يؤديها إلا اللاعبون الذين يمتازون بالتوافق الحركي الكبير شكل (٤٠). وتعتبر اسهل الطرق للقبض على الثقل هي وصفها على أنمل مفاصل الثلاثة أصابع ويكون الاسفل بالابهام والبنصر.

٢ – وقفة الاستعداد Strating Position

يقف اللاعب داخل دائرة الرمي وظهره مواجه لاتجاه الرمي ويكون جسم اللاعب ممتداً بارتخاء لإدخار طاقته محتفظاً بتوازن سهل الحركة ونسمي 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 يكون محمولاً على العظام بحيث يعضها 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 مرتكزاً على الساق اليمنى والقدم اليسرى للخلف بمسافة من قدم إلى قدم ونصف والارتكاز يكون على الأصابع وشكل (٤٢-a) يوضح الوضع السليم لوقفة الاستعداد.وتحدد القانون طريقة حمل الثقل حيث يقبض اللاعب على

الجلة المناسبة له ويتم وضعها تحت عظام الفك وفوق عظمة الترقوة. بحيث تكون محصورة بين الفك من أسفل والترقوة والابهام من اسفل الثقل والاصابع من الخلف وبذلك يكون الطريق مفتوحاً أمامها للانطلاق كما في شكل (a،٢) وانطلاق الثقل بزاوية مناسبة يضمن مسافة رمية إلى أبعد ما يمكن من مسافة أفقية. يجب تشغيل المجموعات العضلية المشتركة في الأداء الحركي بشكل منسق متكامل حتى يكون اتجاه حمل القوى في اتجاه واحد يؤثر على مسافة الرمي وبذلك يجب تباعد العضد على الجانب بزاوية ٤٥° تقريباً. ويلاحظ عدم وضع الثقل خلف الكتف أو بعيداً على الكتف ،وغير مسموح أيضاً بلصق المرفق بالجذع إلى أعلى ما يمكن ويلاحظ أنه إذا التصق مفصل المرفق بالجذع، فمن الناحية الميكانيكية للحركة تدفع الجلة للأمام ولا تنطلق بالزاوية المناسبة المضبوطة مما يؤثر تأثيراً كبيراً على مسافة الرمي، وعند دفع مفصل المرفق لأعلى يتجه الثقل عند دفعه لأسفل وهذا خطأ.



شكل (٤٢)

طريقة اوبريان

www.hollanduniversity.org

وضع الذراع الحرة

يمكن للذراع الحرة ان تتخذ أحد الأوضاع التالية

١ – يرفع الذراع الحرة عالياً.

٢ – يرفع الذراع أماماً.

٣ – طريقة اوبريان للذراع الحرة. وفيها يرفع الذراع عالياً بميل بسيط للأمام مع انثناء بسيط من مفصل المرفق ويكون الرسغ في حالة استرخاء كاملة. (شكل ٤٢-a).

وضع الرأس

يكون وضع الرأس عمودياً وفي امتداد الجسم.وغير مسموح ميلها للأمام أكثر من اللازم أو دفعها. ويكون النظر على خط مستقيم في اتجاه مضاد لاتجاه الدفع (كما في شكل٤٢ السابق).

٣ – بداية الزحف Starting glide

يميل اللاعب بجسمه للأمام من أعلى إلى أسفل «حركة بندولية متوازية» (كمافي شكل ٤٢-b,c) بحيث يخرج الجزء العلوي من الجسم خارج مؤخرة الدائرة بغرض أكماله خط سير الجلة) خط الرمي شكل ٤٣-١-أما الرجل الحرة فأن مهمتها هي حفظ إتزان الجسم ومنعه من السقوط خارج الدائرة وتكون الساق دون الخط الأفقي ودون مستوى الجذع وتكون الساق اليمنى منحنية بزاوية ١٤٠ وفي 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 بقوة توازنه فيصبح مثل الميزان- ويجب أن يؤدي الحركة بانسياب وإسترخاء.وتكون حركة القدم الحرة من أسفل إلى أعلى في اتجاه واحد وليس لليمين أو اليسار ثم تعود الساق لحرة للامام وتزداد درجة انثنائها 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 أو (الزمبرك) المضغوط فإذا أزلنا عنه الضغط فإنه يفقد قوة أي يرجع إلى حالته بطاقة دفع كبيرة ولذلك تنطلق العضلات

بقوة بعد هذا الوضع. ويجب مراعاة أن في نفس الوضع يجب أن نكون نقطة مركز الثقل ونقطة الارتكاز والخط الواصل بينهما مثل الاتجاه الذي سيتم الدفع فيه .ومن هذا الوضع تتم الخطوة التالية وهي حركة الزحف.

٤ -الزحف The gilde

تأرجح وتدفع الرجل اليسرى في حركة قوية نحو اتجاه القذف وهي ممتدة للخلف واسفل بحيث يكون مقدم مشطها متجها لاسفل ومتحركاً في اتجاه خط الرمي كما يجب أن تكون الحركة سطحية ولا ترتفع عن الارض وإلا 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 تنفرج زاوية الرجل اليمنى وتزداد الى ١٤٠° ويحدث ذلك الانحناء قوة دفع ويكون اتجاهاً إلى الخلف وليس إلى أعلى أي في اتجاه خط الرمي ويكون الرأس ومركز ثقل 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 الزحف فجأة وقد يسمح بأن تترك القدم للأرض في لحظة خاطفة ومن المستحسن ألا تغادر القدم الأرض مع ملاحظة عدم دفع الجذع إلى أعلى لأن ذلك لا يساعد على الزحف. وهناك بعض اللاعبين الذين استطاعوا أن يصلوا إلى قمة البطولة ومع ذلك فهناك أخطاء فنية في طريقة الأداء التي يمارسونها ولو تمكنوا من اصلاحها لارتفعت وتقدمت الارقام والنتائج.

وتؤرجح الرجل الحرة لأخذ وضع الرمي في حركة بندولية خلفاً خارجاً مسحوبة من الركبة وذلك بفتح مشط القدم.

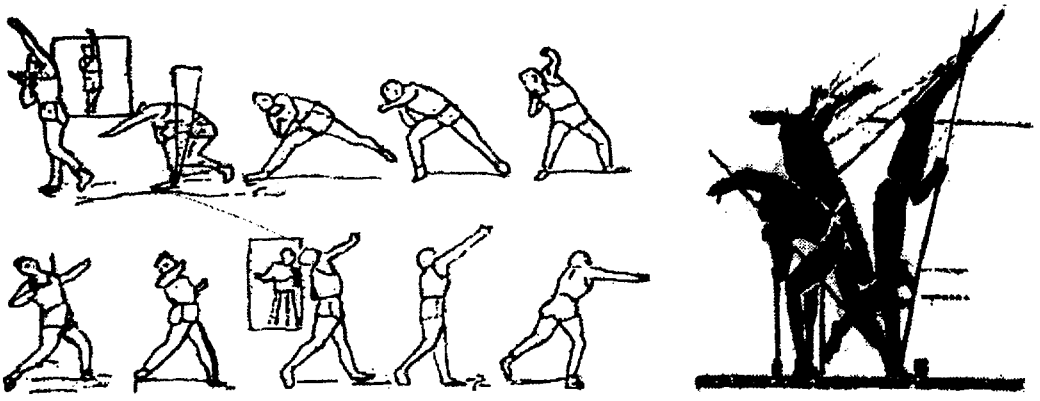
ويجب ان تكون الذراع اليسرى أمام الجسم في حالة ضغط عليها في اتجاه مضاد لاتجاه القذف وهذا الوضع السليم لها. وعدم سحب الذراع اليسرى إلى أعلى في حركة فتح. وتسحب القدم اليمنى اثناء الزحف مسافة ٨٠:٨٥سم وتقاس هذه المسافة من كعب القدم إلى الكعب الآخر أو من مقدم القدم إلى الأخرى (مشطها) وتتوقف هذه المسافة على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

www.hollanduniversity.org

شكل (٤٣)

الحركة البندولية للجسم أماماً أسفل

الحركة الميكانيكية الكاملة لطريقة أوبريان



شكل (٤٤)

الوصول لوضع الدفع وحركة الدفع نفسها

www.hotfanda.forumy.com

وتكون الساق المؤرجحة اليسرى في وضع يسمح لمشط 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 ١١٠أ الى ١٢٠أ .وفي هذه الحالة تصل الحافة الخارجية لمشط القدم اليسرى إلى لوحة الايقاف وتكون المسافة بين القدمين في هذا الوضع من ٨٠:٨٥ سم وتثنى ركبة الرجل الحرة قليلاً وتصل زاويتها من ١٤٠أ–١٥٠أ وتعتبر هذه أحسن زاوية تساعد على دفع الجسم شكل (d,e–٤٢) وفي هذا الوضع يكون مركز الثقل في هذه الحالة اقرب منه إلى اتجاه اليمين ويقع بعيداً عن كعب القدم اليمنى بحوالي ٢٠سم.

والخط المار بين الكتفين (المحور) والخط المار بين حافتي عظام (الحوض) لا يتطابقان في الاتجاه ابدا ودائماً يكون الفرق بينهما ٧٠أ 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 ان يلف الجذع في اتجاه الرجل اليمنى وعدم انحناء الجذع للأمام مع مراعاة أن يقع العمود الساقط من مركز ثقل الجسم على الخط الواصل بين القدمين ويكون العمود الساقط من الثقل إلى أسفل على امتداد الخط الواصل بين القدمين.

٦–حركة الدفع Throwing Position (Putting action)

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

ويجب ان تكون القوة الفعلية الناتجة من الذراع دافعة وليست رافعة وأن تكون مركز اتجاه القوى بالنسبة للذراع وهو الكتف يقابل القوى الرافعة اليد الدافعة.ايضاً مركز ثقل الجلة يكون في نفس الاتجاه وتحدث الحركة كالاتي:

www.hollanduniversity.org

عندما تستقر القدم اليسرى على الحافة الداخلة لها بجانب لوحة الايقاف يكون الجسم مهيئاً لتجميع قواه للقيام بحركة الدفع ويكون الجسم مستمراً في الحركة في اتجاه الدفع متأثراً بالقوة الدافعة المستمدة 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 مواجهاً قطاع الرمي حيث يكون مقدم القدم اليمنى متجها للأمام وذلك بان يدفع اللاعب الحوض اسفل الكتف وفوق قدم الارتكاز التي تدور مرتكزة على مشطها وفي هذه الحالة يكون وزن الجسم موزعاً على القدمين وتكونان الساقان منثنيتان بزاوية قدرها (١٣٥ْ تقريباً ،شكل ٤٤هـ) 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 الاعداد إلى لحظة الدفع يجب أن تكون ما يمكن أي حوالي (٦٠ْ، شكل ٤٤ ص ل) ويجب ملاحظة أنه إذا فتحت الزاوية أكثر من ٦٠ْ فتعتبر خطأ لتذبذب الجسم وينثنى أكثر ويحدث عدم تسلسل في الحركة وإنسيابها وتوقفها وتقطعها اثناء الوصول إلى وضع التخلص وهذا نتيجة لضعف عضلات الرجلين. ويعني هذا أن الثقل يتحرك في مسار طويل وإذا حدث وكانت الحركة الأولى غير عميقة فإن الزاوية تكون قصيرة وبذلك تكون المسافة التي تنتقل فيها الثقل قصيرة جداً وبذلك لا يمكن بذل الطاقة لمدة اطول والتي تسرع بطيران الثقل.

كيف يمكن تأدية حركة الدفع ؟ (شكل ٤٤-ص-هـ-و-ن)

حينما يختل وزن الجسم الى القدم الأمامية يكون اللاعب قد واجه قطاع الرمي وتكون الرجل اليمنى قد وصلت إلى أقصى امتداد ومرتكزة على مشطها ويكون وزن الجسم ساقطاً على الرجل الأمامية التي تستمر في الامتداد حيث تكون الذراع الرامية قد دفعت الثقل مع الاستمرار في متابعة الثقل حتى يتم التخلص (كلما ارتفعت نقطة التخلص كلما بعدت نقطة الهبوط لذلك يفضل اللاعب طويل القامة في وضع زاوية الدفع مع الخط الافقي بزاوية قدرها ٤١ْ وتكون الزاوية الرأسية في هذا الوضع ٥٩ْ والزاوية المحصورة بين أسفل الأبط والجذع ٦٠ْ كما يتبين ذلك الوضع في الشكل السابق).

ويجب في هذا الوضع ان تعمل العضلات الكبرى مجتمعة في وقت واحد وقد يحدث أن لا تتم الحركة في تناسق وانسياب. وفي اللحظة التي تنتهي فيها العضلات الكبرى من عملها يكون

www.hollanduniversity.org
اللاعب خلف الثقل وتبدأ عملية الدفع وفي هذه اللحظة يتم اتصال العضلات الصغرى إبتداءً من عضلات الكتف ثم العضد فمفصل المرفق وعضلات الساعد والرسغ والأصابع إلى أطرافها.

أما الرجلان فتبدأن الحركة من العضلات الخلفية للساق «سمانة الساق» Cufl muscle وتنتقل إلى مفصل رسغ القدم ثم الى الأصابع ، وعندما تبدأ عضلات الكتف والساعد في الحركة يتحرك الثقل ويلتف الصدر في اتجاه الرمي أمام الثقل بحوالي ٢٠سم ومفصل المرفق مفتوح للخارج ومرتفع وتجب مراعاة ان لا يرجح او ينخفض مفصل المرفق بل يكون جانبياً وزاويته في اتجاه الرمي ومنخفض اسفل المرفق تتدحرج الجلة على الاصابع بينما يرتفع الكتف الأيسر إلى الأعلى. وعندما تنبسط عضلات الجسم يجب ان تتم حركة الدفع بالأصابع عند أعلى نقطة وتتراوح نقطة التخلص ما بين ٣٠ر١ الى ٤ر٢متر.

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

٧ – التخلص والاحتفاظ بالتوازن The Reverse

شكل (٤٤–ي) وشكل (٤٢–g)

لكي يقلل اللاعب من سرعة اندفاع جسمه إلى الأمام بعد عملية الدفع يقوم اللاعب بتبديل مكان الرجلين أثناء ارتفاع القدمين في الهواء، فالرجل اليمنى تتحرك الى الامام للارتكاز عليها بجانب لوحة الايقاف والرجل اليسرى إلى الخلف والى الاعلى وينحني الجذع وبذلك ينخفض مركز الثقل حتى يكون مع الجذع شبه ميزان وذلك لحفظ توازن الجسم ومنعه من تخطي محيط دائرة الرمي. اما ذراع الرمي فتؤرجح عبر الجسم ولأسفل. وعند دفع الثقل يثبت الكتف الايسر في موضعه ويندفع الكتف الايمن في حركة الدفع وبعد اتمام حركة الدفع يكون من الصعب الاحتفاظ بحركة الكتف الايمن الذي يندفع أماماً برد الفعل لذلك يجب عدم السماح بالاستمرار في هذه الحركة ويجب الحد منها بأسرع ما يمكن. ويعزى السبب في ذلك

www.hollanduniversity.org
الى الطاقة العظمى التي يبذلها الكتف الأيمن ونجد كذلك أن الجذع ينحني قليلا للأمام وجانبا وهذا لا يعتبر خطا لأنه يحدث بأثر رد الفعل. ولكنه يستحسن الا يستمر فيه ولهذا السبب تسحب الذراع من وضع الدفع العالي إلى اقصى اليسار امام الركبة اليمنى وذلك لحفظ التوازن وتعتبر هذه الحركات نتيجة مباشرة لدفعة ناجحة قوية لا يمكن بأي حال عدم حدوثها.

الخطوات الفنية لدفع الجلة بطريقة الدوارن
Techniquep 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

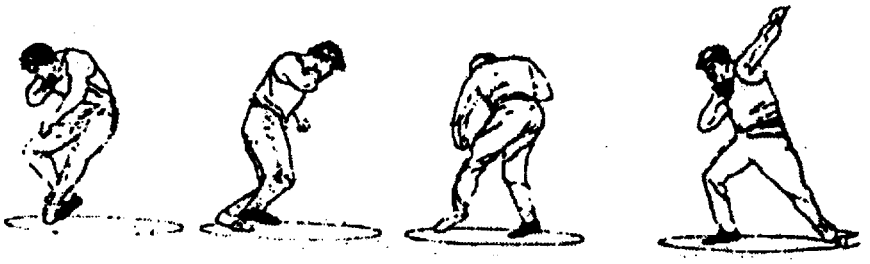
يقف اللاعب داخل دائرة الرمي وظهره مواجه لاتجاه الرمي ويكون اللاعب معتدل القامة وعضلاته في حالة استرخاء تام لان الجسم يكون محمولاً على عظام الهيكل ويكون مركز ثقل الجسم موزعاً على القدمين معاً وهما متباعدين عن بعضهما «مفتوحين» وبينهما مسافة من (٥ر١–٢) قدم. وإذا كان اللاعب يدفع بيده اليمنى فتكون في هذه الحالة قدمه اليسرى منحرفة إلى اليسار قليلاً أي ان القدمين متوازيين في هذا الوضع أما الزاوية التي بين القدمين فتكون ٤٥ وفي هذا الوضع يكون الدوران أسهل لأن القدم اليسرى تكون منحرفة إلى اليسار قليلاً أي تكون على استعداد للدوران وتكون الرجلان مشدودتين وغير منثنيتين والجذع مستقيماً وتكون الذراع الحرة اماما عالياً أو اماماً 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 التكور ،كما في شكل(٤٥) ولاطالة مسار طريق التعجيل للثقل لاقصى مدى يقوم اللاعب بنقل ثقل جسمه كله على الرجل التي اسفل الثقل ويتحرك كتفه في اتجاه معاكس لاتجاه الدوران والغرض الاساسي من الدوران هو توليد سرعة كبيرة عن طريق القوة الطاردة التي تساعد اللاعب على اطلاق الثقل باكبر سرعة الى ابعد

www.hollanduniversity.org

مسافة وتكمن صعوبة هذا الدوران في أن لا يكون في الاتجاه الدائري فقط بل يجب أن يتقدم اللاعب الى حافة المضادة. يبدأ اللاعب الدوران من مؤخرة الدائرة ويستمر فيه حتى مقدمتها مع مراعاة عدم حدوث اية تموجات في خط سير الذراع الحاملة للجلة طول الحركة وأن الذراع والجسم يعملان بتوقيت وسرعة واحدة والمحور العرضي للكتفين يشكل زاوية مقدارها ٣٠درجة مع الحوض مما ينتج عنه عزم في العضلات المادة.



شكل (٤٥)

طريقة الدوران

٤ – الدوران The Turn

يقوم الرامي بلف قدمه اليسرى على المشط مع حركة لف للركبة والجذع. أن هذه الحركة الدورانية تؤدي الى 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 تشبه إلى حدما عملية دوران القرص. الا ان الدوران هنا يكون بتعجيل كبير بسبب قصر نصف قطر الدوران.

أن الجسم بعد نقل مركز ثقله فوق القدم اليسرى يدور الى 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 الارض بثبات.

www.hollanduniversity.org

٥ – الوضع لوضع الرمي Reaching the throwing Position

على رامي الثقل استغلال كافة القوى الموجودة عنده في عملية الدفع الاخيرة.وتكون الساق اليسرى منثنية قليلاً واتجاهها باتجاه مجال الرمي مع ميلان قليل للجذع خلفاً. أما القدم اليمنى فإنها يجب أن تكون متجهة 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 الاخيرة. أما حركة الرجلين في طريقة الدوران لدفع الجلة فتشبه الحركة في قذف القرص كما أشرنا سابقاً.

تقسيم مراحل التعجيل شكل(٤٦)

المرحلة الاولى للتعجيل

وأهم حركة فيها هي اللف وتنتهي بوضع الرجل على الأرض وهي تشبه وضع الرمي واذا كانت المسافة بين القدمين صغيرة يكون التأثير ضعيفاً وهذا لا يسبب أشكالاً لانه بالتدريب يمكن التقدم والتحسن. وفي هذا الوضع تصل الجلة الى اقل سرعة حيث ان السرعة الزاوية لمحور الكتفين قليلة جداً نتيجة لف عظم الحوض حول قدم الارتكاز كمركز الدوران.

المرحلة الثانية للتعجيل

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

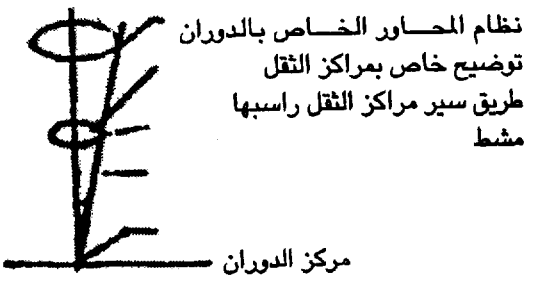
تحليل مراحل التعجيل

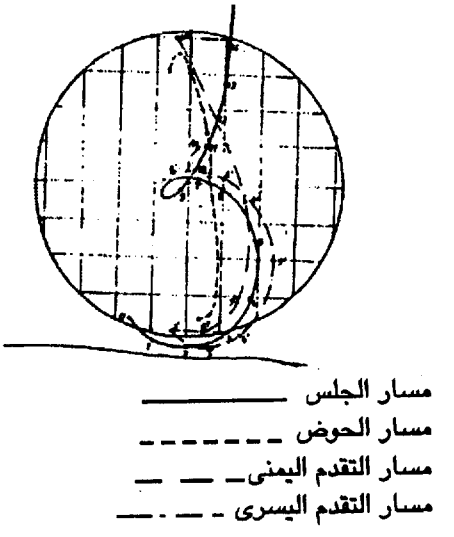
تكنيك الزحف يركز على السرعة التي اكتسبها في المرحلة الأولى للتعجيل (عند اللاعبين المتقدمين الذين تجاوزوا العشرين متراً السرعة ٥ر٢م،٣م)وتكنيك الدوران كما تتضح في الرسم البياني (٥) (١) أن طريق الجلة في المرحلة الأولى للتعجيل طوله ٥ر٢متر بالضبط وهذا المسار بيضاوي تقريباً نتيجة لحركة اللف والتقدم في وقت واحد. ويبين الرسم البياني رقم (٤٨) إن سرعة الثقل عند النقطة ٤ تصل الى ٣ر٢ م.ث وتقل أقصى سرعة بين النقطتين الثامنة والتاسعة.وتصل الى ١م .ث لو استطعنا ان نأخذ ٥٠٪ من السرعة لامكننا ان نظيف لمرحلة

www.hollanduniversity.org

التعجيل الثاني ٥ر م وهذه لها قيمتها وتؤثر على التعجيل الأول التي تبدأ بها الحركة وعند تعمقنا في تكنيك الدوران نجد أنه لا تجب متابعته من ناحية إضافة مراحل السرعات ولكن يجب أن تأخذ في الاعتبار نظام حركة اللاعب والثقل والطاقة الحركية للنظام كله والتي لا يمكن ان تفقد وتستمر طبقاً لقانون الطاقة ويبين الدايكرام في شكل (٤٩) ان التعجيل الأول يصل الى 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 مرتكزاً على رجل واحدة كما في الشكل (٤٥) ونتيجة لقلة سرعة محور الكتفين وزيادة سرعة محور الحوض يحدث التواء في الجذع مما يؤدي الى أن الطاقة الحركية للاعب تخزن في عضلات البطن والجذع وعند اجادة التكنيك يظهر عند الانتقال ان الالتواء يصل الى نهايته العظمى ثم ينفرد وينفك ومن المعروف من فسيولوجيا العضلة إنه إذا اثيرت العضلة ثم عادت الى وضعها ثم اثيرت مرة أخرى يكون تأثيرها أكبر (Dyson 1986).

وعند عمل مقارنة بين منحنى التعجيل لكل من طريقي الدوران والزحف كما في شكل الدايكرام رقم (٤٧) نجد أن التعجيل غير المنتظم، وبذا نجد ان إضاعة القوة في تكنيك الدوران أقل مقداراً فيها في تكنيك الزحف.

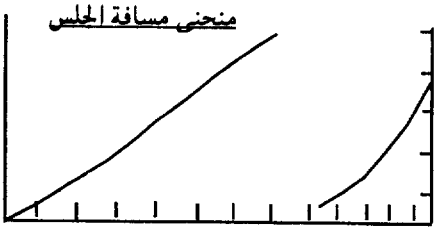




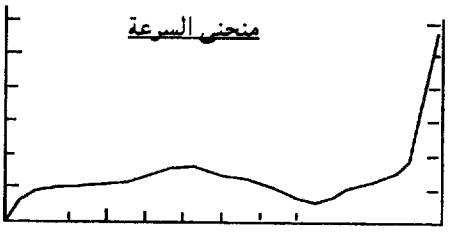
شكل (٤٦)

المسار البيضاوي لرمي الثقل بطريقة الدوران

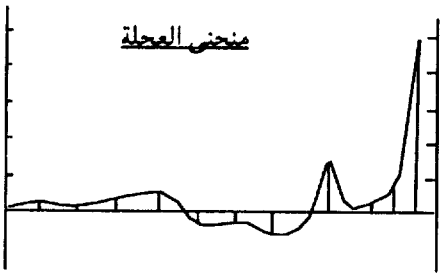
www.hollanduniversity.org



شكل (٤٧)
منحنى مسافة الثقل



شكل (٤٨)
منحنى السرعة



شكل (٤٩)
منحنى التعجيل

مشاكل تكنيك الدوران

لا بد أن نسجل أن طريقة الحركة صعبة جداً كما قال كل من استخدمها لانها تحتاج الى سيطرة كبيرة على أجزاء الجسم والى 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:

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

وخاصة في المرحلة الأخيرة لمرحلة التعجيل الأول عند إرتكاز الرجل اليمنى عند مركز الدائرة. في هذ الحالة تنشأ صعوبات نتيجة التقدم واللف كما في شكل (٤٥) حيث أن المحور الذي يمر

www.hollanduniversity.org

بنقطة ثقل النظام كله يكون 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 التعجيل الأول عند المبتدئين فقط. أما بالنسبة للاعبين المتقدمين فتحدث 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 يتحسن هذا التكنيك.ومايمكن التنبؤ به من استعراض مميزات وعيوب هذا التكنيك أن لديه فرصاً أعظم من تكنيك الزحف وبالتجارب سوف يتضح التكنيك بصورة أفضل.

الأسس الميكانيكية لقذف الثقل:

أن 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. أن 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. وأنَّ زاوية الانطلاق كذلك يمكن تحديدها بواسطة العوامل الأربعة التي حددنا بموجبها سرعة الانطلاق وهي المقدار والاتجاه والمسافة والزمن، والزاوية المثالية للانطلاق دائماً اقل من (٤٥°) ذلك لان النقطة التي ينطلق فيها الثقل تكون في مستوى اعلى من النقطة التي يهبط فيها الثقل. أن المدى الذي تتباين فيه الزاوية المثالية عن (٤٥°) يعتمد على سرعة الانطلاق وارتفاع الانطلاق. فالسرعة الواطئة والارتفاع العالي للانطلاق يحقق زاوية انطلاق مثالية واطئة. 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 سيحقق مؤثر خلال لحظة الانطلاق. أما بالنسبة لتأثير الهواء على الثقل فأنه قليل جداً ولا يؤخذ بنظر الاعتبار كعامل

www.hollanduniversity.org

خارجي مؤثر على حركة الثقل وذلك لكونه أي (الثقل) ذي وزن كبير بالقياس للأدوات التي تقذف كالقرص والرمح. ولقد حسبت المسافة التي تقل فيها مسافة رمي الثقل كنتيجة لتأثير حركة مقاومة عليه وكانت تعادل ما يقارب (١٪) 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 فأن قوة الجسم الكبيرة تنتج سرعة انطلاق كبيرة ورمية ذات مدى أفقي كبير مادامت القوى تساوي الكتلة مضروبة بالتعجيل وهذه القوة للجسم يمكن أن تخلق مقداراً كبيراً للشغل المستخدم بالرمي عندما تستخدم بمدى حركي واسع خلال القسم التحضيري ووفقاً للعلاقة التالية:

الشغل = القوة × المسافة

وبناء على المدى الكبير الذي تستخدم بموجبه القوة لدفع الثقل فأن الزمن المستغرق سيكون كبيراً ايضاً وفقاً للعلاقة التالية :

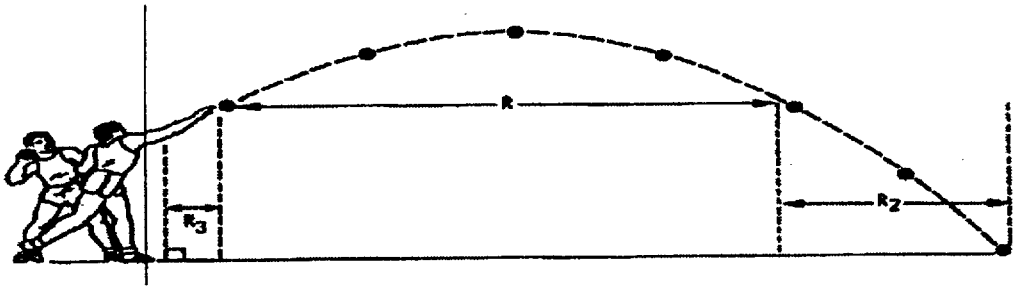
قوة الدفع = القوة × الزمن

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

٣ – القوى المختلفة للجسم يجب ان تبذل في تسلسل محدد وبتوقيت صحيح من حيث التقلص والانبساط للعضلات العاملة في أداء الحركات المكونة للمهارة. فسرعة الانطلاق عند رماة الثقل الجيدين تكون اكبر من الرماة ذوي المستوى الضعيف حتى اذا تساوت القوى المستخدمة من كلا المجموعتين او تساوت العوامل الاخرى.وهذه السرعة يجب ان لا تزيد عن حدود قابلية الرياضي في هذا وذلك لان المبالغة بالسرعة تؤدي الى فقدان سيطرة الرامي على استخدام القوة بشكل سليم لخدمة توجيه القوة باتجاه الثقل ومجال الرمي. لهذا فأن الرمية الصحيحة تتطلب حالة من التوفيق المنسجم بين سرعة الرامي وقوته.

www.hollanduniversity.org

٤ – أن الثقل ينطلق من ارتفاع (٧–٥ر٧) قدم. وما دامت زاوية الانطلاق (٤٥°) هي الزاوية المثالية للحصول على اقصى مدى افقي لحركة الثقل عندما تكون نقطة الهبوط في نفس مستوى نقطة الانطلاق. لذلك فأن الزاوية (٤٥°) لا يمكن أن تكون زاوية مثالية كون نقطة الانطلاق للثقل تكون في مستوى اعلى من نقطة الهبوط المحددة والمسافة المحددة بالحرف (R) في الشكل (٥٠) عن (Bunn 1972) يمكن أن تحدد وفقاً للمعادلة التالية :–



شكل(٥٠)

المسافات التي يقطعها الثقل من نقطة انطلاقه الى نقطة سقوطه على الافق.

$$\text{المدى الافقي (R)} = \frac{\text{(السرعة)}^{٢} \times \text{ضعف جيب الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

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 اعلاه بالصياغة التالية للمعادلتين:

$$R + R_2 = \frac{\text{(السرعة)}^{٢} \times \text{جا}< \times \text{جتا} < + \text{السرعة} \times \text{جا} < \sqrt{(\text{السرعة} \times \text{جا} <)^{٢} + \text{ارتفاع الثقل} \times 2 \times \text{التعجيل الأرضي}}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

عن ذلك يمكن أن نقول أن المدى أو المسافة الأفقية تتأثر بزاوية الانطلاق التي تعتمد أعتماداً 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 للتالي:

www.hollanduniversity.org

١ – الزاوية المثالية 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 الافقي.

ارتفاع الانطلاق	سرعة الانطلاق (الثا / م)					
	٢٨	٣٢	٣٦	٤٠	٤٤	٤٨
٨٠ قدم	٣٨° (٣١,٣٤)	٣٩° (٣٨,٩٩)	٤٠° (٤٧,٥٨)	٤١° (٥٧,١٣)	٤٢° (٥٧,٦٥)	٤٢° (٧٩,١٥)
٧,٦ قدم	٣٨° (٣٠,٩٥)	٣٩° (٣٨,٥٨)	٤٠° (٤٧,١٥)	٤١° (٥٦,٦٩)	٤٢° (٦٧,١٢)	٤٢° (٧٨,٦٩)
– ٧,٠ قدم	٣٩° (٣٠,٥٥)	٤٠° (٣٨,١٦)	٤١° (٤٦,٦٣)	٤١° (٥٦,٢٥)	٤٢° (٦٦,٧٦)	٤٢° (٧٨,٢٣)
٦,٦ قدم	٣٩° (٣٠,١٦)	٤٠° (٣٧,٧٥)	٤١° (٤٦,٢٩)	٤٢° (٥٥,٨١)	٤٢° (٦٦,٣١)	٤٣° (٧٧,٧٨)

جدول رقم (١٤)

علاقة زاوية الانطلاق والارتفاع وسرعة الانطلاق والمدى الأفقي

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

www.hollanduniversity.org

يمكن أن نلاحظ في ذلك ونثبت الحقائق أدناه كلما كانت سرعة الانطلاق كبيرة وارتفاع الانطلاق عال كلما أمكن الحصول على مسافة افقية كبيرة في الرمي مفترضين أن زاوية الانطلاق أقل من (٩٠°) وقريبة من الزاوية المثالية (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 ٤٨ قدم/ث
٨ قدم	(٤٢°) (٧٩,١٥) قدم
٧,٦ قدم	(٤٢°) (٧٨,٦٩) قدم
٧,٠ – قدم	(٤٢°) ٧٨,٢٣ قدم
٦,٦ قدم	(٤٣°) ٧٧,٧٨ قدم

جدول رقم (١٥)

علاقة زاوية الانطلاق بارتفاع وسرعة الانطلاق والمدى الافقي

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

www.hollanduniversity.org
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 الارض خلال الرمي فأنه في ذلك لا يحقق الفائدة المرجوة من قوة رد الفعل أي رد فعل الارض.لهذا فأن الرامي يجب ان يقف وقدماه متصلان بالارض وحالما يصل الى مقدمة أو أمام الجسم يرفع القدم اليمنى مع بقاء اتصال القدم الامامية اليسرى بالارض. ان هذا العمل يجب ان يتم بتوقيت وتسلسل سليم مع التركيز على عدم فقدان الاتصال بين الرامي والارض طيلة فترة الرمي.

أن التكنيك الصحيح في رمي الثقل يتطلب أن تكون القدم الخلفية متصلة بثبات بالارض حتى لحظة دفع الذراع للثقل. والرامي الذي يكسر اتصاله بالارض قبل ترك الثقل ليد الرامي سيسبب اضاعة 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 فأن رد الفعل للمركب العمودي لحركة الذراع يمكن مواجهتها بواسطة الدفع للأعلى من قبل الارض وبغض النظر عن وزن الرامي. إلا أن رد الفعل للمركب الأفقي سيسبب للقسم العلوي للجسم الرياضي الخفيف الوزن أن يتحرك خلفاً أكثر من الرامي ثقيل الوزن.

٧ – في لحظة وضع القدم الأمامية واتصالها بالارض تتحرك الذراعان والكتفان بسرعة أكبر قليلاً من سرعة القسم السفلي للجسم فالقدم عند غرسها بالارض تساعد على اسراع الحركة للقسم العلوي للجسم مع تأخير حركة مركز الثقل المزدوج للثقل والجسم الرامي فالحركة للجسم مع الثقل خلال الدوران في دائرة الرمي تزداد سرعتها في الاطراف العليا بعد توقفها في الاطراف السفلى نتيجة لغرس القدم بالارض مسببة زيادة في السرعة المحيطة ذلك لان السرعة لاي جزء من اجزاء الجسم تزداد عندما تتوقف حركة احدى نهايتيه وخاصة اذا كان البعد بين النهاية الثابتة والنهاية المتحركة كبيراً فالنهاية الثابتة هنا قدم الرامي الامامية 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 رسغ القدم والركبة والورك. والتي تشمل العضلات التوأمية والاخمصية والنعلية والقصبية الخلفية

www.hollanduniversity.org
وقابضة الاصابع الطويلة وقابضة الابهام الطويلة والشظوية الطويلة والشظوية القصيرة بالنسبة لمفصل رسغ القدم. والعضلات المتسعة الوحشية والمتسعة الانسية والمتسعة الوسطى والمستقيمة الفخذية بالنسبة للغشائية 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 تشترك العضلات العليا والامامية والتي تشمل العضلات الدالية والصدرية الكبرى وذات الرأسين العضدية والغرابية.وفي مفصل المرفق تشترك عضلات المد التي تشمل ذات الثلاثة رؤوس العضدية والمرفقية. وفي رسغ اليد تشترك عضلات الثني التي تشمل الراحية الطويلة وقابضة الرسغ الكعبرية وقابضة الرسغ الزندية وعضلات الرقبة.

التحليل الحركي لفعالية رمي القرص (شكل – ٥١)

لكي يحصل لاعب القرص على أطول مسافة ممكنة، يجب ان ينطلق القرص بأقصى سرعة ممكنة وزاوية معينة وتتأثر هذه الزاوية الى حد ما بالعوامل المتعلقة بديناميكية (حركة المقذوفات 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 ذراع المطرقة تنقل القوة الناتجة في الاتجاه الذي تتخذه ،أما القرص فينطلق من ذراع اللاعب وتأثير يده على الاتجاه الذي يتخذه 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 – المرجحة الاعدادية Preliminary Swings

٤ – الاستعداد للدوران In to theTurn

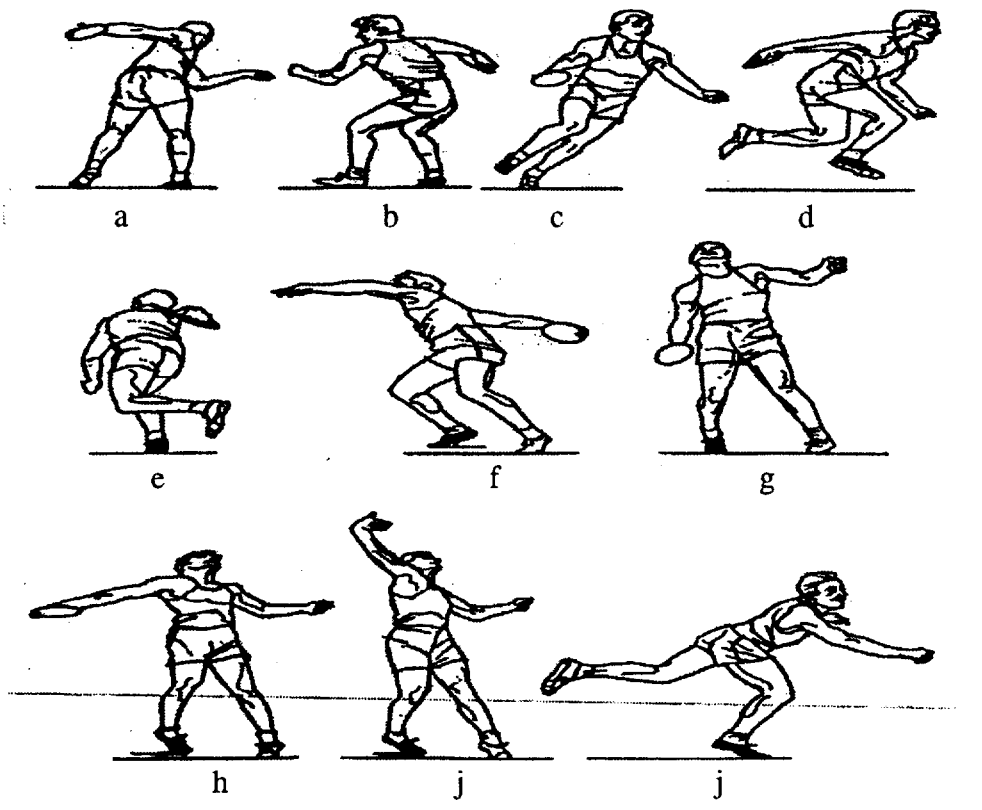
٥ – الدوران The Turn

٦ – الوضع لوضع الرمي (التحفز) Reaching the throwing Position

www.hollanduniversity.org

٧ – الانطلاق Throwing action

٨ – التخلص وحفظ التوازن The reverse



شكل (٥١)

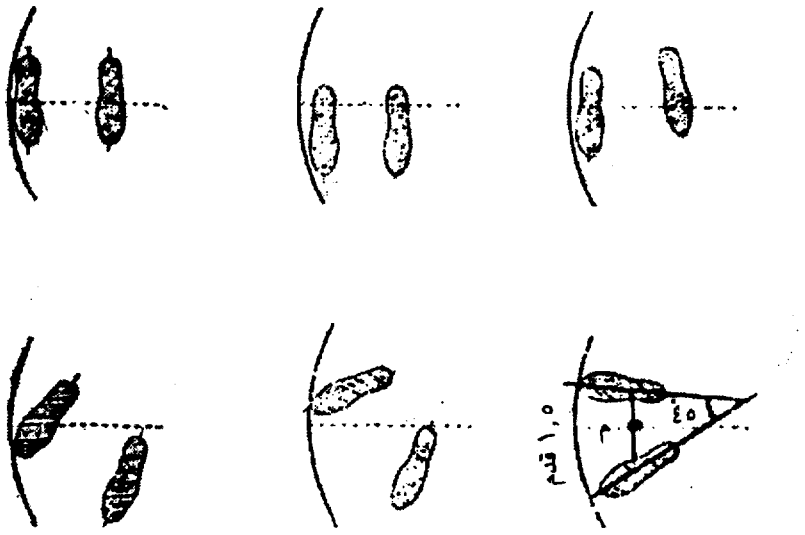
المراحل المختلفة لرمي القرص

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

يقف اللاعب عند مؤخرة الدائرة التي قطرها (٥٠ر٢متر) وفقاً للاوضاع التالية:

كان قديماً يقف اللاعب مواجهاً لاتجاه الرمي بجانبه الايسر ويعتبر هذا الوضع غير مناسب للرمي لكنه يستخدم الان اثناء التعليم كوسيلة انتقالية للوصول الى الوضع النهائي في الطريقة الحديثة لوقفة الاستعداد حيث يكون فيها ظهر اللاعب مواجهاً لمقطع الرمي ويكون اللاعب معتدلاً

www.hollanduniversity.org



شكل (٥٢)

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

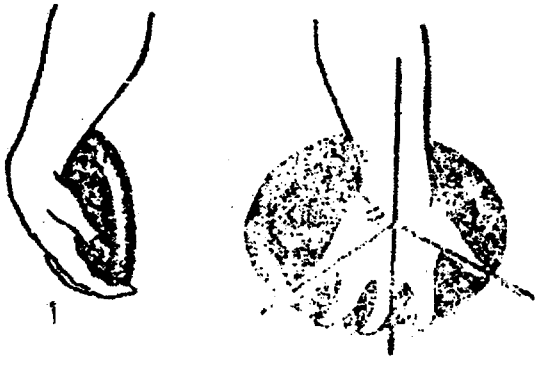
م: مركز ثقل اللاعب:

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

www.hollanduniversity.org

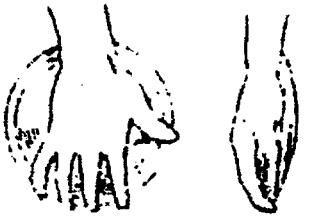
٢ – حمل القرص : Holding the Discus

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



شكل (٥٣)

حمل القرص



شكل (٥٤)

القبضة العادية للقرص

www.hollanduniversity.org

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

١ - وهي تلائم اللاعب ذي اليد الكبيرة ويكون فيها انتشار الاصابع كاملاً أما السبابة والابهام فمنفرجان عن بعضهما كما في الشكل السابق وفي هذه القبضة يتم التخلص من القرص بواسطة السبابة والوسطى وهما معا بقوة وسرعة.

٢ - وهي تناسب اللاعب ذا الكف الصغيرة والاصابع القصيرة وفيها يقوم بتوزيع الاصابع على الحافة السفلى للقرص ونتيجة لعدم ارتكاز الحافة السفلى للقرص على سلاميات الاصابع فأن اللاعب يقوم بتعويض ذلك بالسرعة لاكتساب اكبر قوة طاردة مركزية ممكنة.

٣ - القبضة العادية : وهي التي سبق أن ذكرناه وهي تناسب الكف المتوسطة وتعتبر القبضة العادية التي سبق ذكرها بالتفصيل هي احسن انواع القبضات.وعندما يقبض اللاعب على القرص باليد اليمنى اثناءوقفة 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 أيضاً الى اليسار وتبلغ حركة الذراع أقصى مدى لها حوالي مستوى الكتف الايسر ويصنع المحور العرضي للكتفين مع الجذع زاوية ٩٠.

أما اليد اليسرى في هذه الحالة فأنها ترافق اليد اليمنى وتقوم بسند القرص من اسفل وذلك لكي لا يسقط على الارض وفي هذه الحالة تتأرجح اليدان مع القرص الى الجهة اليمنى وخط الارجحة اثناء الرجوع للوضع الأول ينحدر قليلاً والكتفان يرجعان الى الوضع السابق اي بزاوية ٩٠ وعندما يصل الكتفان الى حالتهما السابقة تتابع اليد اليمنى ارجحتها الى الخلف ولكن الذراع اثناء هذه ترتفع قليلاً الى أعلى.

www.hollanduniversity.org

ويجب أن تتحرك الذراع الحاملة للقرص وهي موازية للارض بقدر الامكان ويلاحظ ان الجذع في هذه الحالة يكون مستقيماً مع عدم السماح بميله للامام كما يجب ان تكون الارجحة في حركات مستقيمة واسعة وهذه الارجحة المستقيمة تساعد على شدة وقوة الدوران. ولزيادة سعة الارجحة نجد بعض الاعبين ينقلون مركز ثقلهم على الرجلين بالتبادل اي مرة جهة اليسار ومرة جهة اليمين وتكون عدد الارجحات في هذه الحالة من ٢ -٣ ارجحات أما الثلاثة ارجحات فهي الاغلبية ويكون القرص اثناء الارجحة دائماً في الحالة السفلى إلى الارض ولا يمكن تحريكه إلى اليمين أو اليسار أو جانباً وذلك في كل حالات الارجحة ينبغي ان تكون في هذه الحالة. ويوجد بعض اللاعبين يقبلون القرص عند أرجحته للخلف الى أعلى ولكن هذه الارجحة تكون ناقصة لان اللاعب في هذه الحالة لا يستطيع ان يواصل هذه الارجحة الى الخلف لان الوضع التشريحي للمفاصل لا يسمح بذلك.

أما اذا كان القرص في الوضع الطبيعي تستطيع ان تتابع ارجحتها الى الخلف اكثر مما يكون القرص موجهاً للاعلى وفي نهاية الارجحة المستقيمة الثانية أو الثالثة يظل القرص في الخلف وتكون الذراع مشدودة الى الخلف بدرجة انها تلتصق بالناحية الوحشية لعضلات اللوح والعضلة المربعة المنحرفة (Serctusmgnns) وتكون الذراع الحاملة للقرص والكتفين في خط واحد في وضع موازٍ للارض وبذلك تكون عضلات الصدر في اقصى شد لها ويكون وزن الجسم على القدم اليمنى ومن هذا الوضع تبدأ اصعب مرحلة في رمي القرص وهي ابتداء الدوران.

فائدة الارجحة:

تساعد على اعداد اللاعب نفسياً للرمي - كما تساعد 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.

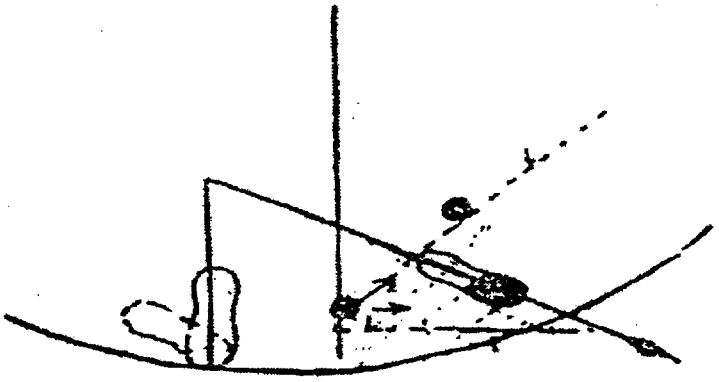
٤ - الاستعداد للدوران:

بعد ان يشعراللاعب بالسيطرة على القرص ويكتسب الاحساس به في وضع المناسب ويكتسب ثقة بأنه قد ولد السرعة اللازمة لبدء الدوران حيث ان الغرض الاساسي من الدوران هو توليد سرعة كبيرة تساعد اللاعب على اطلاق الفرص بأكبر سرعة ممكنة للوصول الى أطول مسافة.

www.hollanduniversity.org

وتكمن صعوبة هذا الدوران لانه لا يكون في الاتجاه الدائري فقط بل يجب أن يتقدم إلى حافة الدائرة المضادة.ويبدأ اللاعب الدوران من مؤخرة الدائرة ويستمر فيه حتى مقدمتها مع مراعاة عدم حدوث أية تموجات في خط سير الذراع الحاملة للقرص طول الحركة (استقامة خط التسارع) وأن الذراع والجسم يعملان في توقيت وسرعة واحدة.

فأثناء الارجحة التمهيدية عندما يصل الذراع الحاملة للقرص خلفاً إلى أبعد ما يمكن يقوم بثني ركبته قليلاً وللخارج حيث أنه لا يمكن للاعب أداء تلك الحركة برجلين مشدودتين. ويلاحظ أن أنثناء الركبتين يكون بالتدرج حيث أنه إذا أنخفض مركز الثقل مباشرة فسوف يسبب انقطاعاً في استمرار الحركة وهو مايعبر عنه بمراعاة استمرار عجلةالتسارع. يلاحظ أن مركزالثقل كان يقع عمودياً بين قاعدة الارتكاز أي بين القدمين ولكن اثناء ثني الركبتين يجب أن ينتقل مركز الثقل تدريجياً نحو القدم اليسرى(شكل٥٥) وهناك حركتان أحداهما نحو القدم اليسرى والأخرى نحو جهة الرمي ولهذا السبب يكون الاتجاه بين هاتين القوتين نصف الزاوية تقفلها الحركتان.



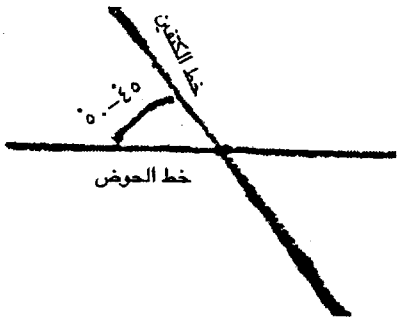
شكل (٥٥)

حركة مركز الثقل اثناء بداية الدوران

وبعد أن يقوم اللاعب بثني ركبتيه قليلاً وللخارج في اتجاه الدوران وتبدأ على الفور الركبة بتكملة دورانها للخارج متبوعة بالجسم وهو مرتكزاً على مشط القدم أما الرجل اليمنى فتستعد للدفع في اتجاه دوران الركبة اليسرى واثناء الدوران يكون المحور العرضي المار في عظم الحوض يسبق خط المحور العرضي للكتفين بزاوية ٤٥:٥٠° كما في (شكل ٥٦) وذلك لوجود

www.hollanduniversity.org

القرص خلفاً ونتيجة لأن سرعة جسم اللاعب وسرعة الذراع الحاملة للقرص متساوية فأن الذراع يظل متخلفاً عن الجسم أثناء الدوران بالقدر الذي وصل اليه 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 لان اللاعب يجب ان يتحرك نحو اتجاه الرمي كذلك ينبغي أن لا يدور اللاعب فقط بل يجب عليه ان يميل افقاً إلى اتجاه الرمي بنقل مركز الثقل في اتجاه مائل جهة الرمي. كما يجب أثناء الدوران المحافظة على القواعد المتعلقة بالقدم المرتكز عليها ومركز ثقل اللاعب حيث انه كلما زادت السرعة اثناء الدوران كلما وجب تقدم مركز ثقل الجسم على موضع هذه القدم واذا لم يتمكن اللاعب من تطبيق هذه القواعد ينتج عن ذلك فقدان التوازن أثناء انطلاق الاداة.



شكل(٥٦)

الزاوية بين خط الكتفين وخط الحوض (٤٥°-٥٠°)

٥ – الدوران: The Turn

أن لكل حركة دائرية محور ولجسم اللاعب محور يدور حوله وينبغي أن يكون هذا المحور عمودياً. ولهذا فإن المحور عند لاعب رمي القرص يجب ان يميل قليلاً نحو جهةالرمي وذلك لسهولة حركة الدوران.

www.hollanduniversity.org

نلاحظ ذلك في محور النحلةحيث يجب أن يكون عمودياً والا فانها سوف تسقط على الأرض كما في (شكل ٥٧) وبالمثل لاعب رمي القرص يجب ان يظل محوره عمودياً مستقيماً مع عدم انثنائه عند الخصر (الحوض) لأن ذلك يسبب اختلافاً وذبذبة 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 واذا تأملنا بعين فاحصة شكل المحور في بدء الدوران وشكله في حالة الرمي فهذان الوضعان يكونان بشكل مخروطي (هرمي ناقص) كما في (شكل ٥٨) ومن مميزات هذا الوضع للاعب 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.

مما سبق يتضح انه اذا كان الجسم في وضع ميل كبرت الدائرة واتسعت واذا استقام الجسم صغرت الدائرة (في بداية الدوران ينبغي أن يتحرك الجسم بكامله ويكون الجذع ملتفاً إلى الخلف قليلاً ولكن الكتف الأيسر والركبة اليسرى ينبغي أن يكونا في محور واحد). ولذلك ينبغي دوران الركبة وتكون في محور خط عمودي واحد ولذلك يجب دوران الركبة اليسرى بشدة لكي تتأخر عن الكتف الايسر.

شكل (٥٧)

الدوران اللولبي للقرص

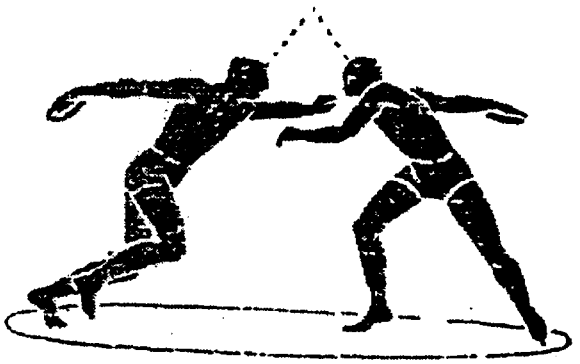
(ونعني بشدة دوران الحركة أن الكتف يترك بسهولة ولا يعوقه أي شيء عن الحركة. أما القدم فيوجد أحتكاك بينها وبين الارض وبذلك نقصد بالشدة أننا نبذل قوة أكبر من قوة حركة الكتف ولذا استعملنا كلمة الشدة).

www.hollanduniversity.org

وفي البداية تكون الذراع اليسرى عند الكتف الأيمن وفي بداية الحركةتساعد على حركة الجسم حتى توازي القبضةمع 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 تتحرك.

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 احداث دوران برجل 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 وقوة وشد الدوران.



شكل (٥٨)

أشكال الدوران في بداية ونهايته (مخروطي الشكل)

أما الزاوية التي يدور فيها اللاعب وقدماه لا تنزلان على الأرض فهي من ١٢٠أ:١٤٠أ وبعد ذلك ترفع الرجل اليمنى فقط ومن هذا الوضع عندما تترك الرجل اليمنى الأرض تبدأ حركة الدوران المكتسبة من الوضع السابق ويكون الدوران على الرجل اليسرى والرجل اليمنى في الهواء . أما نقطةمركز 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 والفخذ هي من ١٢٠أ:١٤٠أ وذلك لانتاج قوة دفع كبيرة.

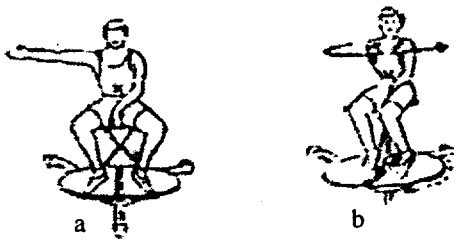
www.hollanduniversity.org

(ونلاحظ أن هذه الزاوية في مسابقات العدو تستخدم أثناء وضع الاستعداد لأنها تعتبر أنسب زاوية تمد الجسم بقوة دفع كبيرة). وتكون اليد الحاملة للقرص والذراع الأخرى والرجل المرفوعة بعيدة إلى أقصى مدى من محور الدوران (أي بعيدة عن مركز ثقل الجسم ومحوره).وذلك لأنه كلما بعدت هذه الاطراف عن المحور تكون الحركة أشد وأقوى.

وعندما يصل الجسم والصدر في وضع مواجهة لمقطع 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 يستطيع اللاعب أن يزيد من سرعة الحركة سواء بالسند أو بالرجل وبالرغم من ذلك يجب على اللاعب أن يعمل على زيادة حركة الدائرية وخصوصاً وتيرة (tempo) سير القرص حيث أنها تبدأ ببطئ وبعد ذلك تزداد تدريجياً واخيراً تصل إلى السرعة القصوى ولكن كيف يمكن أن نتغلب على مشكلة السرعة؟

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

وكما سبق ان ذكرنا أن اطراف الجسم كانت ممدودة بعيداً عن محور الحركة ولذلك يمكن للاعب أثناء طيرانه في الهواء أن يقرب(تجمع) هذه الأطراف من محور الدوران.



شكل(٥٩)

دوران الجسم عند ضم وانفراد 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 يثني اللاعب ركبته اثناء الدوران بحيث تحصر زاوية ٩٠° (الزاوية بين عظم الساق والفخذ) والسبب في ثني الركبتين أن القدمين يجب ان تعملا في هذه الحركة الدائرية

www.alquds.edu

بسرعة أكبر من سرعة الحجم وثني الركبة ليتحرك بسرعة وأن تسبق بذلك الجسم وتصل الرجل اليمنى في مركز الدائرة تقريباً على الارض ويكون الوصول إلى هذا الوضع على المشط ثم توضع بعد ذلك القدم بكاملها على الأرض نتيجة لثقل الجسم الهابط على الارض وبعد وصول القدم اليمنى على الأرض تكون الزاوية بالنسبة للعضلات المتحفزة لبذل القوى والانطلاق كما سبق أن ذكرناه. أما الدوران فيستمر على التوالي ولكن أرتكازاً على الرجل اليمنى وهذه الدورة قصيرة جداً تمتد إلى حين يواجه اللاعب بظهره قطاع الرمي وهذه الدائرة قصيرة جداً في المدة الزمنية لاننا نلاحظ ونسمع بعد وصول الرجل اليمنى إلى الأرض حال وصول الرجل اليسرى كذلك في نفس سرعة الرثم (Rethin) بنغمة (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 اليمنى وتهبط على الأرض ينبغي رفع القرص من الخنصر وابعاده عن المحور لأن الجسم يكون من جديد على الأرض وترتفع الذراع اليسرى عن مستوى الكتف الأيسر وعلى امتداده أمامحور الحركة في هذه الحالة فيميل نحو الجهة العكسية لمقطع الرمي واليد الحاملة للقرص فتكون ممتدة إلى الخلف إلى أقصى مدى لها والقرص نحو جهة الرمي وكما ذكرنا الدوران بعد البداية يتشكل من ثلاث مراحل:

١ - مرحلة الدوران على الرجل اليسرى.

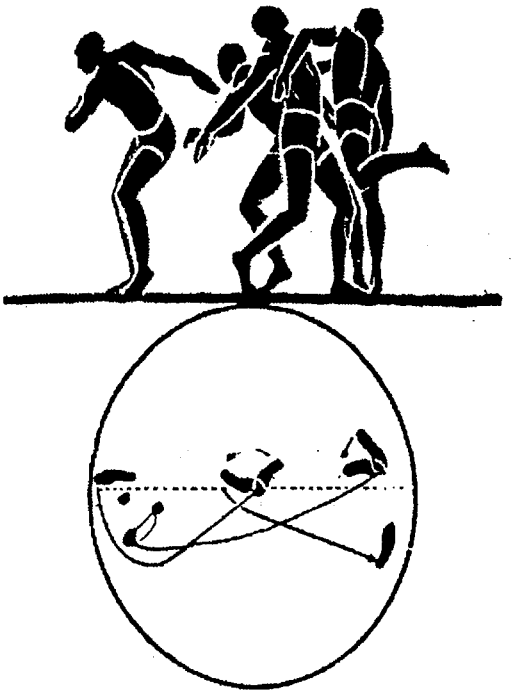
٢ - مرحلة الدوران في الهواء.

٣ - مرحلة الدوران على الرجل اليمنى.

وبذلك نجد أن الرأس والجذع والرجل اليسرى على استقامة واحدة. وتكون المقعدة فوق الرجل اليمنى تماماً وهذا أفضل الأوضاع التي يمكننا منها بدأ حركة الرمي. ويلاحظ أثناء عملية الدوران أن يكون محور الكتفين 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 اليمنى إلى الأرض وبعد ذلك ينخفض من جديد قبل انطلاق القرص من اليد واخيراً في لحظة الرمي يصل القرص إلى مستوى الانطلاق المضبوط.

www.hollanduniversity.org



شكل(٦٠)

موضع الظهر والمسافة بين القدمين

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

في هذا الوضع تكون الرجل اليمنى تقريباً في مركز الدائرة وتكون منفرجة للخارج بزاوية ١٣٠ تقريباً مع خط الرمي وكلا القدمين تكونان منفرجتين للخارج وتكون درجة استناد الجسم كبيرة ويكون اكبر جزء من الثقل يرتكز على الرجل اليمنى 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 ثقل الجسم نحو اتجاه الرمي وفي اثناء هذه الحركة يكون مركز ثقل الجسم فوق الرجل اليمنى مع الميل قليلاً للخارج تجاه مؤخرة الدائره ويكون خطا المحورين للحوض والكتفين متعامدين وبذلك يصل إلى القرص ابعد مدى له قبل الرمية وتبدأ الرجلان من ذلك الوضع في الدوران نحو جهة الرمي وتمتد الرجلان بجانب

www.hollandsciencelab.com

حركتهما الدائرية أي لا تكون الحركة للامام بل يكون اتجاهاً إلى الأمام وعالياً (أما الجذع فلا يشترك اشتراكاً فعلياً في تحريك الجسم).

وتساعد اليد اليسرى بارتفاعها إلى أعلى على شد عضلات الجذع وبتحريك اليد اليسرى هذه يرتفع الكتف الأيسر إلى أعلى أما الكتف الأيمن فيتدلى وفي هذه اللحظة لا يزال الحوض يتقدم خط الكتفين ويصل الحوض بجهته ليواجه مقطع الرمي ولا تتحرك القدمان بعد ذلك ولا تتقدمان ولا تدوران بل تمتدان وترتفعان إلى أعلى وعند امتداد القدمين إلى أعلى تنطلق اليد اليمنى بالقرص إلى الأمام وكذلك الكتف الأيمن. أما الذراع اليمنى فلا تزال متأخرة بالكامل لأبعد نقطة ممكنة ويكون الجانب الأيمن للحوض على استعداد للتحرك أماماً ليقود الحركة في المرحلة التالية وهي الانطلاق ويجب أن يكون اللاعب في ذلك الوقت في حالة استرخاء تام تساعده على أنسيابه واستمرار حركة الدوران السابقة حتى يمكنه أي يبدأ مرحلة اطلاق القرص وهو في أحسن وضع من أوضاع التحفز.

٧ – الانطلاق Throwing action شكل (٥١–i.i)

يقوم اللاعب بأدارة الركبة اليمنى للأمام ويتم ذلك الدوران على مشطها ويدفع الحوض بسرعة للامام وتمد الركبتان معاً إلى أعلى ويقوم اللاعب بتطوع الذراع الحاملة للقرص بسرعة للأمام وعندما تصل الذراع الحاملة للقرص إلى مستوى الكتف اليمنى يترك القرص يد اللاعب نتيجة قوة الرمي والقوة الطاردة المركزية ويعمل اللاعب على دوران القرص بسحب حافة القرص بالاصبعين الوسطى أما الذراع اليسرى والرجل اليسرى كذلك فتعملان معا على ايقاف اندفاع الجسم سواء كان أفقياً أو أمامياً نتيجة القوة الطاردة المركزية ولكي 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 الرامي تتأثر حركته بقوى ثلاث وهي:

١ – قوة الدفع الداخلية للرامي.

٢ – قوة الجاذبية الارضية.

٣ – القوة الناتجة عن مقاومة الهواء.

www.hollanduniversity.org

١ – قوة الدفع الداخلية للرامي.

أن قوة دفع الرياضي للقرص تشمل كافة القوى التي تعطيها العضلات العاملة في الفعالية. ومصدر القوة الدافعة للقرص هو التقلص العضلي لأكثر من مجموعة عضلية واحدة في جسم الانسان. وهذا يستوجب أتباع التسلسل الصحيح في الأداء الحركي. حيث تبدأ الحركة من عضلات الفخذين والعضلات المحيطة بمركز ثقل الجسم.والتي هي عضلات بطيئة 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 الاجزاء المختلفة. حيث يجب أن يبدأ تقلص أي مجموعة في اللحظة التي تكون الحركة التي أحدثها التقلص الذي سبقه قد وصلت إلى أقصى سرعة لها، أي عندما تصل السرعة أقصاها والتعجيل صفر. وإذا حصل التقلص قبل أو بعد هذه اللحظة الحرجة سوف لا تنتج عنه سرعة قصوى كما في (الشكل ٦١) بهذه الحالة يصبح مقدار القوة الدافعة للقرص حاصل جمع القوى العاملة اذا استخدمت باتجاه واحد وبالتسلسل والتوقيت الصحيح. من هنا نلاحظ ضرورة تقوية عضلات الاطراف السفلى والجذع والأطراف العليا على حد سواء في هذه الفعالية.

(شكل ٦١)

علاقة توقيت الحركة بسرعة الحركة النهائية

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

www.hollanduniversity.org
والتي تشمل العضلة المنحرفة الخارجية اليمنى والعضلة المنحرفة الداخلية اليسرى ومجموعة العضلات ناصية العمود الفقري اليسرى.

أما في مفصل الكتف فتشترك عضلات الثني الأفقي(الصدرية الكبرى والدالية الأمامية والغرابية وذات الرأسين العضدية) وفي المنكبين تشترك عضلات الأبعاد(المسننة والصدرية الصغرى) .بما أن رمي القرص يحدث والذراع ممدودة في مفصل المرفق فإن عمل عضلات ثني المرفق يكون محدوداً نسبياً في هذه الفعالية. بالرغم من هذا فإن تقلص عضلات ثني المرفق (ذات الرأسين العضدية والعضدية الامامية والعضدية الكعبرية والباطحة المستديرة) في اللحظة الاخيرة قد يساعد في زيادة سرعة القرص.

أما عضلات رسغ اليد والأصابع فهي تعمل على مسك القرص للتغلب على القوة اللامركزية الناتجة عن دوران الرياضي حول محوره العمودي والتي تحاول سحب القرص نحو الخارج. بالاضافة إلى كون تقلصها السريع في آخر الحركة يضيف الى السرعة. وعضلات رسغ اليد الرئيسية التي تعمل في هذه الحالة هي عضلات الابعاد التي تشمل قابضة الرسغ الكعبرية وباسطة الرسغ الكعبرية القصيرة وباسطة الرسغ الكعبرية الطويلة.

قوة الجاذبية الأرضية

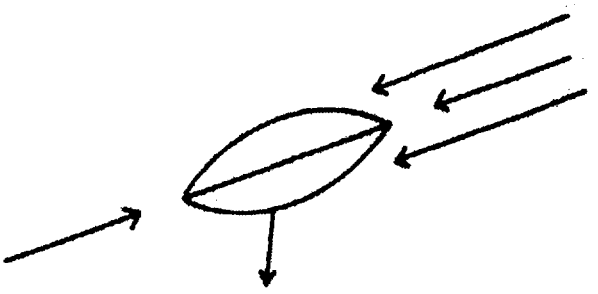
في اللحظة التي يترك بها القرص يد الرياضي تبدأ الجاذبية الأرضية بتقليل سرعته العمودية إلى أن تصبح صفراً عندما يصل القرص أقصى ارتفاع له ثم تبدأ بسحب القرص نحو الأرض. حيث ان سرعة القرص العمودية تقل بمعدل ٨ر٩م/ثا في كل ثانية يقضيها القرص في الهواء وإلى أن يصل أقصى ارتفاع له. ثم يبدأ القرص باكتساب السرعة في الهبوط بنفس النسبة التي فقدها في الصعود.

مقاومة الهواء

ان قوة دفع الرياضي للقرص وقوة سحب الجاذبية ومقاومة الهواء له تتمثل (بالشكل ٦٢).

أن خط المسار للقرص يتأثر بأي من هذه القوى الثلاثة التي تؤثر عليه وبما ان عمل الجاذبية الارضية لا يمكن السيطرة عليه او تغييره نجد أن الرامي يؤثر على هذا المسار في الهواء عن

www.hollanduniversity.org
طريق استخدام الاسس الميكانيكية الصحيحة والتي سنتطرق 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 (٦٢)

العلاقة بين القوى الثلاثة المؤثرة على القرص

٨ – التخلص وحفظ التوازن: The revorse

بعد التخلص من القرص يجد اللاعب نفسه مضطراً لأداء بعض الحركات بغرض الاحتفاظ بأتزان داخل دائرة الرمي نتيجة قوة اندفاعه وسرعة الدوران فيقوم بتبديل وضع القدمين حيث تتقدم الرجل اليمنى إلى الأمام وتقع عليها كتلة الجسم في هذه اللحظة ويقوم بسحب جسمه للخلف كما تسحب الذراع اليسرى في اتجاه مضاد لاتجاه الرمي في وضع انثناء من المرفق ملتصقة بالجسم وذلك لتغير اتجاه اندفاع الجسم للامام لعدم السقوط أو الخروج خارج دائرة الرمي وبذلك يمكن للاعب رمي القرص أن يحتفظ بتوازنه داخل الدائرة.

الأسس الميكانيكية في رمي القرص

يتأثر القرص خلال الرمي بالقوى الداخلية والقوى الخارجية. وتتمثل القوى الداخلية بالقوى العضلية التي تقوم بعملية التسلسل الصحيح في التقلص للمجاميع العضلية خلال أداء مهارة الرمية. أي ان المصدر الرئيسي للقوة الداخلية المرافقة للقرص هي المجاميع العضلية

العاملة خلال اداء الرمية. وبدون هذا التوافق الذي يجب ان يكون متسلسلاً في العمل للعضلات المشاركة في الاداء الحركي لا يمكن توقع حدوث مهارة الرمية للقرص.

أما القوى الخارجية فأنها تتمثل كما يقول حسين والطالب (١٩٧٩) بالقوتين التاليتين:

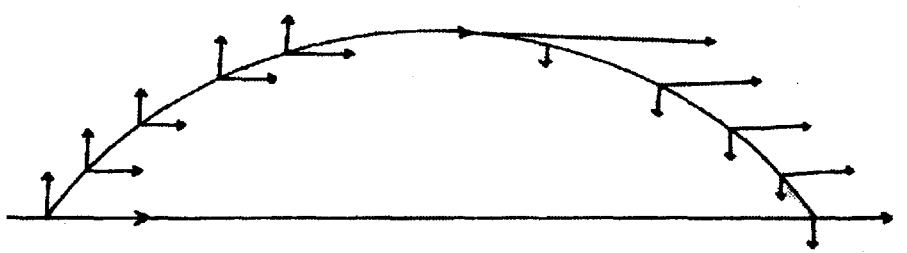
١ – قوة الجاذبية الارضية.

٢ – قوة مقاومة الهواء.

١ – قوة الجاذبية الارضية.

كما هو معلوم ان الجاذبية الارضية ذات تأثير كبير على حركة الاجسام المقذوفة في الهواء. والجاذبية الارضية تسحب الاجسام باتجاه مركز الكرة الارضية عند تحليقها في الهواء. والاجسام عند قذفها في الهواء بالاتجاه البعيد عن مركز الكرة الارضية فأنها تفقد أو تقل سرعتها بمعدل (٢ر٣٢ قدم/ثا) أو (٩٨م/ثا) لكل ثانية تقضيها حركتها في الهواء. وتصل هذه الاجسام إلى نقطة معينة تتوقف بها حركة الجسم المقذوف ويطلق عليها بالنقطة الميتة والتي تكون فيها السرعة صفراً. ومن هذه النقطة تبدأ الاجسام بالعودة إلى الأرض وتزداد سرعتها تدريجياً في الهبوط بمعدل يبلغ (٢ر٣٢قدم/ثا) أو (٨ر٩م/ثا) لكل ثانية إلى أن تصل إلى الأرض وتتوقف سرعتها.

أن حركة القرص تتخذ المسار الذي نوهنا عنه تواً فالقرص بعد تركه يد الرامي تأخذ سرعته بالتناقص تدريجياً إلى أن تصل نقطة الصفر في قمة القوس ثم تبدأ السرعة بالتزايد عند هبوط القرص باتجاه الارض.



شكل(٦٣)

تأثير الجاذبية الارضية على السرعتين الأفقية والعمودية

www.hollanduniversity.org

٢ – قوة مقاومة الهواء

إضافة لقوة الجاذبية فأن لقوة الهواء التي يقاوم بموجبها حركة القرص تأثير كبير على حركة القرص. فالقرص خلال طيرانه يتأثر بقوة الهواء التي تقاوم حركته. وان هذه المقاومة الديناميكية للهواء يمكن التقليل من تأثيرها وعلى النقيض من ذلك فأن تأثير الجاذبية الارضية لا يمكن التحكم به والسيطرة عليه. ويمكن أن نلاحظ تأثير القوى الداخلية والقوى الخارجية ومدى العلاقة بينها من الشكل (٦٣).

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 اهمية هذه العوامل في التأثير على المدى الافقي. ومن ابرز المحاولات التي بحثت العلاقة بين العوامل أعلاه ومدى تأثيرها على الحركة الأفقية للقرص هي المحاولة التي قام بها(كانسلن1964 , 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 يحرزعلى سرعة انطلاق عالية.

٢ – ليس هناك شيء مثل سرعة الريح المثالية للمسافة القصوى.

٣ – يظل القرص بزاوية ميل تبلغ (٢٧°–٢٩°).

كوبر وآخرون (Cooper & Others, 1959) حاولو تحديد العلاقة بين زاوية ميل القرص وزاوية انطلاقه لخدمة التكنيك المثالي في الحصول على أكبر مسافة رمي أفقية كسرعة ابتدائية معينة وباستخدام النتائج التي توصل لها كانسلن توصلوا إلى الاستنتاجات التالية:

www.hollanduniversity.org

١ – سرعة الانطلاق تعتبر اكثر العوامل تأثيراً في الحصول على المسافة الأفقية البعيدة للقرص.

٢ – لكل سرعة انطلاق فأن زاوية الانطلاق تأتي في الأهمية الأولى بعد سرعة الانطلاق.ورامي القرص الجيد هو الذي يرمي بزاوية انطلاق تبلغ (٣٥°-٤٠°).

٣ – زاوية الميل للقرص يجب ان تكون بين (٢٥°-٣٥°).

تيرودز (Terauds,1975) قام بدراسة حركة أربع رماة قرص دوليين اثنين من الاتحاد السوفيتي واثنين من الولايات المتحدة الامريكية وتوصل إلى النتائج المثبتة في الجدول (١٦).

الابطال	زاوية الانطلاق	زاوية الميل	سرعة الانطلاق (م/ث)	المسافة الرمي (م)
ويلكنز (اميركا)	٣٥°	١٧°	٨٠	٢٠٠,٥
دريسچر (اميركا)	٣٧,٥°	١٤°	٧٦,٥	١٩٣,٣
زوريا (روسيا)	٣٨,٥°	١٩,٥°	٧٩,٦	١٨٢,٤
ڤويكن (روسيا)	٣٨,٥°	٢,٠° –	٧٢,٠ –	٦١,٠ –

جدول (١٦)

زاوية الانطلاق وزاوية الميل وسرعة الانطلاق ومسافة الرمي لأطول رمية لكل بطل عالمي في اللقاء الدولي

ومن اجل الاطلاع بشكل تفصيلي على الاسس الميكانيكية المؤثرة على فعالية رمي القرص سنقوم هنا بتغطية تلك الأسس والعوامل وفقاً لما جاء به حسين والطالب (١٩٧٩) عن(بون Bun,972) و (دايسون-Dyson,1986).

الأسس الميكانيكية المؤثرة على سرعة الانطلاق

١-أن سرعة الانطلاق والمسافة التي يحصل عليها القرص لغرض قذفه إلى ابعد مدى أفقي تتأثر بشكل كبير بالسرعة التي يكتسبها القرص وبالزاوية التي يشكلها مع المستوى الأفقي للعلاقات الجبرية التالية:

www.hollanduniversity.org

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

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

ومن ملاحظتنا للمعادلتين أعلاه فأن سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق تلعبان دوراً هاماً مؤثراً فيهما. أما التعجيل الأرضي فأنه ثابت. ومن تلك الأهمية التي تلعبها سرعة الانطلاق سنحدد أهم الأسس الميكانيكية المؤثرة فيها وهي كالآتي:

١ – سرعة دوران القرص حول محور الدوران خلال القسم التحضيري تتأثر بالقوة والمسافة والزمن 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 لمدى 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 وان القوة الموجهة لخدمة حركة القرص عندما تستغل لفترة قصيرة كلما امكن الحصول على زيادة قوة دفع كبيرة للقرص وذلك من خلال العلاقة ادناه:-

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

اضافة لذلك فأن القوة التي يستخدمها الرامي لوحدها غير كافية لدفع القرص الى أبعد ما يمكن. بل أن القرص يتأثر بالقوة والسرعة التي تستخدم خلالها هذه القوة فعندما تكون هذه القوة المستخدمة بسرعة عالية فأن سرعة الانطلاق للقرص ستكون عالية والعكس هو الصحيح وذلك لأن العامل المؤثر في سرعة الانطلاق هو القدرة التي تتحكم بقيمتها القوة والسرعة وكما في ادناه:

www.hollanduniversity.org

$$\text{بما أن القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

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

$$\text{لذلك فأن القدرة} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{بما أن السرعة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{إذن القدرة} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$$

لهذا فالرامي الذي يعمل على توجيه قوة عضلية كبيرة خلال سرعة عالية يضمن قدرة عالية تحقق له انجازاً عالياً ذلك لان سرعة الانطلاق ستكون كبيرة.

٢ – ان سرعة الانطلاق تتأثر بطول نصف القطر الدوران وبالسرعة الدائرية والسرعة الخطية كما نلاحظ في العلاقات التالية:

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{\text{السرعة الخطية}}{\text{نصف القطر}}$$

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 الدائريةونصف القطر خلال القسم التحضيري يمكن توضيحها بالمثال التالي:

كانت السرعة الخطية للقدم عند رفسها من قبل اللاعب ١٠قدم/ثا رمي القرص بسرعة خطية بلغت (١٥ قدم/ثا) وكان مركز ثقل القرص يبعد (٢قدم) عن محور الدوران.ما هي قيمة السرعة الدائرية وما هي قيمتها عندما يكون نصف القطر (٣قدم).

www.hollanduniversity.org

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{\text{السرعة الخطية}}{\text{نصف القطر}} = \frac{١٥}{٢} = ٧,٥ \text{ قدم / ث}$$

$$\text{في الحالة الثانية السرعة الدائرية} = \frac{١٥}{٣} = ٥ \text{ قدم / ث}$$

لهذا فأن السرعة الدائرية تقل قيمتها عند زيادة نصف القطر اما 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 (١٢قدم/ثا).

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{١٥}{٣} = ٥ \text{ قدم / ث في الحالة الأولى}$$

$$\text{السرعة الدائرية} = \frac{١٢}{٢} = ٩ \text{ قدم / ث في الحالة الثانية}$$

لهذا فأن سرعة الرامي الدائرية تؤدي الى زيادة سرعته الخطية.وهذه الزيادة في السرعة الخطية المتسببة عن زيادة السرعة الدائرية الى زيادة سرعة القرص لحظة انطلاقه. ورامي القرص الجيد يعمل على تقريب القرص خلال دورانه في القسم التحضيري الى محور جسمه لغرض زيادة سرعته الدائرية. وعندما يصل إلى اللحظة قبل رمية القرص وكانت قوة الرامي كافية بحيث تسمح له بمسك القرص بواسطة المفصل الأول لاصابع اليد الرامية فأنه يستطيع ان يحصل على طول نصف قطر ممكن لحظة الانطلاق وهذا يؤكد على العلاقة الثالثة للتناسب الطردي بين طول نصف القطر والسرعة الخطية حيث يميل الرامي إلى اطالة نصف القطر بأبعاد ذراع الرامي إلى أبعد ما يمكن خلال لحظة الانطلاق وذلك سيولد سرعة انطلاق عالية للرمي. ويمكن ملاحظة ذلك في المثال التالي:

www.hilla-univ.edu.iq

كانت سرعة القرص الدائرية (٢٥م/ثا) وكان محور الدوران يبعد متراً واحداً عن ا لقرص. احسب قيمة السرعة الخطية وماذا ستكون قيمة السرعة الخطية عندما يكون طول نصف القطر (٢٥ر١م).

السرعة الخطية = ٢٥ × ١ = ٢٥م/ثا

السرعة الخطية = ٢٥ × ٢٥ر١ = ٣١ر٢٥م/ثا

وإذا اردنا معرفة تأثير التغير للسرعة الخطية بسبب طول نصف قطر الدوران وعندما تكون زاوية الانطلاق واحدة في الحالتين وهي (٤٥°) على مسافة لرمي أو المدى الأفقي للقرص.

$$\text{المدى الأفقي} = \frac{\text{س}^{٢} \times ٢ \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\text{م} = \frac{(٢٥)^{٢} \times \text{جا } ٩٠^{\circ}}{٩,٨} = ٣٦,٧٧ \text{ م}$$

أما في الحالة الثانية

$$\text{م} = \frac{(٣١,٢٥)^{٢} \times \text{جا } ٩٠^{\circ}}{٩,٨} = ٣٦,٧٧ \text{ م}$$

٣ – ان سرعة الدوران يجب ان تكون متوازنة وسريعة وهذه السرعة يجب ان تبدأ من البداية وحتى لحظة الانطلاق للقرص. وان انطلاق القرص من يد الرامي يجب ان يتم والقدم لاتزال متصلة بالارض وذلك لان السرعة تتوقف او تقل عندما يرمي القرص والقدمان قد تركتا الأرض.وكذلك فأن التأخير أو التوقف خلال الدوران يؤدي الى توقف وتأخير في انتقال القوة التي تحدثها الحركة الدائرية للجسم خلال القسم التحضيري.

www.hollanduniversity.org

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 الى سرعة زيادة الانطلاق.

٥ – تقل سرعة الانطلاق كلما كانت الارض رخوة أو معامل الاحتكاك واطئ لذلك يجب ان تكون الارض داخل دائرة الرمي قوية ومتماسكة لضمان قوة مناسبة لرد فعل الارض ومعامل احتكاك عال.

٦ – عندما يكون 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 قبلها واتجاهها يكون باتجاه الهدف او الغرض من الحركة.

٧ – عندما تحول الحركات الدائرية الى حركة خطية فالسرعة العالية ستتحول عندما يكون الاتجاه الخطي على زاوية قائمة مع نصف القطر الذي يربط نقطة الانطلاق مع مركز الدوران.

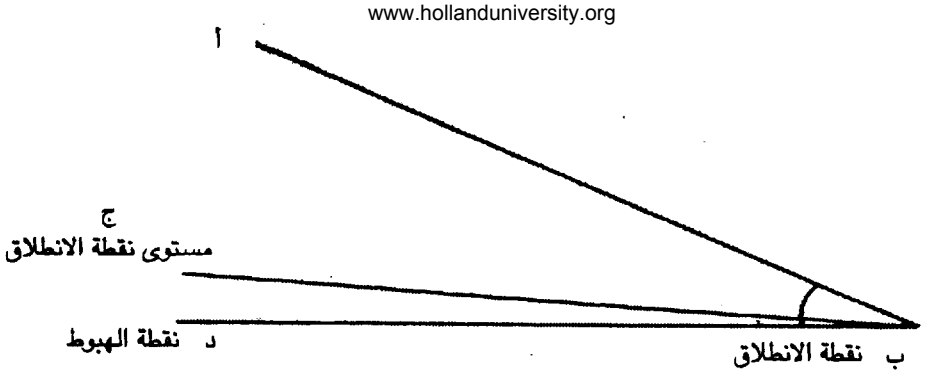
– الأسس الميكانيكية المؤثرة على زاوية الانطلاق

ان زاوية الانطلاق المثالية بغض النظر عن قيمتها فانها تعتمد بالاساس على سرعة الانطلاق وعلى ارتفاع القرص عن الارض خلال لحظة الانطلاق. ان الاسس الميكانيكية التي تتحكم بزاوية الانطلاق هي:

١ – يجب ان ينطلق القرص بزاوية (٤٥°) او أقل تقريباً. واذا ما انطلق القرص من مستوى أعلى من نقطة هبوطه فالزاوية يجب ان تكون اقل من (٤٥°).وكلما كان مستوى الانطلاق اعلى من مستوى الهبوط كلما تطلب ذلك ان تكون زاوية الانطلاق اقل من (٤٥°) .فالزاوية تقل كلما ارتفع طول الرامي. وهناك طريقتان في قياس زاوية الانطلاق (حسين والطالب.١٩٧٩) والطريقتان هما:

* **الطريقة الأولى :** يتم قياس الزاوية المثالية من الخط الوهمي 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–جـ) في الرمي يجب ان تكون اقل من (٤٥°) مع المستوى الأفقي كما هو ملاحظ من نفس الشكل.

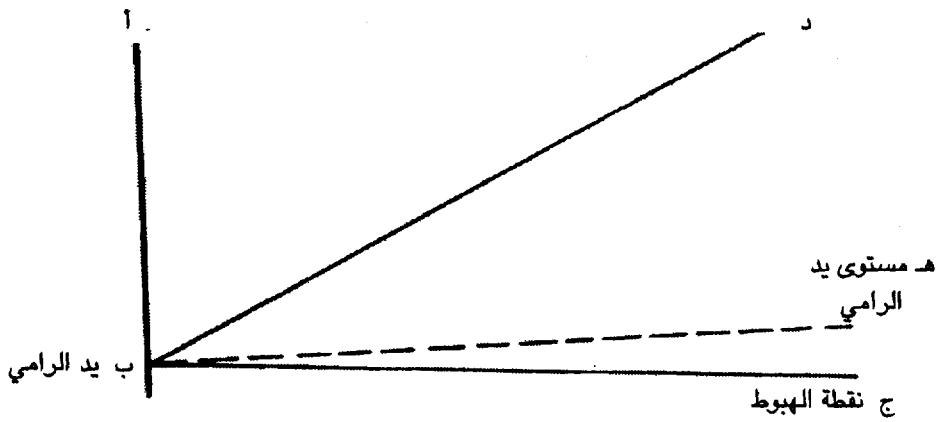
www.hollanduniversity.org



شكل (٦٤)

الطريقة الأولى لتحديد زاوية الانطلاق

* **الطريقة الثانية** : يمكن قياس الزاوية المثالية للانطلاق برسم الخط الذي ينصف الزاوية بين الخط العمودي الذي يمر بيد الرامي لخط الانطلاق والتمثل بالخط(أ ب) والخط الوهمي (ب جـ) بين اليد ونقطة الهبوط أي الخط (ب د).



شكل (٦٥)

الطريقة الثانية لتحديد زاوية الانطلاق

من خلال العلاقات الآتية:

$$\text{المسافة (المدى) الأفقي} = \frac{(\text{السرعة})^2 \times 2 \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\text{الزمن} = \frac{2 \times \text{السرعة} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

مثال : رمي القرص بسرعة (٧٠قدم/ثا) وبثلاثة زوايا مختلفة هي (٤٥°، ٣٠°، ٧٥°) .احسب قيمة المسافة الافقية والزمن المستغرق للقرص في كل زاوية من الزوايا الثلاث اعلاه.

$$\text{المسافة الأفقية بزاوية } ٤٥° = \frac{(٧٠)^2 \times 2 \times \text{جا } ٤٥°}{٣٢} = ١٥٣ \text{ قدم}$$

$$\text{المسافة الأفقية بزاوية } ٣٠° = \frac{(٧٠)^2 \times 2 \times \text{جا } ٣٠°}{٣٢} = ١٣٢,٥ \text{ قدم}$$

$$\text{المسافة الأفقية بزاوية } ٧٥° = \frac{(٧٠)^2 \times 2 \times \text{جا } ٧٥°}{٣٢} = ٧٦,٥ \text{ قدم}$$

$$\text{المسافة الأفقية بزاوية } ٤٥° = \frac{2 \times ٧٠ \times \text{جا } ٤٥°}{٣٢} = ٣,٠٩ \text{ قدم}$$

$$\text{المسافة الأفقية بزاوية } ٣٠° = \frac{2 \times ٧٠ \times \text{جا } ٣٠°}{٣٢} = ٢,١٩ \text{ قدم}$$

$$\text{المسافة الأفقية بزاوية } ٧٥° = \frac{2 \times ٧٠ \times \text{جا } ٣٠°}{٣٢} = ٤,٢٢ \text{ قدم}$$

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

ومن تحليل النتائج اعلاه يمكن ان نحدد بأن الرمية بزاوية (٣٠°) سيسير القرص بزمن قليل ولمسافة اطول من الرمية بزاوية (٧٥°) وعندما ترمى الأداة بزاوية (٤٥°) سيسير القرص مسافة أطول قليلاً من المسافة في الزاوية (٣٠°)وتستغرق الأداة زمناً أطول كما في الجدول رقم (١٧).

سرعة الانطلاق	زاوية الانطلاق	زمن الطيران	المدى الافقي
٧٠ قدم / ث	٤٥°	٣,٠٩ ث	١٥٣
٧٠ قدم / ث	٣٠°	٢,١٩ ث	١٣٢,٥ قدم
٧٠ قدم / ث	٧٥°	٤,٢٢ ث	٧٦,٥ قدم

جدول رقم (١٧)

علاقة سرعة الانطلاق بزاوية الانطلاق وزمن الطيران والمدى الأفقي

– الاسس الميكانيكية المؤثرة على مقاومة الهواء

اضافة للعوامل المؤثرة التي تم تناولها فأن القرص خلال طيرانه يتأثر بقوة الهواء. وعندما يواجه القرص الهواء فأن هناك تأثيران يعملان على حركته. الأول هو اتجاه حركة الهواء وخاصة تلك التي تكون قريبة للقرص حيث تكون صغيرة لذلك يمكن له عبور المعوقات في خط سيره ومساره والثاني الهواء القريب من سطح القرص يقلل للأسفل كنتيجة لتلامسه وتصادمه مع القرص خلال حركته.

هذه التأثيرات في سرعة واتجاه الريح تؤخذ بالاعتبار-ذلك لان القرص يعطي قوة على الهواء. وكرد فعل فأن الهواء يعطي قوة مساوية في القيمة ومضادة في الاتجاه على القرص.

ان هذه المقاومة الكبيرة للهواء على القرص يتناسب مقدارها تناسباً 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 الاعاقة والتي تعمل بشكل أفقي على مسار حركة القرص وتعيق حركته. أما المركب الآخر فأنه يعمل بشكل

www.hollanduniversity.org

عمودي على خط سير حركة القرص ويعمل على رفع القرص للاعلى في الهواء ويطلق عليه مركب الرفع. ويمكن ملاحظة هذه المركبات الأفقية (الاعاقة) والعمودية (الدفع) في الشكل(٦٦) والذي تحدد فيه المحصلة لهاتين المركبتين. ان مقدار سطح الاعاقة المؤثرة على حركة القرص يعتمد على مجموعة من العوامل والتي من ابرزها:

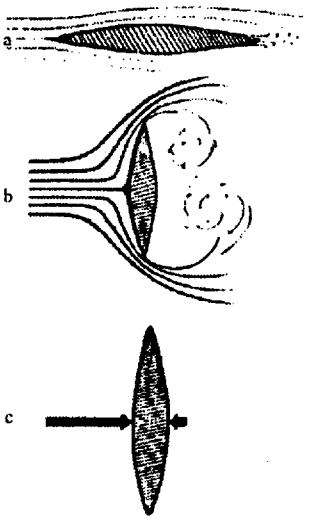
١ – سرعة الانسياب المتناسبة مع حركة الجسم.

٢ – مساحة سطح القرص.

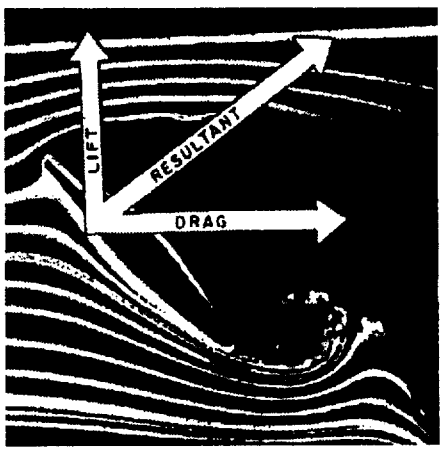
٣ – صقل او نعومة سطح القرص.

ومن اجل تقليل حجم الاعاقة لابد من الاخذ بنظر الاعتبار العوامل اعلاه.

ان الوضع الذي يأخذه القرص كما في الشكل (a,٦٧) لا يملك الهواء الا تأثيرا قليلاً على حركته. أما عندما يدور القرص بدرجة (٩٠°) فأن تأثير الهواء سيكون كبيراً على حركته كما في الشكل (b,٦٧) ذلك لان الهواء سيواجه مساحة كبيرة من القرص .اما في (C) من نفس الشكل فأن قيمة المتجه (A) يمثل المحصلة لقوة الضغط على مقدمة وجه القرص وباتجاه المسار. اما المتجه (B) فانه يمثل القوة المتناظرة على الوجه الخلفي.



شكل (٦٧)
الاعاقة على القرص



شكل (٦٦)
مركبات الاعاقة والرفع والمحصلة على القرص

www.hollanduniversity.org

كما وان مقدار الاعاقة الأمامية تعتمد على مجموعة من العوامل التي اهمها ما يلي:

١ – المساحة المتقاطعة للجسم المتعامد على المسار.

٢ – شكل القرص او الاداة.

٣ – صقل او نعومة سطح القرص.

كما وان الاهتمام في فعاليات الرمي يجب ان يركز على تطوير ادائهم اي اللاعبين بالنسبة للعوامل اعلاه اضافة الى السيطرة والتحكم على مركبة الاعاقة التي تعمل على الاداة المقذوفة وعلى مركبة الرفع.

فعلى سبيل المثال يحاول الرامي رمي القرص بطريقة يتمكن من خلالها من مواجهة ادنى مقدار لمركبة الاعاقة وتقليلها الى اقل ما يمكن وفي نفس الوقت يلاقي اقصى مقدار لمركبة الرفع لكي يدفع القرص في الهواء ويتمدد زمن طيرانه.

ان لكل سرعة انطلاق فأن مقادير الرفع والاعاقة تعتمد في قسم منها على كيفية التعامل مع الأداة المقذوفة فإذا ما كانت الأداة مائلة ومتعامدة مع اتجاه حركة الهواء كما في الشكل (b,٦٧) فأن مقدار الاعاقة كبيراً والرفع قليلاً.

ومن جانب اخر فإذا ما كانت متوازية مع حركة الريح كما في الشكل (a,٦٧) فأن مقدار الاعاقة يكون قليلاً ومقدار الرفع قليلاً ايضاً. من ذلك يتضح ان الجسم اذا ما واجه اي تأثير لمركبة الرفع فإن الزاوية بين سطح او محور القرص والخط الافقي والتي يطلق عليها بزاوية الميل يجب ان لا تكون بين الزاوية صفر والزاوية (٩٠°)وهذا يعني ان الاعاقة يجب ان تكون اكثر من القيمة الدنيا التي يمكن الحصول عليها.

وباختصار فأن التوفيق ضروري بين العاملين المتضاربين وهما اقصى مركبة رفع وادنى مركبة اعاقة ما دامت استجابة الحصول عليهما بنفس الوقت. ومن اجل ملاحظة عملية التوفيق بين كلا المركبتين الاعاقة 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 الاعاقة والرفع تختلف باختلاف زاوية الميل.

www.hollanduniversity.org

زاوية الميل (درجة)	الرفع (باون)	الاعاقة (باون)	الرفع / الاعاقة
صفر	صفر	٠,٢٦٤	صفر
١٠	٠,٩٧٤	٠,٣٧٧	٢,٨٩٠
٢٠	٢,٣٩٣	٠,٩٢٨	٢,٥٧٩
٢٥	٢,٨٨٥	١,٣٠١	٢,٢١٨
٢٧	٣,١٣	١,٥٤٧	٢,٠٠٦
٢٨	٣,١٣	١,٦٦٥	١,٨٦٤
٢٩	٢,٤٧٥	١,٧٨٥	١,٣٨٧
٣٠	٢,٥٢٠	١,٨٣٣	١,٣٧١
٣٥	٢,٢٧٥	١,٩٦٥	١,١٥٨
٤٠	١,٩١١	٢,١٤٧	٠,٨٩٠
٤٥	٢,٠٠٢	٢,٥٠٢	٠,٨٠
٥٠	١,٩٣٨	٢,٧٤٨	٠,٧٠٥
٦٠	١,٥٤٧	٣,٣٦٧	٠,٤٥٩
٧٠	١,٠٧٣	٣,٦٩٤	٠,٢٩٠
٨٠	٠,٥٧٣	٣,٧٩٤	١,٥١
٩٠	صفر	٣,٩٨٥	صفر

جدول رقم (١٨)

قوى الرفع والاعاقة على القرص

(سرعة الريح=٨٠ قدم/ثا)

www.hollanduniversity.org

يزداد مقدار الرفع من (صفر) باوند الى (١٠٣ر٣) باوند بزاوية (٢٧°-٢٨°) ثم يتناقص الى قيمة الصفر بزاوية (٩٠°) اما الاعاقة فانها تزداد تدريجياً من (٢٦٤ر٠) باوند بزاوية صفر الى (٩٨٥ر٣) باوند بزاوية (٩٠°) إلاّ أن المشكلة لحل هذه العلاقة عن طريق زاوية الميل التي تعطي افضل توفيق بين كلا المركبتين الاعاقة والرفع يمكن التغلب عليها عن طريق النسبة بين مقدار الرفع على مقدار الاعاقة واخذ تلك الزاوية التي تضمن قيمة عالية من النسبة. وفي العمود الاخير من الجدول والذي يحتوي على

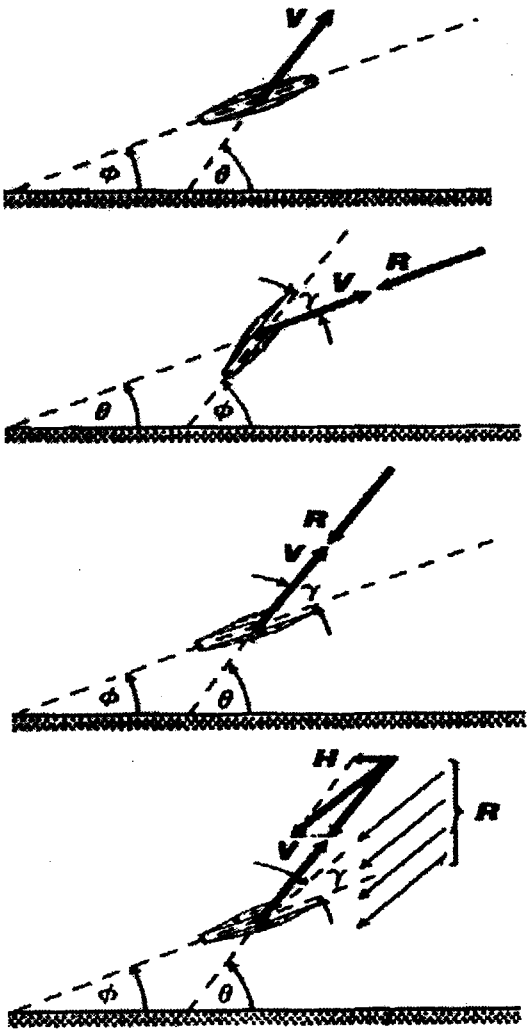
النسبة بين $\frac{\text{الرفع}}{\text{الاعاقة}}$ ويبدو من هذا العمود ان افضل زاوية للميل هي زاوية (١٠°).

ان القرص اذا ما رمي في هواء ساكن فان علاقة الريح تتساوى في القيمة وتتعاكس في الاتجاه مع اتجاه حركة القرص.

وزاوية الانحراف في لحظة الانطلاق تساوي (زاوية الميل- زاوية الانطلاق) كما في الشكل (٦٨) ان زاوية الانحراف تعادل صفراً 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 أكبر مسافة افقية خلال التحليق يقلل من مقاومة الهواء الى درجة كبيرة. أما في الحالة التي يكون فيها القرص وضع موجب بدون زاوية للانحراف 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 حددت من قبل دايون (١٩٨٦) عنكوبر وآخرون (١٩٥٩) بين زاوية الانطلاق وزاوية الميل ومدى تأثيرها على الانطلاق بعد تغيرها من (٣٤ر٢١)م/ثا في الجدول (١٩)

www.hollanduniversity.org



شكل (٦٨)

العلاقة بين زاوية الانطلاق (٠) وزاوية الميل ( ) وزاوية الانطلاق(y)

زاوية الميل	زاوية الانطلاق							
	١٥°	٢٠°	٢٥°	٣٠°	٣٥°	٤٠°	٤٥°	
١٠°	١٠٤	١٢٠	١٣٠	١٣٨	١٤٤	١٤٦	١٤٤	
١٥°	١١٠	١٢٤	١٣٦	١٤٤	١٥١	١٥٠	١٤٨	
٢٠°	١١٤	١٢٨	١٤٢	١٥٠	١٥٢	١٥٤	١٥٢	
٢٥°	١١٤	١٢٨	١٤٤	١٥٠	١٥٦	١٥٤	١٥٢	
٣٠°	١١٤	١٢٨	١٤٢	١٥٢	١٥٦	١٥٦	١٥٢	
٣٥°	١١٢	١٢٨	١٤٠	١٤٨	١٥٤	١٥٤	١٥٢	
٤٠°	١٠٦	١٢٤	١٣٦	١٤٦	١٥٠	١٥٢	١٥٢	
٤٥°	١٠٤	١٢٠	١٣٤	١٤٢	١٤٦	١٤٦	١٤٦	
٥٠°	٩٨	١١٦	١٣٨	١٣٦	١٤٢	١٤٢	١٤٢	

جدول (١٩)

علاقة زاوية الانطلاق وزاوية الميل بالمسافة التي يقطعها القرص عندما تكون السرعة (٢١,٣٤ م / ث)

المسافة بالنظام المتري

www.hollanduniversity.org

زاوية الميل	زاوية الانطلاق							
	٢٥	٣٠	٣٥	٣٩,٣	٣٦	٤٠	٤٥	
١٠°	١٣٢	١٥٢	١٧٠	١٧٨	١٨٦	١٨٦	١٨٢	
١٥°	١٤٨	١٦٤	١٨٠	١٨٨	١٩٤	١٩٤	١٨٦	
٢٠°	١٥٢	١٧٢	١٨٨	١٩٦	٢٠٠	١٩٨	١٩٤	
٢٥°	١٥٤	١٧٤	١٩٠	٢٠٠	٢٠٤	٢٠٢	١٩٨	
٣٠°	١٥٤	١٧٠	١٨٨	١٩٨	٢٠٤	٢٠٤	١٩٨	
٣٥°	١٥٠	١٦٨	١٨٤	١٩٢	٢٠٠	٢٠٢	١٩٦	
٤٠°	١٤٤	١٦٢	١٧٦	١٨٦	١٩٦	١٩٨	١٩٠	
٤٥°	١٣٤	١٥٠	١٧٢	١٨٠	١٨٦	١٩٠	١٨٤	
٥٠°	١٢٨	١٤٨	١٦٦	١٧٦	١٨٠	١٨٠	١٧٦	

جدول (٢٠)

علاقة زاوية الانطلاق وزاوية الميل بالمسافة التي يقطعها القرص عندما تكون السرعة (٢٤,٣٨ م / ث)

المسافة بالنظام المتري

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

العضلات العامة في فعالية رمي القرص

أن مصدر القوة الدافعة للقرص هو التقلص العضلي لاكثر من مجموعة عضلية واحدة في جسم الانسان،وهذا يستوجب اتباع التسلسل الصحيح في الأداء الحركي، حيث تبدأ الحركة من العضلات الفخذية والعضلات المحيطة بمركز ثقل الجسم، والتي هي عضلات بطيئة عادة وقوية، تعقبها حركة الساقين واخيراً حركة الذراع واليد والاصابع والتي تضيف إلى سرعة الحركة فالسرعة التي يحصل عليها القرص تعتمد على تسلسل تقلص العضلات في هذه الاجزاء المختلفة، حيث يبدأ تقلص أي مجموعة عضلية في اللحظة التي تكون الحركة التي احدثها التقلص الذي سبقه قد وصلت الى أقصى سرعة لها أي عندما تصل السرعة أقصاها والتعجيل صفر. بهذه الحالة فإن مقدار القوة الدافعة هو للقرص حاصل جمع القوى العاملة اذا استخدمت باتجاه واحد وبالتسلسل والتوقيت الصحيح. من هنا نلاحظ ضرورة تقوية عضلات الاطراف السفلى والجذع والاطراف العليا على حد سواء في هذه الفعالية.

أن قوة عضلات الاطراف السفلى ضرورية لا لكونها تضيف الى 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 الى جهة اليسار والتي تشمل العضلة المنحرفة الخارجية اليمنى والعضلة المنحرفة الداخلية اليسرى ومجموعة العضلات ناصية العمود اليسرى.

أما في مفصل الكتف فتشترك عضلات الثني الأفقي (الصدرية الكبرى والدالية الأمامية والغرابية وذات الرأسين العضدية) وفي المنكبين تشترك عضلات الابعاد المسننة والصدرية الصغرى) بما أن رمي القرص يحدث والذراع ممدودة في مفصل المرفق فإن عمل عضلات ثني المرفق يكون محدود ونسبياً في هذه الفعالية. بالرغم من هذا فإن تقلص عضلات ثني المرفق (ذات الرأسين العضدية والعضدية الامامية والعضدية الكعبرية والباطحة المستديرة) في اللحظة الاخيرة قد يساعد في زيادة سرعة القرص.

أما عضلات رسغ اليد والاصابع فهي تعمل على مسك القرص للتغلب على القوة اللامركزية الناتجة عن دوران الرياضي حول محوره العمودي والثني تحاول سحب القرص نحو الخارج

www.hollanduniversity.org
بالإضافة الى كون تقلصها السريع في آخر الحركة يضيف الى السرعة. وعضلات رسغ اليد الرئيسية التي تعمل في هذه الحالة هي عضلات الابعاد التي تشمل قابضة الرسغ الكعبرية وباسطة الرسغ الكعبرية القصيرة وباسطة الرسغ الكعبرية الطويلة.

التحليل الحركي لفعالية رمي الرمح

يعتمد التكنيك على التوفيق بين السرعة القصوى والقوة القصوى خلال ركضة الاقتراب خلال الركضة التقريبية البالغة (١٤-١٧) خطوة يحمل الرامي الرمح بقبضة خاصة وفي وضع فوق الكتف بشكل يسمح بالركض المتوازن والمرتخي مع تعجيل تدريجي في السرعة الافقية والتي يسيطر عليها بواسطة قدرة الرامي في بذل قوة عالية من عضلات جسمه.

أن العوامل الاساسية التي تحكم في رميه 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 انطلاق الرمح من يد الرامي تعتبر عاملاً مهماً في تقرير المسافة التي يمكن الحصول عليها او التي يقطعها الرمح.

أما الزاوية المثالية للارماح القديمة التي لم يؤخذ في صنعها مسألة التأثير الديناميكي للهواء فإن الزاوية المثالية تراوحت بين (٤٢°-٥٠°) للرمية الجيدة. ولقد قدرت الزاوية المثالية للرمية الجيدة التي تأخذ بنظر الاعتبار مسألة التأثيرات الديناميكية اللهواء تقديرات مختلفة في قيمتها. ولقد كان اكثر هذه التقديرات شيوعاًوالتي اخذت بنظر الاعتبار المواصفات السليمة والعلمية في صنع النوعية الجيدة للرمح هي التقدير الذي حدد زاوية(٤٠°) أو اقل من ذلك نقطة الارتفاع اكثر ارتفاعاً من نقطة الهبوط. في الحالات التي تكون فيها حركة الهواء طبيعية. أما عندما يكون اتجاه الهواء مع اتجاه حركة الهواء طبيعية،أماعندما يكون اتجاه الهواء مع اتجاه حركة الرمح فأن هذه الزاوية تكون أكبر من ذلك. وتكون الزاوية اقل من ذلك عندما يكون اتجاه الرمح واتجاه الهواء متعاكسين.

www.hollanduniversity.org

أما بالنسبة للآراء المطروحة حول علاقة قيمة 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) أكد على ان زاوية الميل يجب ان تكون اقل من زاوية الانطلاق. سنتناول هنا استخدام تلك القوانين الميكانيكية اعلاه في عملية التحليل الحركي لأقسام فعالية رمي الرمح.

١ – الركضة التقريبية:

يشتمل هذا القسم على المسك« القبض » والحمل« الرفع» والركض بالرمح خلال عملية الفترة التحضيرية للرمي.وهنالك ثلاثة طرق في عمليةمسك الرمح خلال الركضة التقريبية وهي:

١ – القبضة الامريكية بواسطة الابهام والاصبع الأول كما في شكل (a– ٦٩).

٢ – القبضة النهائية بواسطةالأبهام والاصبع الثاني كما في شكل (b–٦٩).

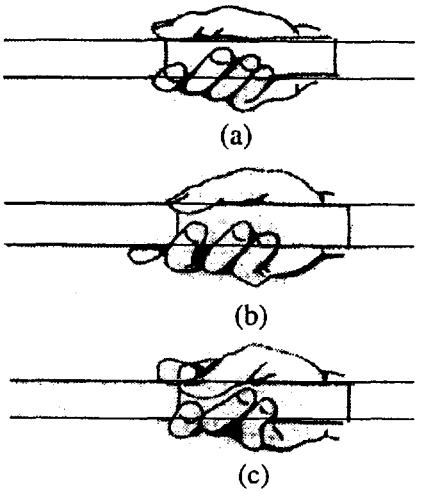
٣ – القبضة بواسطة الأصبع الأول والأصبع الثاني كما في شكل (c–٦٩).

ان القبضة من النوع الثالث أكثر 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 اثبتت عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية لتلك الاشكال.

أما بالنسبة لحمل أو رفع الرمح خلال الركضة التقريبية فإنه يفضل أن يكون محمولاً في موضع فوق الكتف مع تحريك اليد الرافعة للرمح للخلف وللامام قريباً من الاذن وبانسجام وتوقيت مع حركة ساق الرامي.

ومن خلال الانتقال من الركض إلى الرمي وخلال الرمي نفسه فإن معظم الرماة الجيدين يستخدم السرعة العالية لعشرة (١٠–١٢) خطوة (٥٠–٦٠قدم تقريباً) .هذه مع (٣–٧) خطوة تستخدم في الانتقال من الركض الى الرمي مع خطوات الاعاقة المستخدمة في ايقاف الرامي بعد انطلاق الرمح والتي يكون مجموعها بشكل عام من (١٤الى ٢٠) خطوة (حوالي ٧٠–١٠٠قدم).

www.hollanduniversity.org



شكل (٦٩)

انواع 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 « a إلى c» تمثل حركات الاسترجاع او الاسترداد للرمح خلفاً. وحالما توضع قدم الرامي اليمنى وقبل الوصول لوضع الرمي النهائي بخمسة خطوات تكون عملية سحب أو ارجاع الرمح خلفاً قد بدأت. ولو أن هنالك عدة طرق مختلفة لأنجاز هذه العملية إلا أن الطريقة الشائعة الاستخدام والبسيطة هي برفع الذراع الرامية للخلف مباشرة إلى وضع تكون فيه اليد وهي ممدودة كاملاً واليد بارتفاع الكتفين تقريباً .هذه الحركةتتوافق مع دوران الكتف للحفاظ على الرمح على مستوى اتجاه الرمي المطلوب وتأخذ (٥ر١-٢) خطوة انتقالية خلال هذه الخطوات والتي بعدها يكون حوض الرياضي للامام قليلاً واقدامه مؤشرة للامام ايضا لغرض المحافظة والسيطرة على الزخم الحركي الذي تم الحصول عليه نتيجة لركضة الاقتراب وفي (H-g) من الشكل (٧٠) تبدأ الخطوات المتقاطعة، أن الغرض من تقاطع الخطوات هو الحصول على وضع

www.hollanduniversity.org
قدمي الرياضي أمام القسم العلوي لجسمه لذلك فهو حالما يضع قدمه الأيمن في نهاية هذه الخطوات يكون باستطاعته أن يتحرك إلى وضع مثالي يمكن خلاله من انجاز الرمية من ذلك يقوم بالاداء مع القيادة القوية من قدم اليسار مع العمل السريع لكلا الساقين هما قسم الطيران وقسم الاعادة او الاتصال مع الارض. 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 (أ) توضح الهبوط في نهاية خطوة التقاطع. فالرياضي يلامس الأرض بكعب القدم الأيمن مع ميلان خلفي للجذع . وبالمقارنة لهذا الوضع مع وضع الانتصاب فأن وضع الجذع المائل يعطي وقتاً كافياً للرياضي لاعطاء القوة للرمح قبل أن يصل إلى النقطة التي يمكن أن يطلق بها الرمح. كذلك فأن هذا الميلان يؤدي إلى زيادة في المسافة أو المسار الذي يسلكه الرمح قبل الوصول الى اللحظة الأخيرة للانطلاق مما يعطي تعجيلاً كبيراً وكافياً للرمح.

من هذا الوضع فأن نعل أو أسفل القدم اليمنى لينخفض للأرض وكذلك فأن مفاصل الحوض والركبة والكاحل تنقبض مسببة:

١ – تخفيض الارتطام والتصادم عند الهبوط.

٢ – زيادة سرعة الدوران للجسم حول القدم الأيمن.

٣ – لوضع الساق اليمنى في وضع مناسب يتمكن من خلاله أعطاء قوة للأسفل وللخلف ضد الأرض.

أمافي الصورة (J) فأن مركز ثقل الرامي يكون قد سار نحو الامام وفوق القدم اليمنى بقوة ويكون التمدد القوى للساق اليمنى قد بدء لقيادة الورك للأمام.

أما في الصورة K قدم اليسار لامست الارض والكعب يلامس الأرض اولاً ويكون هذا التماس قليلاً نحو اليسار عن الاتجاه المطلوب للرمي.

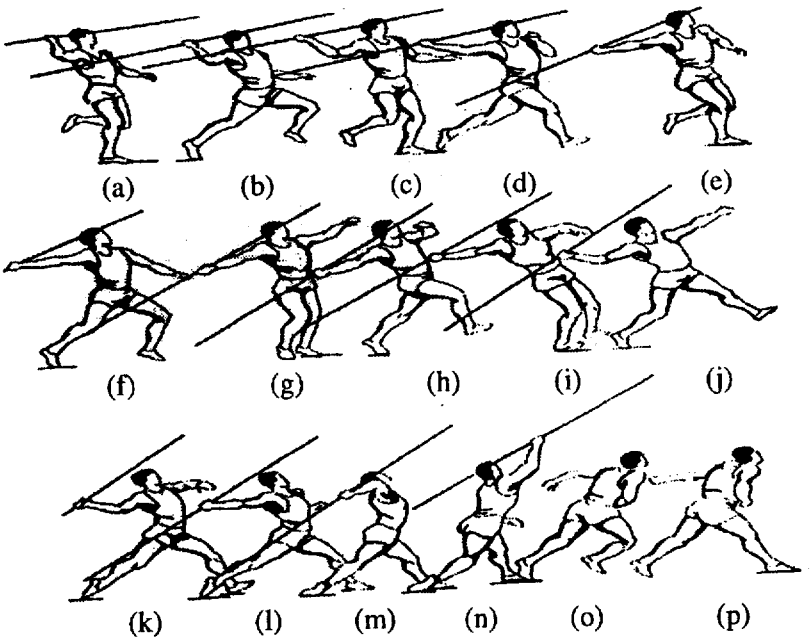
ساق اليمنى تكون قد اكملت قيادتها ورؤوس اصابع القدم اليمنى بدأت تسحب للأمام بالتقاطع مع الأرض. ومع حركة الحوض الدائرية باتجاه الأمام تكون قد أكملت تقريباً فالعضلات المسؤولة لهذا الدوران للجذع تبدأ مشاركتها بواسطة المرجحة الأمامية والخلفية للعكس الأيسر.

www.hollanduniversity.org

الصورة (L) ساق اليسار بعد ثنيها تحت القوة الكبيرة او يكون قد سندت بثبات. دوران الجذع يستمر الكتف الأيمن يكون قد وضع للامام وحركته هذه تسهل بواسطة الدوران الخارجي للقسم الأعلى من الذراع للرامي.

في الصورة M الحوض دفع للأرض بأتجاه وضع الرمي بواسطة انقباض ساق اليمنى وبواسطة المقاومة التي تزود لاحقاً بساق اليسار. ويأخذ الصدر شكل القوس المشدود الأمامي. ذراع الرمي تسحب للأمام بقيادة الكتفين.المرفق للأعلى والذراع مسحوبة.

في الصورة n توضع عملية الانطلاق أو ترك الرمح ليد الرامي الساق اليسرى تتمدد لزيادة ارتفاع مستوى الانطلاق. وافضل مستوى ارتفاع للانطلاق الرمح كما يقول (Hay 1978) هو (٥١ر٥-٥٩ر٦) قدم لذوي المستويات العليا. كما وأن التحدد الساق اليسرى يساهم بشكل فاعل في زيادة المركبات العمودية للسرعة وفي زيادة كلا العاملين السرعة وزاوية الانطلاق. تمدد المرفق يجب ان يكون كاملاً أو الرمح خلال لحظة الانطلاق يدور حول محوره الطويل. في الصورتين (O) و (P) يأخذ الرامي مسافة (٥-٦) قدم كخطوة أعاقة لايقاف حركته.



شكل(٧٠)

المراحل المختلفة في رمي الرمح

www.hollanduniversity.org

الفصل الثالث

التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب

Jumping

- القفز العالي High Jump

- الوثب الطويل Long Jump

- القفز بالعصا Pole Vaulting

www.hollanduniversity.org

٢-التحليل الحركي لفعالية القفز العالي
(High Jump)

لقد تم استخدام عدة طرق للوثب العالي .ومن ابرز تلك الطرق هي الطريقة السرجية وطريقة فوزيري (Fosbury Flop) وسنركز هنا على كلا الطريقتين وذلك لفوائدهما الجيدة عند الاستعمال ومع ذلك فان هناك الكثير من اللاعبين لا يفضلون طريقة فوزيري وذلك لخوفهم من احتمالات الاصابات الناشئة بسبب الهبوط على الظهر.

أن للارتفاع الذي يجتازه مركز الثقل للواثب يرجع إلى محصلة أو مجموع ثلاثة ارتفاعات منفصلة والارتفاعات الثلاثة هي:

١ - الارتفاع عند لحظة الارتقاء لحركة ثقل الجسم عن الارض كما في الشكل (H1-٧١) وهذا الارتفاع يرتكز على العاملين التاليين.

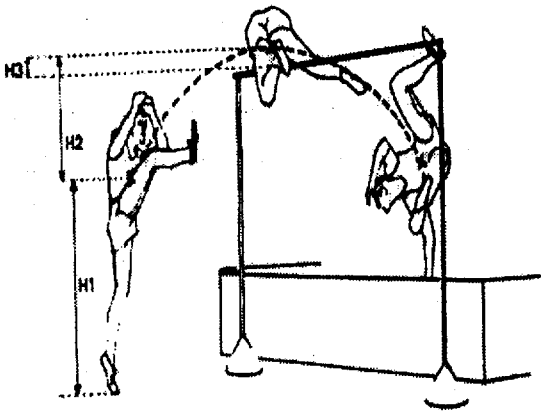
- تكوين جسم الواثب وطول قامته.
- الوضع الذي يأخذه الجسم لحظة الارتقاء.

٢ - الارتفاع الذي يصله مركز ثقل جسم الواثب من لحظة كسر الاتصال

والطيران الى أعلى نقطة فوق العارضة كما في الشكل (H2-٧١) وهذا الارتفاع خلال الطيران يعتمد على السرعة العمودية لحظة الارتقاء والناشئة عن ملاحظة قدم الارتقاء في الخطوة الاخيرة للركضة التقريبية والذي تسبب دفعاً عمودياً ينتقل من هذه القدم إلى بقية الجسم خلال الارتقاء انطلاقاً من القانون الثالث من قوانين نيوتن والتي تؤكد على أن لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه. لهذا فأن رد فعل الأرض يدفع الواثب للأعلى بقوة مساوية لقوة دفعه ومعاكسة في اتجاهها.

٣ - الفرق بين أعلى نقطة يصلها مركز ثقل جسم الواثب وارتفاع العارضة كما في الشكل (H3-٧١) .أن للوثب العالي أسس وقوانين ميكانيكية تتحكم في المسافات التي ذكرناها والتي تناولها هوخموث (Hochmuth.1970) سنتناولها هنا قبل أن نحلل الفعالية تفصيلياً وذلك لفوائدها والأسس هي:

www.hollanduniversity.org



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 ويمهد لها بعملية ثني على شكل مرجحة مضيفة قوة موجبة في التعجيل عند بداية المد.

أما 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 أن لا تكون الحركة التمهيدية أقوى من المطلوب وهذا الأساس ينطبق على الأقتراب استعداداً للأرتقاء.

٢ – مسافة التعجيل المستقيم والطويل.

ان زيادة الطاقة يعني زيادة المدى أو 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 ونقطة الامتداد الكامل للمفاصل في لحظة انتهاء الدفع وكسر الاتصال مع الارض.

٣ – توافق الدفع الاضافي

في الوثب العالي يجب وصول السرعة العمودية للرجل الحرة إلى أقصى مقدار لها في نفس اللحظة التي ينتمي فيها مد الرجل الأخرى خلال الارتقاء.لهذا فأن عملية توافق تأثير قوى الدفع التي تسببها المجاميع العضلية المشاركة في الحركة لغرض خدمة التعجيل بحيث يبدأ أو ينتهي تأثيرها في ان واحد وفي اتجاه هدف الحركة.

٤ – رد الفعل:

خلال مرحلة الارتقاء يدفع الواثب الارض وذلك لغرض الوصول إلى مرحلة الطيران والعبور مع مرجحة الرجل الحرة. أن هذه العملية تعتمد بشكل أساسي على قوة الدفع هذه. ووفقاً لقانون نيوتن الثالث فأن الفعل أو قوة دفع الواثب ستخلق قوة رد الفعل من الأرض بسبب زيادة في مسافة التعجيل.

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 ان 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 التقريبية والثانية عمودية خلال الارتقاء. وعند تطبيقنا للقوانين التي تتحكم في حركة المقذوفات على فعالية الوثب العالي كونها تدخل ضمن هذا الاطار فإننا يمكن أن نستخرج القيم الحركية الأفقية لسرعة الانطلاق وفقاً للمعادلة التالية:

الحركة الأفقية لسرعة الانطلاق = السرعة الابتدائية × جيب تمام زاوية الانطلاق

www.hollanduniversity.org

أما قيم الحركية العمودية فيمكن استخراجها من خلال:

الحركية العمودية لسرعة الانطلاق = السرعة الابتدائية × جيب زاوية الانطلاق

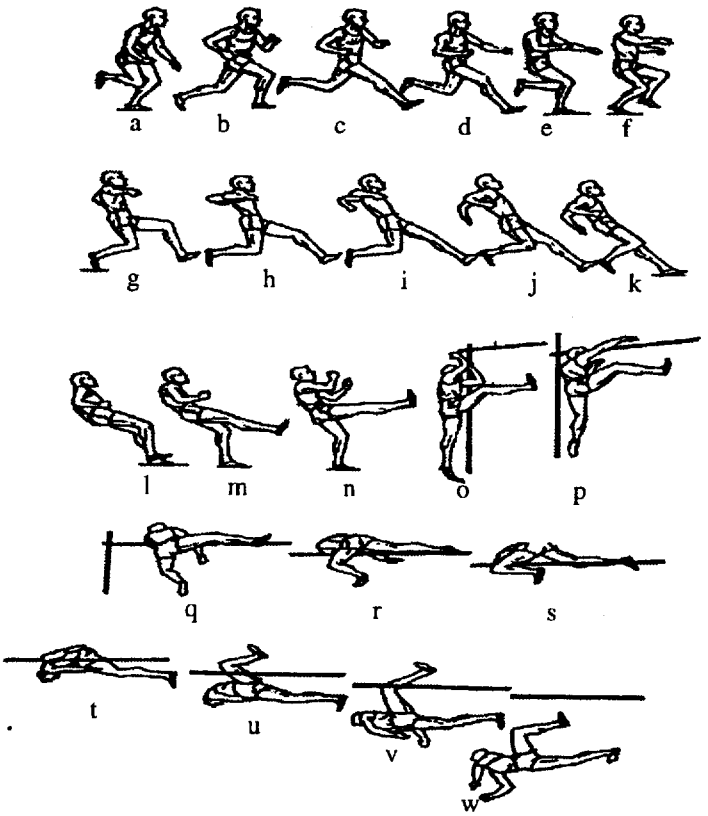
ان ضمان الحصول على مسافة عمودية عالية في الوثب العالي يتطلب زيادة زاوية الانطلاق .ولأجل تحليل الفعالية هنا فإننا سنقوم بتقسيمها الى عدة أقسام .والأقسام هي:

١ – الركضة التقريبية.

٢ – النهوض.

٣ – الطيران وعبور العارضة.

٤ – الهبوط.



مراحل القفز العالي

www.hollanduniversity.org

١ – الركضة التقريبية :

هناك شبه كبير بين العمل العضلي للعضلات العاملة في الوثب العالي خلال هذا القسم والركض الاعتيادي وللركضة التقريبية اهمية كبيرة في خدمة واجب الحركة وتزداد اهمية عامل السرعة للركضة التقريبية كلما ارتفعت العارضة وكلما صغرت زاوية الاقتراب.

شكل (٧٢) مراحل القفز العالي

وللركضة 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 مركز ثقله من أجل ان يضع مفاصل القدم والركبة والورك في وضع مناسب للوثب ومتوازن أن الخطوة الأخيرة يجب أن تكون طويلة نسبياً مع خفض مركز ثقل الجسم خلالها قبل لحظة النهوض وكسر الاتصال.

وهذا الوضع سوف يزيد من قوة الدفع. أما بالنسبة للسرعة فأنها تختلف باختلاف الافراد وخبراتهم التدريبية.

ان طول الركضة التقريبية يتراوح عموماً بين (٧–٩) خطوات وهذا يعتمد على عوامل جسمانية للواثب. ومع ذلك فأن هناك بعض الواثبين يستخدمون خطوات قليلة تتراوح بين (٣–٤) خطوات عندما يكون مستوى ارتفاع العارضة اقل بكثير عن مستوى الانجاز الذي يحققه الواثب.

أمامن ناحية الزاوية التي يقترب بموجبها الواثب من العارضة خلال الخطوة الاخيرة فانها يجب ان تكون زاوية حادة وذلك:

١ – زيادة المدى الحركي للرجل القائدة والذي يخدم في خلق زخم حركي كبير.

٢ – تساعد بعض اعضاء الجسم على عبور العارضة قبل وصول مركز ثقل الجسم لأقصى ارتفاع.

www.hollanduniversity.org

ومع الايجابيات 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 الى اقلال قوة الدفع العمودية.

ولهذا فأن الزاوية المثالية للاقتراب هي (٤٠–٥٠) درجة حسن والطالب ٩٧٩).

٢ – النهوض (الارتقاء) شكل (I,m,n,o–٧٢)

يجب التركيز على زيادة السرعة العمودية إلى أقصى سرعة لمركز ثقل الجسم خلال النهوض مع اعطاء حركة دائرية للجسم باكمله حول مركز ثقله من اجل اجتياز العارضة إلى أعلى مسافة عمودية. أما أمثال عضلات مد الورك فهي الاليوية الكبرى والنصف وتريه والنصف غشائية والرأس الطويل للعضلة ذات الرأسين الفخذية إضافة لذلك فأن هناك مساهمة لقوة عضلات رسغ القدم والتي من امثالها التوأمية والفعلية في دفع الجسم للاعلى.

أن هذا التقلص للعضلات الذي يولد قوة يجب ان يكون خلال زمن قصير جداً وذلك لان القوة لكي تكون اكثر تأثيراً من ناحية خدمة قوة دفع الجسم للأعلى يجب ان تكون بسرعة عالية جداً وهذا ما تؤكده العلاقة التالية:

الدفع (Impulse) = القوة × الزمن المؤثر

ان زيادة المدى الذي تعمل خلاله القوة قبل ترك الجسم للأرض من ناحية المسافة الطويلة والزمن القصير يساعد الرياضي على الحصول على قوة دفع كبيرة. لهذا فأن الواثب يعمل على أخذ خطوة طويلة مع خفض مركز ثقل جسمه قدر المستطاع كي يهيئ جسمه للدفع. ان هذه القوة عندما تكون في سرعة كبيرة تعمل على دفع الرياضي عمودياً بأقصى قدرة وكما هو معلوم فان قانون القدرة هو.

www.alnoorland-university.org

$$\text{القدرة (Power)} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

أن الحركة التعجيلية لمركز ثقل الجسم العمودية تبدأ بحركة الذراعين والرجل القائدة تم حركات الجذع ومفاصل الورك والركبة والرسغ.

أن زيادة السرعة العمودية لمركز ثقل واثب العالي يستوجب الاهتمام بالعوامل التالية:

١ - ان اللحظة قبل كسر الاتصال بين قدم الرياضي والارض هي لحظة حاسمة يستوجب خلالها تحريك الذراعين والرجل القائدة بأقصى سرعة ممكنة وذلك لان 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 رجله القائدة والذراعان في أعلى وضع ممكن.

٣ - أن المدى الحركي الواسع الذي ينجزه الواثب يضمن اكبر سرعة عمودية وذلك لأنه يستخدم قوته في زيادة التعجيل. لهذا فالخطوة الاخيرة يستوجب ان تكون كبيرة لضمان مدى حركي واسع للرجل القائدة قبل النهوض.

٤ - ان النقل للزخم الحركي الذي تكونه حركة الرجل القائدة بالاتجاه العمودي نحو العارضة سوف ينقل من هذه الرجل إلى كتلة الواثب مما تساعده على رفع مركز ثقله. لذا يجب مد هذه الساق لان الزخم الدائري يكون عالي عندما تكون اجزاء الجسم المتحرك بعيدة عن محور الدوران فالزخم الحركي عندما تكون الرجل ممدودة يكون كبيراً بالمقارنة مع الرجل المثبتة.

٥ - تتناسب المسافة العمودية تناسباً عكسياً مع السرعة الأفقية لمركز ثقل الواثب.والمسافة العمودية محصورة بين مركز ثقل جسم الواثب واتجاه القوة المستخدمة لدفع الجسم للاعلى 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 الواثب لحظة الانطلاق كما في المعادلة التالية:

www.hollanduniversity.org

$$\text{المسافة العمودية} = \frac{\text{السرعة العمودية}}{\text{٢} \times \text{تعجيل الجاذبية الأرضية}}$$

لو علمنا أن السرعة العمودية للواثب كانت (١٩/٦) م/ثا واردنا حساب قيمة المسافة العمودية فأنها ستكون :

$$\text{١ م / ث} = \frac{\text{١٩,٦}}{\text{١٩,٦}} = \frac{\text{١٩,٦}}{\text{٢} \times \text{٩,٨}}$$

أما لو فرضنا ان السرعة العمودية كانت نصف قيمة السرعة في المثال الاول حيث كانت (٩/٨) ثا فأن قيمة المسافة العمودية ستقل للنصف أيضاً كما في أدناه

$$\text{٠,٥ م/ ث} = \frac{\text{١}}{} = \frac{\text{٩,٨}}{\text{٢} \times \text{٩,٨}}$$

أن هذا يعني ان مركز ثقل الجسم يجب ان يكون قريباً من اتجاه القوة أي فوق قدم الرجل الناهضة للحصول على أكبر سرعة عمودية.

٦ - هناك تناسب طردي بين الزخم الدائري للواثب الحادث حول مركز ثقل جسمه والمسافة بين مركز الثقل واتجاه القوة المستخدمة بدفع الجسم للاعلى. أي أن زيادة هذه المسافة تؤدي الى زيادة في الدوران. إلا أن هذه الزيادة تكون على حساب السرعة العمودية للاعلى .لهذا فأن الواثب يعمل على ميلان جسمه قليلاً نحو العارضة لحظة تركه الارض لغرض الحصول على كمية دوران كافية لاجتياز العارضة.

٧ - الركضة التقريبية يجب ان لا تكون سريعة جداً وذلك لأنها تؤدي إلى قلة الزمن الذي يمكن ان تستخدم خلاله القوى المختلفة لدفع مركز ثقل الواثب للاعلى وهذا الزمن القليل سيؤدي الى نقصان السرعة العمودية والمسافة العمودية.

٨ - من الحصول على الفوائد الميكانيكية المترتبة على قانون (الفعل ورد الفعل) فأن الأرض التي ينهض فيها الواثب ليست رملية وهشة بل قوية نسبياً ومتماسكة والا فأن عكس ذلك سيؤدي الى فقدان الفوائد المترتبة من هذا القانون وخاصة المسافة العمودية لمركز ثقل الجسم للواثب.

Wasit University Repository

٩ - ان التكنيك الصحيح للوثب العالي يوجب التركيز على المتطلبات الميكانيكية خلال مرحلة النهوض واهميتها في تحقيق الاجتياز المرتفع للعارضة وليس على أحراز الاجتياز العالي مع اهمال مرحلة النهوض.

١٠ - ان الزمن الذي يستغرض فيه جسم الواثب في الهواء قصير جداً ولا يسمح له بخلق حالة من الدوران اللازم حول محاور جسمه المختلفة لاجتياز العارضة لهذا فأن 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 ثلاث طرق مختلفة والتي يمكن تركيزها فيما يلي:

- ايقاف الحركة الانتقالية : الجسم المتحرك حركة انتقالية مستقيمة تتغير حركة جسمه إلى حركة دائرية عندما يحدث توقف مؤقت في احد اطراف الجسم المتحرك.وهذا التوقف المؤقت في الحركة الانتقالية بسبب حدوث تغير الزخم الخطي الى زخم دائري لهذا الواثب عندما يقوم بغرس قدم الساق الناهضة عند الاستعداد للنهوض في الارض فأنه يحول زخم خطي إلى زخم دائري في جسمه.
- ان القافز هنا يعمل على تحريك الذراعين والساق القائدة من أجل تكوين زخم دائري وهذا الزخم الدائري ينتقل من هذه الاجزاء القائمة بالحركة إلى بقية جسم الواثب مما يساعده على الدوران حول العارضة خلال الطيران وذلك لان 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 سيكون فوق مدوره والباقي سيعمل على دفع الجسم للأعلى ان هذا الدفع الحاصل والذي سيعمل على دفع الجسم للاعلى ان هذا الدفع الحاصل والذي يسمى بالدفع اللامركزي هو نتيجة ميكانيكية تحدد العلاقة بين اتجاه القوة المستعملة ومركز ثقل الجسم المتحرك فاذا ما كان اتجاه قوة الدفع هو الاتجاه البعيد لمركز ثقل الواثب فأن هذا سيؤدي الى دفع لامركزي فأن هذا سيؤدي الى دفع لامركزي في حركة الواثب.

ان هذا المبدأ مهم للواثب وتحسين انجازه ويركز خلال اداء الوثبة على عدم الميلان الزائد عن اللازم نحو العارضة في لحظة كسر الاتصال لان هذا سيؤدي حتماً الى زيادة في دوران

www.hollanduniversity.org
الجسم وزيادة في المسافة الافقية على حساب المسافة العمودية التي يهدف الى تحقيقها. ومن ذلك يمكن التوصل الى حقيقة في التدريب الرياضي لهذه الفعالية فوائدها هو العمل على الاستفادة من مبادئ ايقاف الحركة الانتقالية ومن نقل الزخم الدائري في تكوين الدوران حول الجسم مع تقليل الاعتماد على مبدأ الدفع اللامركزي. ان هذه الحقيقة ادت الى زيادة في زاوية الاقتراب والتي يمكن من خلالها استغلال ظاهرة ايقاف الحركة الانتقالية في خلق دوران مناسب في اجتياز العارضة.

٣ - الطيران واجتياز العارضة: شكل (p.q.r.s-٧٢)

بعد كسر الاتصال يترك واثب العالي الارض وهو فاقداً السيطرة على حركة جسمه في الهواء. وان حركة مركز ثقل جسم الوثب قد اكتسب التأثير الخاص بسرعة الانطلاق واللتان حصل عليهما من لاجراء الركضة التقريبية وحركة النهوض. وكذلك فأن الزخم الدائري الذي حصل عليه اللاعب يبقى ثابتاً حول ثقله وبالرغم من ثبات قيمة لزخم الدائري بعد لحظة النهوض فأن الواثب يستطيع السيطرة والتحكم على السرعة الدائرية من طريقة زيادة عزم القصور الذاتي او نقصانه والذي ينتج عن ابعاد او تقريب اجزاء جسم الواثب من مركز ثقله وفقاً للعلاقة التالية

الزخم الدائري = عزم القصور الذاتي × السرعة الدائرية

كما وان حركة يقوم بها اي جزء من اجزاء الجسم فوق العارضة تقترن 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 المحصورة 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 فأن 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 الى أقصى ارتفاع له. وعندما تزيد نسبة كتلة الجسم تكون فوق العارضة كما هو الحال في القفزة المقصية كلما كانت الوثبة ضعيفة وغير اقتصادية.

www.hollanduniversity.org

من هذا نجد ان الوثبة الفوسيورية والسرجية افضل من ناحية الاقتصادية والجهد والتكنيك الصحيح وذلك لان المسافة بين الارتفاع لمركز ثقل الواثب والعارضة قليلة وان نسبة كتلة الجسم التي تقع تحت العارضة كبيرة خلال هذه اللحظة. ان وضع الغطس الذ ي يتم بموجبه اقتراب الجذع من الساقين يثني الورك بحيث يعبر الرأس والجذع العارضة أولاً ثم الورك والساقين يمكن أن يضمن مرور مركز ثقل جسم الوثب من تحت العارضة خلال اجتيازه لها.

وان اخذ 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 (t,u,v,w٧٢)

ان الواجب الاساسي في هذا القسم هو المحافظة على جسم الرياضي من حدوث اصابة نتيجة سقوطه للاسفل بعد اجتيازه العارضة. والجسم بعد ان يكون قد اجتاز العارضة وغيرها للجانب الاسفل فان الطاقة التي تمتلكها هي طاقة كامنة وهذه الطاقة ميكانيكياً تعتمد على (وزن الرياضي × ارتفاع الجسم).

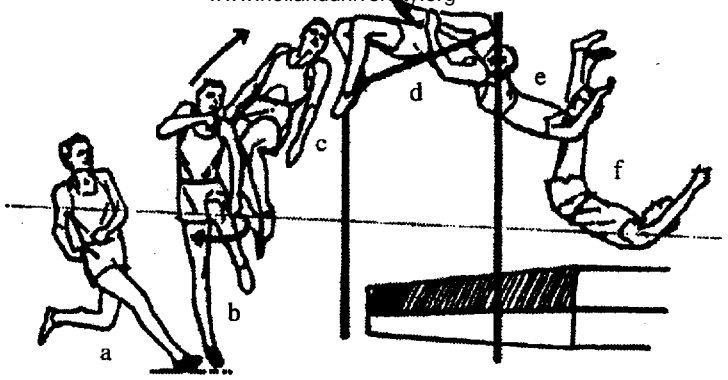
وعند التوجه للاسفل باتجاه الحفرة او البساط فأن هذه الطاقة الكامنة أو طاقة الوضع تتحول الى طاقة حركيةيمكن الاستدلال عليها من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الطاقة الحركية المستقيمة} = \frac{١}{٢} \text{ الكتلة} \times (\text{السرعة})^{٢}$$

لهذا فأن هناك فائدة يجب استغلالها عند الوثب العالي وهذه الفائدة الميكانيكية تتركز في تقليل المسافة التي يسقط خلالها مركز الثقل لان ذلك يؤدي الى تقليل مربع السرعة وبالتالي الطاقة الحركية. لهذا فأن وضع باسط مرتبع على الأرض يؤدي الى تقليل مسافة السقوط وتقليل الطاقة الحركية وان البساط يجب ان يكوم من مادة الاسفنج ذات الضغط العالي وذلك لامتصاص طاقة الواثب الحركية عند السقوط بالتدرج.

كما وان الدحرجة على البساط وزيادة مساحة الجسم عند تماسه بالبساط يقلل الطاقة الحركية ويجنب الاصابة.

www.hollanduniversity.org



شكل (٧٣)

قفزة فوسبوري

وفي النهاية فأننا لا بد وان نحدد بأن افضل القفزات في مجال الوثب العالي هي قفزة فوزبري (Dick Fosbury) شكل (٧٣) والتي سميت باسمه (Fosbury Flop) ان ميكانيكية الوثب في قفزة فوزبري تعتبر افضل تسخير لقوانين الميكانيك والطبيعة في خدمة الحركة العمودية للانسان.وتم اكتشاف هذه الطريقة في الولايات المتحدة الامريكية (Ecker, 1969) وضعت 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 الفوسبورية الى استخدام قوة الدفع اللامركزية التي يستخدمها الرياضيون في فعالية الوثب العالي في الطرق الاخرى لغرض خلف الدوران في الجسم لتوفير قوة مضافة تزيد في تعجيل مركز ثقل جسم الواثب باتجاه العمودي وذلك لان هذه الطريقة تعتمد على أعطاء قوة كبيرة لدفع الجسم بالاتجاه العمودي كما وان فوزبري يستخدم طريقة ايقاف الحركة الانتقالية اكثر من غيره في خلق الدوران اللازم لعبور العارضة.

٣ – ان المسافة بين مركز الواثب والعارضة صغيرة جداً في هذه الطريقة. ويعتبر هذا الوضع كماذكرنا خلال تحليلنا لهذه الفعالية هو وضع ميكانيكي اقتصادي يساعد الواثب على تحقيق الانجاز العالي.

المسافة الافقية التي يقطعها واثب الطويل هي مجموع او محصلة ثلاث مسافات افقية والمسافات الثلاثة الافقية هي كما يلي:

١ – **مسافة الارتقاء** : وهي المسافة بين كافة الامامية للوحة الارتقاء ومركز ثقل اللاعب عن لحظة ارتقائه حيث يعد الجسم بشكل موازي للسطح الجبهي.

٢ – **مسافة الطيران** : وهي المسافة التي يقطعها مركز ثقل الرياضي خلال الطيران حيث يعمل الجسم بشكل موازي للسطح الجبهي وحول المحور الافقي العرضي.

٣ – **مسافة الهبوط**: وهي تلك المسافة بين مركز ثقل اللاعب عندلحظة ملامسة الرجلين للارض والعلامة التي تحتسب من عندما مسافة الوثبة .حيث يعمل الجسم موازي للسطح الجبهي وحول المحور الافقي العريض.

ان المسافة الاولى(مسافة الارتقاء) تعتبردلالة للدقة التي يتحكم بها اللاعب عند وضعه قدم الارتقاء على لوحة النهوض. اما مسافة الطيران فان نفس المتغيرات التي تتحكم بحركة المقذوفات عند الارتقاء تتحكم بها وهي:

١ – سرعة ارتقاء الجسم عند لحظة كسر الاتصال.

٢ – زاويةالارتقاء.

٣ – ارتفاع مركز ثقل للجسم عند لحظة الارتقاء

٤ – مقاومة الهواء التي تواجه الواثب خلال الطيران.

ان المتغير الاول والذي يتحكم في مسافة الطيران(سرعة اللاعب) عند لحظة الارتقاء تعتمد على السرعة المكتسبة اثناء الركضة التقريبية وعلى ما يفقده من السرعة المكتسبة التقريبية وعلى ما يفقده من سرعة خلال الخطوات الثلاثة الاخيرة.

اما المتغير الثاني (زاوية الارتقاء) فانها تحدد من خلال الربط بين السرعة الافقية التي اكتسبها اثناء الاقتراب والسرعة العمودية اللازمة عند الارتقاء.والدفع الذي يكتسبه اللاعب

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org
عند الارتقاء يتأثر بشكل كبير بسرعة الاقتراب. وكلما كان الركض سريعاً كلما قل الزمن الذي تستغرقه القدم على الارض عند الارتقاء ومسبباً زيادة في القدرة على تحسين السرعة العمودية.

اما المتغير الثالث والخاص بارتفاع مركز ثقل الجسم عند لحظة الارتقاء فانه يعتمد على:

١ – طول اللاعب.

٢ – بناء اللاعب.

٣ – وضع الجسم خلال لحظتي الارتقاء والهبوط.

ان لحظة الهبوط هي التي يمكن التحكم بها من قبل اللعب خلال التدريب. ويعتبر مقاييس ومحك 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 للوثب الطويل

١ – **الركضة التقريبية** : قبل الشروع في الوثب يبدأ اللاعب واجبه الحركي بركضة 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 عدا الاختلافات في وضع البداية والخطوات الثلاثة الاخيرة. فوضع البداية (القرفصاء) لراكض المسافات القصيرة لا تتطلبها فعالية الوثب العريض بل باخذ اللاعب هنا وضع الوقوف.اما الخطوات الثلاثة الاخيرة لواثب العريض فانها تكون على عكس راكض المسافات السريعة اقصر من الخطوات التي سبقها وذلك للاسباب التالية.

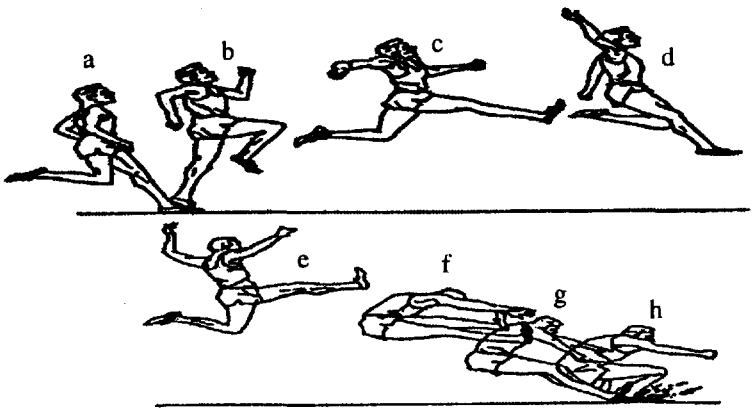
– انتقال مركز ثقل الجسم ووضعه امام قاعدة الارتكاز(قدم الساق الناهضة).

– الحصول على سرعة عمودية كافية في رفع الرياضي وطيرانه في الهواء فوق الحفرة.

وللركضة التقريبية فائدة مهمة حيث انها تخدم الرياضي في اعطائه زخماً حركياً يدفعه للامام لغرض قطع مسافة افقية كبيرة وتهيئة وضعه قبل ذلك لكي يناسب الرياضي في تحقيق الرفع الامامي العلوي.

www.hollanduniversity.org

٢ – **النهوض** شكل (٧٤) : بعد وصول واثب العريض الى لوحة النهوض فان سرعته تكون عالية وان فترة ملامسة القدم لهذا اللوح تساعده على الحصول على تعجيل عمودي كبير يخدم هدف قذف جسم الرياضي الى أبعد مسافة أفقية حيث تتحد المركبات العمودية والافقية لحركة جسم الرياضي الناشئ من الركضة التقريبية وقوة ملامسة (ضرب) لوحة الارتقاء مكونة محصلة طيران جسم الرياضي.



شكل (٧٤)

مراحل الوثب الطويل

العضلات العامة في فعالية الوثب العريض

وقبل التطرق الى المدلولات والمتغيرات الميكانيكية للوثب العريض سنتناول اهم العضلات العاملة في خدمة الواجب الحركي والفعل العضلي الناتج عنها والذي يساهم في خدمة التكنيك المثالي في الوثب العريض وفي مرحلة النهوض تحدث حركة قوية وسريعة في مفاصل رسغ القدم والركبة والورك للساق الناهضة خلال النهوض واهم العضلات المشاركة في هذه الحركة هي العضلات التوامية والتعلية والشظوية القصيرة وقابضة الاصابع الطويلة وقابضة الابهام الطويلة والقصبية الخلفية والمتسعة الانسية والمتسعة الوسطى والمتسعة الوحشية التي مفصل الركبة. والعضلات الالبوية الكبرى وذات الرأسيين الفخذية والنصف وترية والنصف غشائية التي تمد مفصل الورك ويلامس القدم الارض أو لوحة النهوض باكمله على عكس

www.hollanduniversity.org

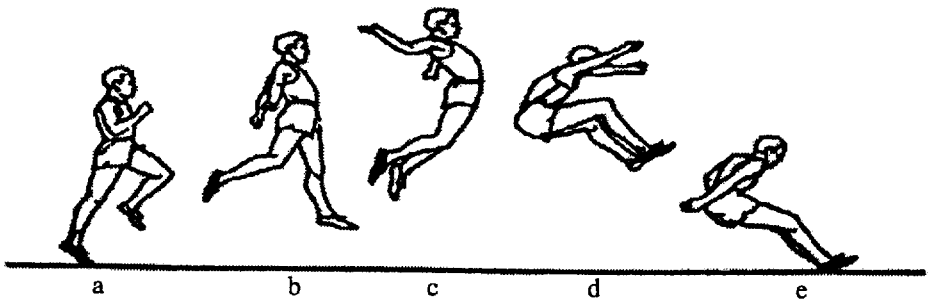
الركض الذي يتم على مشط القدم بشكل رئيسي ان وضع الملامسة الكاملة بين القدم ولوحة الارتقاء مهمة وذلك للاسباب التالية:

١ - زيادة قوة الثني لرسغ 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 الفائدة يحدث ثني في مفصل الورك تنفذه العضلات الحرقفية والقطنية والعانية والمستقيمة الفخذية والخياطية والشادة لضمد الفخذ.

وهذا الثني 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 تكنيك الجلوس في الهواء سوف تبقي الساقات بهذا الوضع ويقع الثقل الكبير على عضلات ثني الورك في هذه الحالة. أما اذا استخدم تكنيك المشي في الهواء فسوف يكون العمل العضلي مشابهاً للعمل العضلي عند الركض الاعيادي عدا التركيز على



شكل (٧٥)

الارتقاء والهبوط

تقلص العضلات المضادة للحركة للحد من شدة الحركة وخاصة تقلص عضلات ثني 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 تثبيت الحوض

www.hollanduniversity.org

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 اماما عالياً والعضلات المشاركة في هذا العمل هي العضلات الثانية لمفصل الكتف مثل الدالية الامامية والصدرية وذات الرأسية العضدية والغرابية. ان التقلص الذي يحدث في العضلة ذات الراسيين العضدية ثني في مفصل الكتف وكذلك ثني جزئي في مفصل المرفق والذي يحد منه تقلص العضلتين المرفقية وذات الثلاثة رؤوس العضدية. اما في مفصل الرسغ فان عضلات الثني تتقلص كعضلات قابضة الرسغ الكعبرية وقابضة الرسغ الزندية والراحة الطويلة وعضلات المد التي تشمل على باسطة الرسغ الكعبرية الطويلة وباسطة الرسغ الكعبرية القصيرة وباسطة الرسغ الزندية بسبب محاولة الواثب وشعوره للوصول الى ابعد مسافة ممكنة.

العوامل الميكانيكية في الوثب العريض

هناك عوامل ومدلولات ميكانيكية تؤثر على المدى الافقي الذي يقطعه الواثب في هذه الفعالية ومن ابرز هذه العوامل هي:

٢ - زاوية الاطلاق :

ان هذين العاملين يمكن الاستدلال على تأثيرهما على المسافة او المدى الافقي من خلال العلاقة الجبرية التالية:

$$\text{المسافة الافقية} = \frac{(\text{سرعة الانطلاق او المحصلة})^{٢} \times \text{ضعف جيب زاوية الانطلاق}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

ان المعادلة يمكن تطبيقها فقط عندما تكون نقطة الانطلاق او النهوض على نفس مستوى نقطة الهبوط شكل (٧٥) وان الزاوية المثالية للاجسام المقذوفة هي (٤٥°) عندما تتساوى في المستوى نقطتي النهوض والهبوط (الشيخ ١٩٨٤، الطالب ١٩٧٦،شلش ١٩٨٨) ومن اجل توضيح العلاقة الجبرية في المعادلة السابقة نأخذ المثال التالي:

www.hollanduniversity.org

المثال: سرعة الانطلاق واثب العريض كانت ١٢م/ثا باتجاه الانطلاق وكانت زاوية الانطلاق (٤٥°) ما هي قيمة المسافة العمودية التي يحققهاالواثب.

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{(\text{سرعة الانطلاق أو المحصلة})^{٢} \times ٢ \times \text{جيب زاوية الانطلاق}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\text{م} = \frac{٢(١٢) \times ٢ \times ٤٥}{٩,٨}$$

$$\text{م} = \frac{١ \times ١٤٤}{٩,٨} = ١٤,٦٩$$

ان المقدار (١٤ر٦٩م) 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 فإننا نجد انه بعيد عن الرقم العالمي في الوثب العريض. ان السبب في ذلك هو ان واثب العريض عندما تكون سرعته ١٢م/ثا خلال الركضة التقريبية تكون كبيرة جداً ولا يتمكن من السيطرة على حركة جسمه عند وصوله الى لوحة الارتقاء لذلك فانه نفسه مضطراً لتقليل سرعته هذه او اذا اراد الحصول على سرعة عمودية ترفع جسمه في الهواء لزمن مناسب يخدم قذف جسمه الى أكبر مسافة ممكنة، لهذا فان الرياضي الذي يهدف إلى الحصول على سرعة عمودية كبيرة عليه ان يقلل من سرعته الافقية. والركضة التقريبية كما هو معلوم بالنسبة لقافزي العالي نجدها اقل سرعة بكثير من الركضة التقريبية لواثب العريض. وواثب العريض وقافز العالي عليهما ان يوفقا بين سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق، لذلك فان النصيحة باحد العوامل كما يقول (Dyson, 1986) على حساب الاخرى ضروري. اي على الواثب ان يستغني عنها مضحياً عندما يريد تحقيق مسافة افقية طويلة. والان نأخذ المثال التالي لتوضيح الحقائق التي نوهنا عنها توأ (حسين والطالب، ١٩٧٩).

www.hollanduniversity.org

مثال: ترك واثب العريض لوحة الارتقاء وبسرعة قدرها (١٠م/ثا)وبزاوية انطلاق قدرها (٤٠°) المطلوب ما يلي:

١ – المسافة الافقية.

٢ – المسافة الافقية اذا انخفضت سرعة انطلاقه للنصف.

٣ – المسافة الافقية اذا انخفضت زاوية انطلاقة للنصف.

الحل :

١ – المسافة الأفقية = $\frac{\text{س}^{٢} \times ٢ \times \text{جا } ٤٠^{\circ}}{\text{التعجيل الأرضي}}$

م = $\frac{(١٠)^{٢} \text{ جا } ٨٠^{\circ}}{٩,٨}$

م = $\frac{١٠٠ \times ٠,٩٨٤٨}{٩,٨}$ = ١٠,٠٥ م (المسافة الأفقية للمطلوب الأول).

٢ – م = $\frac{(٥)^{٢} \times ٢\text{جا } ٤٠^{\circ}}{٩,٨}$

م = $\frac{٢٥ \times ٠,٩٨٤٨}{٩,٨}$ = ٢,٥١ م (المسافة الأفقية للمطلوب الثاني).

٣ – م = $\frac{(١٠)^{٢} \times ٢\text{جا } ٢٠^{\circ}}{\cdot}$

م = $\frac{١٠٠ \times \text{جا } ١٠^{\circ}}{٩,٨}$ = ٦,٥٦ م (المسافة الأفقية للمطلوب الثالث).

ان هذه النتائج للعلاقة الجدية توضح حقيقة مهمة سبق وان نوهنا عنها وهي ان الاقلال في سرعة الانطلاق الى النصف تقلل من المسافة الافقية من (٠٥ر١٠)م الى (١٥ر١٢) م في حين

www.hollanduniversity.org
أن بقاء سرعة الانطلاق على حالها مع الاقلال من زاوية الانطلاق الى النصف سيؤدي الى تقليل المسافة الافقية الى (٥٦ر٦) م لهذا فاذا اردنا المحافظة على الحصول على مسافة افقية معقولة وفقاً للعلاقة الجدية وفي التطبيق العملي في التدريب الرياضي فاننا يجب ان لا نعمل على الاقلال من سرعة الانطلاق بل نعمل على تقليل زاوية الانطلاق.ولقد تم تحديد العلاقات بين المدلولات الميكانيكية في فعالية الوثب العريض لبيان المسافة الافقية والذي توصل اليها (Dyson,1980) حيث اهمل قوة الهواء وافترض 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 سرعته الافقية بسبب فقدان الطاقة الحركية بالاتجاه الافقي. ولهذا فان تركيز الواثب يكون على السرعة العمودية خلال لحظة النهوض وذلك لكونه قد حصل على سرعة افقية مسبقاً خلال الركضة التقريبية التي عملت على تزويد الرياضي برقم خطي افقي. و بالنسبة للذراعين والجذع والرأس والساق القائدة فانها يجب ان تعمل من خلال حركاتها على تعجيل الجسم بالاتجاه العمودي الافقي قبل ان يزود ساق النهوض بالدفعة القوية السريعة بعد ان يعبر مركز ثقل الرياضي فوق قاعدة الارتكاز.

وبعد ترك لوحة النهوض والطيران في الهواء على الواثب التهيؤ للهبوط واضعاً في الاعتبار قطع اطول مسافة افقية وعدم السقوط للخلف. وعند الطيران يعمل واثب العريض على رفع الساقين والقدمين إلى الاعلى وذلك لضمان زيادة زمن الطيران في الهواء ودفع مركز ثقل جسمه الى مسافة افقية بعيدة قبل ملامسة الحفرة. ولقد حدد (Dyson, 1986) بان لكل سنتمتر ترتفع به القدمان والساقان وهي مردودة في الهواء بالنسبة لمركز ثقل جسم الواثب سيؤدي الى حصوله على سنتمنتر ونصف السنتمتر مضافة الى المسافة الافقية للجسم.

ومع ذلك فإننا نجد ان الكثير من واثبي العريض يحفظ الساقين للاسفل وذلك لان ذلك السقوط هو نتيجة فيزيائية لدوران جسم الواثب للامام حول المحور الافقي الجانبي الناتج عن دفع الساق الناهضة اثناء النهوض. وان دفع الرجل الناهضة للجسم بعد ان يعبر مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز يؤدي الى دوران الجسم للامام حول المحور الافقي الجانبي ان دوران الجسم للامام يؤدي الى تقليل المسافة الافقية التي يقطعها الرياضي بسبب ملامسة القدمين للحفرة في وقت مبكر والواثب لا يمكن له التلاعب بالزخم الدائري خلال تحليقة في الهواء وذلك لكونه كمية ثابتة ولكنه يمكن التلاعب بسرعته التالية.

السرعة العمودية م/ث	ارتفاع مركز ثقل الجسم م	زمن الطيران ثانية	السرعة الأفقية م/ث				
١,٤٠	٠,١٠	٠,٢٨٦	٢,١٥	٢,٢٩	٢,٤٣	٢,٥٧	
١,٢١	٠,٢٥	٠,٤٥٢	٣,٣٩	٣,٦٢	٣,٨٤	٤,٠٧	
٢,٨٠	٠,٤٠	٠,٥٧٢	٤,٢٩	٤,٨٥	٤,٨٦	٥,١٥	
٣,٢٨	٠,٥٥	٠,٦٧٠	٥,٠٣	٥,٣٦	٥,٧٠	٦,٠٣	
٣,٧٠	٠,٧٠	٠,٧٥٦	٥,٦٧	٦,٠٥	٦,٤٣	٦,٨٠	
٤,٠٨	٠,٨٥	٠,٨٣٢	٦,٢٤	٦,٦٦	٧,٠٧	٧,٤٩	
٣,٤٣	١,٠٠	٠,٩٠٤	٦,٧٨	٧,٢٣	٧,٦٨	٨,١٤	
٤,٧٤	١,١٥	٠,٩٦٨	٧,٢٦	٧,٧٤	٨,٢٣	٨,٧١	
٥,٠٤	١,٣٠	١,٠٢٨	١,٧٦	٨,٢٢	٨,٧٤	٩,٢٥	

جدول (٢١)

علاقة المسافة الأفقية للواثب بالسرعة العمودية والسرعة الأفقية

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org
الزخم الدائري = عزم القصور الذاتي × السرعة الدائرية

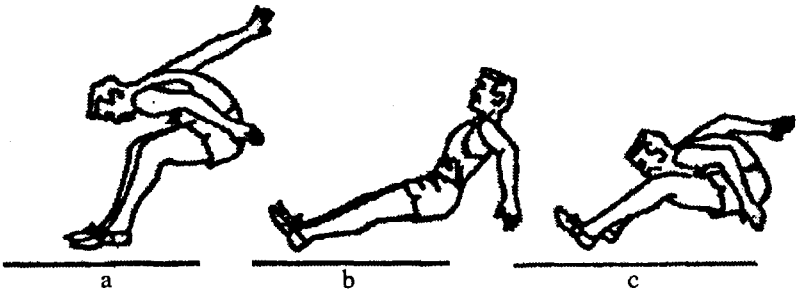
فالواثب بسبب عدم امكانية التلاعب في الزخم الدائري خلال الطيران كون الزخم كمية ثابتة فانه يستطيع التحكم والسيطرة على سرعة دورانه بطريق تغيير قيمة عزم القصور الذاتي وذلك بتقريب او ابعاد اجزاء الجسم عن محور الدوران وذلك لان قيمة عزم القصور الذاتي يمكن الحصول عليها من خلال المعادلة التالية.

عزم القصور الذاتي = الكتلة × (المسافة العمودية الى محور الدوران)^{2}

ووفقاً للمعادلة اعلاه فان قيمة عزم القصور الذاتي يمكن تغييرها من خلال ابعاده او تقريب كتل الجسم عن محور الدوران وعند تقريب كتل اجزاء الحسم لمحور الدوران ينتج عن ذلك نقصان في قيمة عزم القصور الذاتي ان هذا النقصان في كمية عزم القصور الذاتي يؤدي الى زيادةب اوتوماتيكية في سرعة الدوران وذلك لان الزخم الدائري كمية ثابتة اما اذا ابعدت الكتل المكونة لاجزاء الجسم عن محور الدوران فان ذ لك سيؤدي الى زيادة عزم القصور الذاتي والى بطئ 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 تؤخذ خطوة او خطوتان او ثلاثة خلال الطيران في الهواء فان ذلك سيؤدي الى الحد من دوران الجسم للامام والى سحب الجذع للخلف والرجلين للامام وذلك لاعطاء الواثب فرصة كبيرة لقطع مسافة بعيدة.

٣ – **الهبوط:** بعد ان يتهيأ الواثب للهبوط يقوم بمد ركبته وثني وركه من خلال عمل عضلات المتسعات الثلاثة وهي الانية والوسطى 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 الواثب والارض يقوم بسحب ذراعيه الى الخلف حيث تتقلص العضلات الصدرية الكبرى والعريضة الظهرية والمستديرة الكمبرى وبمساعدة الدالية الخلفية وذات الثلاثة رؤوس العضدية. ان هذا الوضع للذراعين شمل (٧٦) يؤدي الى حركة القدمين الى الامام وهي ممدودة من اجل الوصول الى ابعد مسافة اضافة لجعل الواثب يستفيد من حركة الذراعين القوية والسريعة للامام في لحظة اعادة الاتصال بالارض لاعطاء جسمة زخماً يدفعه للامام ويمنع سقوطه للخلف والعضلات التي تقوم بهذا العمل للذراعين هي عضلات ثني مفصل الكتف.

www.hollanduniversity.org



شكل (٧٦)

وضع الذراعين عند الهبوط

التحليل الحركي لفعالية القفز بالعصا Pole Vaulting

ان فعالية القفز بالزانة من الفعاليات ذات الاختصاص الصعب والتعقيد الكبير. وهذه الفعالية كغيرها من فعاليات الوثب والقفز والتي تستوجب الاستعداد والتهيؤ 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 درجات عالية من التوافق العضلي والتوقيت المتقن.

وهذا التوافق والتوقيت ليس سهلاً بل معقداً وذلك لكونه يستوجب توافقاً حركياً دقيقاً بين حركتين لبندولين وهما مرجحة الجسم حول اليدين ومرجحة عصا الزانة حول قاعدة او صندوق غرس العمود. وعند غرس هذا العمود في صندوق القفز فان حركة القافز الانتقالية ستتحول الى حركة دائرية. بعدها مباشرة وبتوافق حركي جيد يتموجح جسم القافز بحركة بندولية حول اليدين وتتموجح العصا هي الاخرى بحركة بندولية ايضا حول القاعدة للعصا. وان مرجحة العصا الى الوضع العمودي دون ان ترافق ذلك المرجحة التي يقوم بها جسم القافز فان ذلك لا يخدم هدف القفزة في تحقيق الارتفاع العالي. كذلك فان مرجحة جسم القافز فوق قبضة اليد للعصا قبل الوصول الى الوضع العمودي سوف يؤدي الى نتائج سلبية. لهذا فان

www.hollanduniversity.org

التوافق العالي بين سرعة حركة العصا وسرعة حركة جسم القافز بالعصا يحقق قفزة ذات تكنيك جيد. اضافة لذلك فان المهارة العالية تتطلب حركات متعددة مثل حركات سحب ودفع الذراعين وقذف الورك والساقين عالياً بتوقيت صحيح يخدم القافز في تحقيق القفزة العالية وستنقسم الفعالية هنا الى اقسام محددة وذلك لغرض تناول تأثير المتغيرات والقوانين الميكانيكية التي تتحكم في ادائها والاقسام هي:

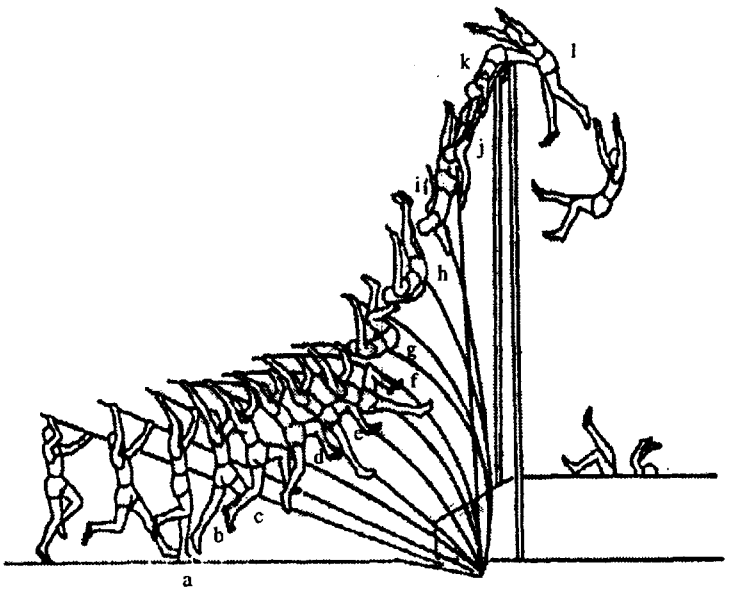
كما في الشكل (٧٧) كما يلي:

١ – سرعة الركضة التقريبية وارتفاع القبضة.

٢ – الارتقاء(النهوض).

٣ – المرجحة.

٤ – السحب والمد والدفع.



شكل (٧٧)

خطوات القفز بالعصا

www.hollanduniversity.org

١ – سرعة الركضة التقريبية وارتفاع القبضة شكل (٧٧).

ان الركضة التقريبية مهمة في نجاح القفز بالزانة وسرعة القافز تتأثر سلبياً بحمل العصا بطريقة مباشرة وغير مباشرة. وذلك لان ثقل العصا يؤثر على سرعة الركض للقافز بشكل مباشر. كما وان حمل العصا نفسه يؤثر على مرجحة الذراعين ومنع تدوير الورك خلال الركض. وكلما ارتفعت العارضة للاعلى كلما زادت اهمية سرعة الاقتراب. واذا ما تساوت كافة الظروف فان سرعة الركضة التقريبية تتناسب طردياً مع ارتفاع العارضة التي يجتازها القافز (Dyson, 1986).

ولقد اوضحت العلاقة بين السرعة والارتفاع في الجدول رقم (٢٢) والمأخوذ عن (دايون-١٩٨٦)والذي استخدم فيه المعادلة ادناه للحصول على قيم الجدول المثبتة.

الطاقة الحركية = الطاقة الكامنة

او الكتلة × (السرعة)^{٢} = الكتلة × التعجيل الارضي × الارتفاع

والمقصود بالارتفاع هنا هو المسافة العمودية

$$\text{والمسافة العمودية} = \frac{(\text{السرعة})^{٢}}{٢ \times \text{التعجيل الأرضي}}$$

$$\text{او} \quad \text{المسافة العمودية} = \frac{(\text{السرعة})^{٢}}{٩,٨ \times ٢} = \frac{(\text{السرعة})^{٢}}{١٩,٦}$$

	عدد الامتار بالثانية	عدد الثواني
٤,٤٦	٩,٣٥	١٠,٧
٤,٣٧	٩,٢٦	١٠,٨
٤,٢٩	٩,١٧	١٠,٩
٤,٢٢	٩,٠٩	١١,٠
٤,٠٧	٨,٩٣	١١,٤
٣,٨٦	٨,٧٠	١١,٥
٣,٧٣	٨,٥٥	١١,٧
٣,٦٠	٨,٤٠	١١,٩
٣,٥٤	٨,٣٣	١٢,٠
٣,٤٨	٨,٢٦	١٢,١
٣,٤٣	٨,٢٠	١٢,٢
٣,٣٧	٨,١٣	١٢,٣
٣,٣٢	٨,٠٦	١٢,٤
٣,٢٦	٨,٠ -	١٢,٥
٣,٢٢	٧,٩٤	١٢,٦

جدول رقم (٢٢)

علاقة سرعة الاقتراب بالارتفاع في القفز بالزانة

ان الجدول كما يقول دايسون مجرد توضيح نظري بين اثر سرعة الاقتراب على المسافة العمودية. ومعلوم ان القافز عندما يستطيع استخدام التكتيك الصحيح فانه يحقق ارتفاعات قفز اعلى من الارتفاعات المثبتة في الجدول. وان المسافات المحتسبة قد افترضت ان الطاقة الحركية التي تكونت اثناء الاقتراب قد استخدمت جميعها الدفع مركز الثقل المزدوج لجسم القافز وعصا الزانة في وقت نحن نعرف ان قسماً من هذه الطاقة الحركية سيتحول الى اشكال اخرى للطاقة كالطاقة الحرارية والصوتية عند تلامس العصا وصندوق القفز.

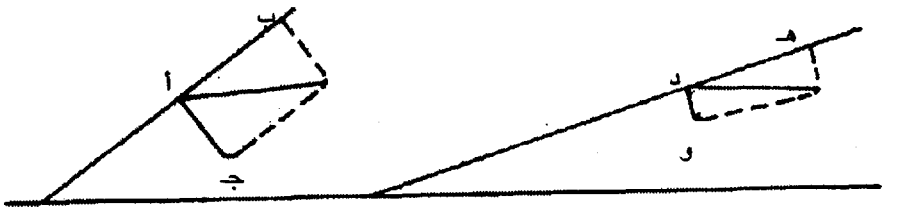
www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

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 الالمنيوم.

٢ – الارتقاء (النهوض)

ان غرس العصا في صندوق القفز يؤدي الى فقدان جزء من سرعة العصا وطاقتها الحركية التي كونتها خلال الركضة 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 (أجـدو) واخرى باتجاه صندوق القفز وتعمل على دفع عصا الزانة نحو الصندوق كما في الشكل (أ ب، دهـ) والسرعة تكون فائدتها اكبر عندما تكون الزاوية المحصورة 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 التكنيك الصحيح عن طريق التحكم بعملية الدفع للسان الناهضة والقفز نحو العصا. وخاصة عندما يقبض على عصا الزانة من نقطة عالية لكي يصغر الزاوية المحصورة بين عصا الزانة والارض كم في الشكل (٧٨).

www.hollanduniversity.org

ان الخاصية التي تمتلكها العصا الزجاجية للزانةكونها 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 اشده 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 – المرجحة

ان المرجحة 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:

الزخم الدائري = عزم القصور الذاتي × 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 ثابته عند وجود قوة خارجية فان قلة عزم القصور الذاتي ستؤدي 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 الجاذبية الارضية. خاصة وان القافز يواجه مقارمة القوة اللامركزية العالية التي تعمل على سحب القافز بعيداً عن عصا القفز وخاصة بالنسبة للقافزين اللذين يتميزون بطول القامة حيث يبعد مركز ثقلهم عن قبضة اليدين بشكل اكبر من قصار القامة.

www.hollanduniversity.org

ان هذا الوضع يتطلب ان يستغرق فترة زمنية غير طويلة وذلك لان 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 اثناء السحب سوف يكون بزاوية مع العصا مما يؤدي الى ميكانيكية خفض سرعة العصا. ان لحركة التعلق الوقتية فائدة اخرى حيث انها سوف تؤدي الى زيادة عزم القصور الذاتي لجسم القافز حول قبضة يدية 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 بقبضته 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 واطئة.واما 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 للقافز الاستفادةمنها في زيادة سرعته العمودية اضافة لذلك فان حركات السحب والدفع 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 تنبيه 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 عزم القصور الذاتي لجسمه وبالتالي يعمل على زيادة سرعته الدائرية بطريق رفع الورك والساقين مع بقاء الرأس والجزء العلوي من الجذع وراء العصا. وهنا يجب ثني الورك والركبة بقوة مع سحب الرجلين باتجاه الصدر وبنفس الوقت يمرجح الرأس والجزء العلوي من الجذع وراء الذراعين المستقيمين بحيث يصبح ظهره موازياً للارض تقريباً. ان حركة المرجحة هذه ستزيد من القوة اللامركزية بشكل كبير وهذا يعلل اسباب عدم قدرة القافز ذي القوة الضعيفة من ابقاء رأسه وجذعة وراء العصا خلال هذه المرحلة.

ان هذه الحركة المرجحة للاعلى ستؤدي الى اعطاء الحركة الدائرية للبندول المزدوج بين الرياضي والعصا بسبب ابتعاد قاعدة العصا (المحور) والتوقيت الصحيح يقلل من التأثير السلبي لهذه الظاهرة.

www.hollanduniversity.org

٤ – السحب والمد والدفع:

ان القدرة على اجتياز العارضة في المستويات العالية تستوجب القيام بحركات السحب والدفع القوية للذراعين وحركة المد القوية والسريعة 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 المرجحة للاعلى حيث ان حركة السحب تكمل حركة المرجحة في تعجيل مركز الثقل للقافز. والسحب المبكر سوف يؤدي الى نقصان سرعة العصا وبالتالي سرعة مركز ثقل جسم القافز. واذا كان السحب متأخراً سوف يضطر القافز ان يدور حول العارضة بسرعة مما يؤدي بالنتيجة الى اسقاطها.

لهذا فأن التكنيك الصحيح لعملية السحب يستوجب ان يبدأ السحب في نهاية مرحلة المرجحة وعندما تكون السرعة العمودية لمركز الثقل عالية وعندما يكون الورك في وضع مرتفع والذراعان مستقيمين والظهر موازياً 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 بصندوق القفز وخلال المحور العمودي للعصا بحيث تكون محصلة القوتين قوة دافعة وليست قوة مدورة. كما وان هاتين الحركتين يجب أن تؤديان باقصى سرعة ممكنة.

ان دوران القافز ينشأ من جراء الحركة المقصية للرجلين .فعندماتمتد الساق القائدة بقوة وسرعة للاعلى فان الساق الناهضة المثنية 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 تتناسب طردياً مع سرعة السحب أما حركة الدفع فهي مكملة لحركة السحب في تعجيل مركز ثقل الجسم بالاتجاه العمودي ويجب ان يكون اتجاهها من خلال المحور العمودي للعصا نحو الارض بدون خلق قوة مدورة تقلل من رد فعل الارض من خلال العصا في دفع مركز ثقل القافز نحو الاعلى.

www.hollanduniversity.org

ان حركات الاقتراب والنهوض والمرجحة 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 أو توقف لحركة مركز ثقل القافز وذلك لان هذا يؤدي الى خسارة وفقدان للقوة التي تستخدم في زيادة التعجيل والتي تؤدي بدورها الى نقصان او فقدان السرعة تماماً.

ان الساقين تمتد للاعلى في نهاية حركة الدفع وتترك اليد السفلى العصا لتسمح للاكتاف بالارتفاع ويستمر الدفع في الذراع العليا وهنا تبدأ الساقيين بالسقوط خلف العارضة. هذا السقوط للساقين سيؤدي الى ارتفاع الورك فوق العارضة. وعندما يعبر الورك العارضة فان الاكتاف ترتفع وتترك اليد العليا العصا ليعبر الجذع وبقية اجزاء الجسم.

ان التوقيت الصحيح للحركات في هذه الفعالية يعتمد على مرونة العصا وذلك لانه يساعد على استخدام القبضة العالية واستغلال الطاقة الكامنة التي تمتلكها العصا الزجاجية بسبب مرونتها في دفع مركز ثقل القافز للاعلى اما العصا الصلبة فانها لا تسمح ولا تعطي هنا استعراض الفروقات والاختلافات بين الأسس الميكانيكية المستخدمة عند استعمال العصا المرنة (الزجاجية) والعصا الصلبة. ومن ابرز النقاط الخاصة بالفروقات بينهماوالتي 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 الانحناء الكبير في العمود الزجاجي. والقابلية على انحناء العصا يمكن ان يستفاد منها في تحقيق القفزات ذات المستويات المرتفعة العليا للعمود الزجاجي وذلك لان العلاقة بين مقدار الانحناء للعصا وارتفاع العاضة هي علاقة طردية.

٢ - عند غرس العمود الزجاجي بصندوق القفز فان الذراعين تكونان ممدودتين وذلك لان العمود يمتص الصدمة ولا داعي لاستخدام المرفق وثنيه كما هو الحال عند استخدام عمود الالمنيوم.

٣ - ان القافز يقوس ظهرة عند تركه الارض في حالة استخدام كلا العمودين الا انه لا يبدأ السحب في طريقة العمود الزجاجي بنفس السرعة.

www.hollanduniversity.org

٤ - يبدأ الدفع بعد السحب مباشرة اي بعد ان يعبر مركز ثقل الجسم ارتفاع اليدين ويكون الدفع عمودياً قدر المستطاع للحصول على اكبر مسافة عمودية ممكنة.

٥ - يكون وزن القافز تحت يدية 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 اثناء القفز.

٧ - توضع العارضة ابعد من صندوق القفز عند استخدام العمود الزجاجي بالمقارنة مع استخدام العمود الصلب ولذلك يقوم العمود الزجاجي بدفع القافز للاعلى وللامام عند استقامته من التقوس.

٨ - ان مقدار التقوس الممكن حدوثه في عصا الزانة مقاس بالنسبة لوزن القافز بحيث ان 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 صفراً في اعلى نقطة. وخلال هذه اللحظة سوف ينعدم الضغط على العصا مما يؤدي الى استقامته وعودته الى طوله الطبيعي ويؤدي ذلك الى دفعه عالياً لاجتياز العارضة.

١٠ - بعد ذلك مباشرة 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 الركضة التقريبية هي نفس العضلات المشاركة عند الركض. اما بعد ان ينهض القافز فان اهم العضلات المشاركة في هذا الواجب هي عضلات الجذع والذراعين ولكي يتمكن القافز من اداء حركة المرجحة بشكلها الصحيح يجب عليه تقوية العضلات التي تعمل على ثني الورك مثل العضلات الحرقفية والقطنية والمستقيمة والفخذية والعانية.

اضافة لعضلات الورك فان عليه تقوية العضلات التي تثني العمود الفقري كالمستقيمة البطنية والمنحرفة الخارجية والمنحرفة الداخلية.

www.hollanduniversity.org

اما اثناء السحب فان القافز يستخدم عضلات ثني الرسغ وثني الاصابع لغرض الحصول على قبضة قوية تساهم في حركة السحب التي يحصل فيها ثني لمفصل المرفق ومد لمفصل الكتف.

ومن ابرزها عضلات ثني مفصل المرفق هي ذات الرأسين العضدية والعضدية الامامية والعضدية الكعبرية والباطحة والمستديرة. اما ابرز عضلات مد مفصل الكتف فهي العضلات العريضة الظهرية والمستديرة الكبرى والدالية الخلفية وذات الثلاثة رؤوس العضدية.

أما العضلات المشاركة في الدفع فهي العضلات الصدرية الكبرى والدالية الامامية وذات الرأسين العضدية وذات الثلاثة رؤوس العضدية والمرفقية.

www.hollanduniversity.org

الباب الرابع

التحليل الحركي للالعاب الفرقية والفردية

الفصل الاول: التحليل الحركي للسباحة Swiming

الفصل الثاني: التحليل الحركي لرفع الأثقال Weight lifting

الفصل الثالث: التحليل الحركي للتصويب في كرة السلة Shooting

الفصل الرابع: التحليل الحركي للرفس بكرة القدم Kicking

www.hollanduniversity.org

الفصل الأول
التحليل الحركي للسباحة

- التحليل الحركي للسباحة
- القوى المؤثرة على حركة السباح
- الأسس والقوانين الميكانيكية للسباحة
- نموذج لتحليل حركي للاخطاء الشائعة في سباحة الزحف.

أعضاء الجسم لخدمة واجب الحركة الأساسي قطع مسافة السباق بأقل زمن ممكن.

ومعدل السرعة التي يحصل عليها السباح عن طريق السباح يعادل محصلة إنتاج العاملين المهمين التاليين:

١ – طول ضربة جذف اليد: وهي معدل المسافة الأفقية المقطوعة خلال اكمال دائرة كاملة لذراع السباح. ويمكن الحصول على مقدارها من خلال العلاقة التالية:

$$\text{معدل طول الضربة} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{عدد دوائر اليد الكاملة}}$$

٢ – تكرار ضرب اليد: وهي معدل عدد دوائر اليد المنجزة خلال حركة السباح في زمن ما. ويمكن صياغتها وفقاً للتالي:

$$\text{معدل تكرار الضربة} = \frac{\text{عدد دوائر اليد الكاملة}}{\text{الزمن المستغرق للخدمة}}$$

والآن نأخذ المثال التالي:

سباح تمكن من أخذ (١٠) ضربات بيده لتغطية مسافة السباق البالغة (٦٠ قدم) في زمن قدره (١٢ ثا) فما هو معدل طول وتكرار الضربة للسباح.

$$\text{طول الضربة} = \frac{٦٠}{١٠} = ٦ \text{ قدم/دائرة}$$

$$\text{تكرار الضربة} = \frac{١٠}{١٢} = ٠٫٨٣ \text{ دائرة /ثانية}$$

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

ولما كانت السرعة كما ذكرنا في بداية موضوعنا هذا تتحدد بأنتاج العاملين طول الضربة لليد وتكرارها اذن يمكن الحصول على هذا الانتاج الذي يحدد سرعة السباح من خلال العلاقة التالية:

معدل السرعة = طول الضربة × تكرارها

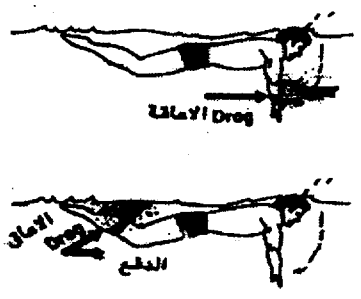
=٦ قدم/ دائرة × ٨٣ر دائرة / ثا١

= ٤ر٩٨ قدم/ ثا

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 ا لقوى المقاومة هي تلك القوى التي يعطيها الماء للسباح لمعاكسة تلك الحركة « القوى النافعة» كما في الشكل (٧٩).



شكل (٧٩)

إعاقة الدفع

ومع أن القوى الموجهة على السباح كرد فعل لحركات هي ذراعية تعتبر المصدر الأولي لدفعه باتجاه الامام الا أن هنالك آراء تختلف مع هذا الرأي فيما يخص مقدار المساهمة لهذه القوى من الذراعين وهذه الآراء التي يمكن تلخصتها عن جميس هاي (١٩٧٨) كما يلي:

www.hollanduniversity.org

كاربوفيح (Karpovich 1935)حدد السرعات التي يمكن تطويرها للسباح في سباحة الزحف الأمامي مستخدماً الذراعين لوحدها مرة ثم الرجلين لوحدها ثم استخدام الرجلين والذراعين. واستنتج من خلال هذه التجربة ان السباح الماهر في سباحة الزحف يستمد (٧٠٪) من السرعة الأمامية من ذراعيه و(٣٠٪)من قدميه في حين يقول (Armbruster,Allen,&Billingsley,1970) بأن الذراعين تزود حوالي (٨٥٪) من القدرة الكلية لضربات الزحف السريع.

أما كونسلمان (Counsilman,1968) فأنه اعطى أهمية كبيرة جداً للذراعين في جميع انواع السباحة واشار الى ان ضربة أو جذفة الذراع في الزحف تعتبر المصدر الرئيسي للدفع لكافة السباحين وهي المصدر الوحيد للدفع.

الا أن موسترد (Mosterd and Jongbload,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 اكثر قليلا من القوى التي تعطيهما الذراعان. ومع ذلك فأن أهمية الذراعين كمصدر للدفع تبدو واضحة الأهمية إلا أن المقدار الدقيق التي يحصل عليها هذا الدفع تبقى مسألة مهمة ومصدرا قابل للنقاش العلمي المفتوح.

قديما اعتبرت القوى الخلفية للماء المسلطة ضد ذراعين السباح كرد فعل لجهوده في تحريكهما خلفا هي المسؤولة عن الحركة الأمامية للسباح فوق الماء. إلا أن الآراء الحديثة ونتيجة للبحث العلمي في مجال السباحة اثبتت 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 اليدان في اتجاه بشكل زاوية قائمة مرة أخرى وهكذا. وإذا ما تحركت اليدان في اتجاه يشكل زاوية قائمة مع اتجاه حركة السباح فأن مركبة الرفع بقوة المحصلة تعمل في الاتجاه الذي يتحرك بموجبه وتخدمه في دفع جسمه للأمام. أما مركب الرفع الخلفي للماء والذي يعمل بزاوية قائمة للاتجاه حركة السباح فإنها لا تؤثر على الحركة الأمامية وخلال قسم الإعادة أو (المرجحة) لخدمة الذراع فأن الكفين لذراعان 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.

www.hollanduniversity.org

أن الوضع الذي يجب ان تأخذه اليدان والأصابع له أهمية ودور في خدمة القوة الدافعة المسببة لحركة السباح وأن الوضع الصحيح لليد والأصابع يضل 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 قناة هوائية في الماء وحدد قوى الدفع الخلفية للماء ضد الجبيرة الاصطناعية.

ووجد ان تسجيل قوى الدفع الخلفية للماء يقل بترتيب ووفقاً للتسلسل الآتي:

١ – اليد مسطحة والأصابع والأبهام مع بعضهما.

٢ – اليد مسطحة والأصابع مع بعضها والأبهام بعيد وللجانب.

٣ – اليد مسطحة والأصابع مبتعدة.

٤ – اليد مقوسة على شكل كوب والأصابع مع بعضها.

٥ – اليد مسطحة والرسغ والأصابع محدود قليلاً.

واستنتج ان هنالك فروقات قليلة للنتائج التي حصل عليها بين الأوضاع الثلاثة الأولى وفروقات كبيرة بين الأوضاع الثلاثة الأولى والوضعين الآخرين. واوصى بأن لا تكون يد السباح على شكل قوس أو يعمل على مد الرسغ مادام ذلك الوضع يسبب له فقدان بعض من قوى الدفع لاحظ شكل (٨٠). وبغض النظر عما ذهبنا اليه فان الاعتقاد السائد والشائع هو أن الاصابع يجب أن تكون متلاصقة مع بعضها بتماسك. وبالاضافة لذلك فإنه لا يتطلب استخدام العضلات للمحافظة على تلاصق الأصابع مع بعضها وهذا الأستخدام الزائد للمجاميع العضلية غير ضروري وذلك لأن عضلات الأصابع لو تركت مرتخية بحرية فأن الأصابع ستكون متباعدة 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.

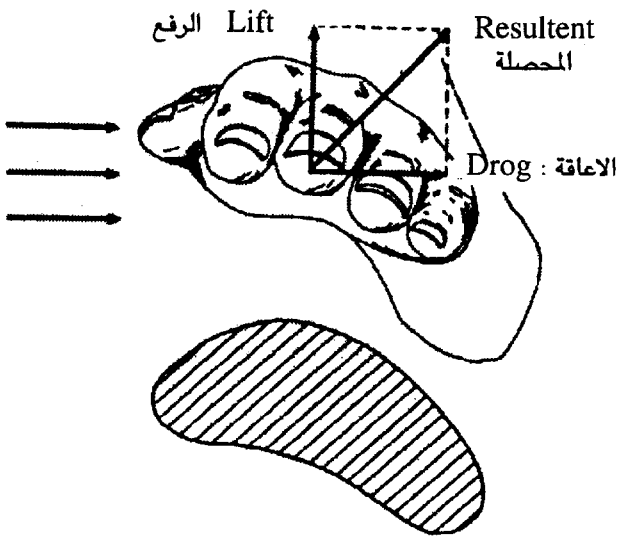
هنالك ثلاثة وظائف مفيدة تتسببها حركات الرفس للقدمين .وهذه الوظائف هي:

١ – أنها ستساعد على انتاج قوى الدفع.

٢ – أنها ستخدم في عملية تقليل القوى المقاومة والمعاكسة الحركة الجسم خلال الماء وخاصة في سباحة الزحف الأمامي والزحف الخلفي.

٣ – أنها ستساعد في زيادة القوى الدافعة مع تقليل القوى المقاومة.

www.hollanduniversity.org



شكل (٨٠)

مقاومة الماء لحركة اليد

ان وظيفة دفع الساقين للسباح مهمة فعندما يدفع السباح كما في الشكل (٨٩) للأسفل ثم للخلف عندما ينجز الضربة الأولى لرفسة الدولفين فأن المركب الأفقي لقوى الدفع الخلفية التي تعمل على الرجلين يسبب تعجيلاً افقياً للسباح. وأن مسألة الرفع التي نوهنا عنها تعتبر هنا ايضاً مصدراً أساسياً للدفع المأخوذ من الرجلين.

القوى المقاومة والمعاكسة

توجد هناك ثلاثة اشكال من القوة المقاومة التي تعمل على حركة السباح لتقليل طول الجذفة وهي:

١ – شكل القوى الخلفية للماء.

٢ – شكل القوى الخلفية للماء.

٣ – موجة القوى الخلفية للماء.

www.hollanduniversity.org

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 فأن أي تقليل نحصل عليه بواسطة انقاص السرعة الأمامية سيتغلب على الهدف الكلي للحركة والأقلال من منطقة التقاطع المواجهة للسباح تساعد في اعطاء الوسائل التي تقلل من شكل القوى الخلفية وتعود الى زيادة سرعة السباح الأمامية.

أن سطح القوى الخلفية للماء الموجهة ضد السباح من الكبر الكافي لكي تكون أكثر اهمية عملياً. أماموجة القوى الخلفية للماء فإنها تعتمد على سرعة السباح وشكل جسمه والحركات التي يقوم بها على سطح الماء. وان تأثير سرعة السباح على مقدار وحجم الموجة يتحدد من خلال:

١ – يأخذ شكل التقوس الواضح للموجة بالتموج 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 قسمي جذفة الذراع وهما قسم السحب وقسم الاستعادة أن قسم الاستعادة يبدأ عندما تستعاد اليد خارج الماء.

أما قسم السحب فأنه يبدأ عندما تكون اليد داخل الماء. وقسم الاستعادة يميل الى أن يكون اقصر من قسم السحب. ولقد اثبت ونكروادريان (Ringer & Adrian, 1969) من خلال بحثه الذي طبقه على مجموعة من السباحين في مستوى الجامعة بأن التوقيت المستغرق لقسم السحب يعادل (٦٥–٦٦٪) من الوقت الكلي والمستغرق في اداء جذفة الزحف الأمامي.

أما قسم الاستعادة فأن 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 – أوضاع اليدين والساعد والعضد. فإذا ما تساوت كافة الحالات فأن عزم القصور الذاتي القليل للذراع يستغرق وقتاً كفيلاً بتحريكها خلال المدى المطلوب.

٣ – عزم الدوران الموجة على المحور خلال الكتفين. واذا ما تساوت جميع الحالات مرة أخرى فأن عزم الدوران الكبير يقلل من استمرارية ذلك القسم من أقسام الحركة.

هنالك ثلاثة طرق يمكن أن يستخدمها السباح في التغيير والتحوير للوقت المستغرق لقسم السحب أو قسم الابتعاد وذلك للحصول على التكرار السليم للجذفة وهذه الطرق هي:

١ – تغيير او تحوير في شكل عمل الذراعين.

٢ – ضبط مدى عمل الذراعين.

٣ – تبادل عزم الدوران العضلي.

علاقة طول الجذفة (الضربة) بتكرارها

هنالك علاقة متداخلة بين طول وتكرار الجذفة. وكلما زاد السباح في طول الجذفة فأنه سيجد من الضروري زيادة في الوقت الذي يزود به القوى خلال قسم السحب للجذفة. أي كلما يزيد من طول الجذفة فأن تكرارها يميل الى النقصان. وعلى نفس الحالة فأن الزيادة في تكرارها تميل الى النقصان. وعلى نفس الحالة فأن الزيادة في تكرار الجذفة أو الضربة للسباح يرافقها بشكل عام تقليل في الوقت المستغرق في السحب وهذا يؤدي اعتيادياً إلى نقصان في طول الجذفة.

أن العلاقة بين طول وتكرار الجذفة يجب أن تحكم بشكل دقيق من قبل السباح خلال ادائه للجذفة من أجل الحصول على الفائدة المتعلقة بالحصول على السرعة. ولضمان الترابط السليم في طول وتكرار الجذفة يتطلب الأمر الاجابة على كيفية تحديد ذلك الترابط.

لقد قام East, 1970 بتحليل أداء مجموعة من السباحين في سباق (١١٠ ياردة) في محاولة لتمديد طول الجذفة وتكرارها وادائها. ولقد وجد ان هناك علاقة ذات دلالة احصائية في السباحة الحرة للرجال وسباحة الظهر للرجال والفراشة للرجال وكذلك الفراشة للنساء. ولقد حدد جيمس هاي القيم الموضوعية لطول وتكرار الجذفة عن دراسة East سو المثبتة في الجدول ادناه(٢٣).

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

الوقت بالثانية	مضاعة جرة (رجال)		مضاعة جرة (رجال)		مضاعة جرة (رجال)		مضاعة جرة (رجال)	
كاشية	تكرار دائرة/ث	طول قدم	تكرار دائرة/ث	طول قدم	تكرار دائرة/ث	طول قدم	تكرار دائرة/ث	طول قدم
٥٥	٠,٩٤	٦,١						
٥٦	٠,٩٣	٦,١						
٥٧	٠,٩١	٦,١						
٥٨	٠,٨٩	٦,١						
٥٩	٠,٨٧	٦,١						
٦٠	٠,٨٥	٦,٢			٠,٩٢	٥,٩		
٦١	٠,٨٤	٦,٢			٠,٩١	٥,٨		
٦٢	٠,٨٢	٦,٢	٠,٧٧	٦,٨	٠,٩١	٥,٧		
٦٣	٠,٨٠	٦,٢	٠,٧٧	٦,٧	٠,٩٠	٥,٦		
٦٤	٠,٧٨	٦,٣	٠,٧٧	٦,٦	٠,٩٠	٥,٦		
٦٥	٠,٧٦	٦,٣	٠,٧٧	٦,٥	٠,٩٠	٥,٥		
٦٦	٠,٧٥	٦,٤	٠,٧٧	٦,٤	٠,٨٩	٥,٤		
٦٧	٠,٧٣	٦,٤	٠,٧٧	٦,٣	٠,٨٩	٥,٣	٠,٩٧	٤,٩
٦٨	٠,٧١	٦,٥	٠,٧٧	٦,٢	٠,٨٩	٥,٣	٠,٩٦	٤,٩
٦٩	٠,٦٩	٦,٦	٠,٧٧	٦,١	٠,٨٩	٥,٢	٠,٩٦	٤,٩
٧٠	٠,٦٧	٦,٦	٠,٧٧	٦,١ –	٠,٨٩	٥,١	٠,٩٥	٤,٨
٧١			٠,٧٧	٥,٩	٠,٨٩	٥,٠ –	٠,٩٤	٤,٨
٧٢			٠,٧٧	٥,٨	٠,٨٩	٥,٠ –	٠,٩٤	٤,٧
٧٣			٠,٧٧	٥,٧	٠,٨٩	٤,٩	٠,٩٣	٤,٧
٧٤			٠,٧٧	٥,٦	٠,٨٩	٤,٨	٠,٩٣	٤,٦
٧٥			٠,٧٨	٥,٥	٠,٨٩	٤,٧	٠,٩٢	٤,٦
٧٦							٠,٩٢	٤,٦
٧٧							٠,٩١	٤,٥
٧٨							٠,٩١	٤,٥
٧٩							٠,٩٠	٤,٤
٨٠							٠,٩٠	٤,٤
٨١							٠,٩٠	٤,٤
٨٢							٠,٨٩	٤,٣
٨٣							٠,٨٩	٤,٣
٨٤							٠,٨٩	٤,٢
٨٥							٠,٨٨	٤,٢

جدول رقم (٢٣)

طول وتكرار الجذفة لبعض الاداءات المختارة عن East

www.hollanduniversity.org

التحليل الميكانيكي للبداية في السباحة

والبدء هو عملية تحريك الجسم من الثبات من فوق قاعدة البدء الأكبر مسافة ممكنة للأمام في اقل زمن ممكن. وينقسم البدء إلى أربعة مراحل هي:

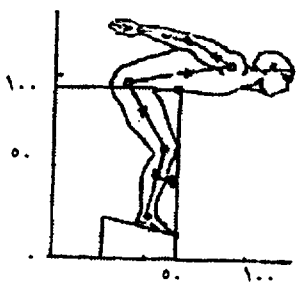
١-التحفز ٢-الانطلاق ٣- الطيران ٤- دخول الماء

وسنتناول كلاً منها فيما يلي بالمناقشة والتحليل.

١ - وضع التحفز

وهو الوضع الذي يتخذه السباح استعداداً للقفز في الماء. والغرض منه هو المحافظة على اتزان وخفض مركز ثقله تمهيداً لعملية الدفع ونقله للامام. وللمحافظة على الاتزان في هذا الوضع يجب ان يكون خط النقل واقعاً عمودياً على مركز القاعدة التي تتكون من القدمين والمسافة المحصورة بينهما (التي تتناسب مع اتساع الحوض) (شكل ٨١).

ومما هو جدير بالذكر أن مركز الثقل في وضع الوقوف يحدد بمنطقة السرة. وحيث ان عملية الدفع ونقل مركز الثقل للامام لا تتم بصورة جيدة إلا اذا مهد لها بخفض مركز ثقل الجسم وذلك عن طريق ثني الركبتين الذي يتفاوت مقداره بين سباح وآخر تبعاً للاختلافات الفردية وبالرغم من أن هذا يؤدي الى انتاج قوة دفع كبيرة. إلا اننا نفضل عدم ثني الركبتين كاملا حيث أنه سوف يعمل على خفض مركز الثقل إلى درجة كبيرة تحتاج إلى زمن ومسافة أكبر لرفعة ونقله للامام مما يتسبب عنه أن يأخذ السباح في الانطلاق من مكعب البدء.



شكل (٨١)

ويوضح مكان مركز وخط الثقل على منصة القفز

www.hollanduniversity.org

٢-الانطلاق

إذا انطلق جسم انسان للامام أو لأعلى فإنه ينطبق عليه ما ينطبق على جميع الاجسام المقذوفة في الهواء. ولما كان الانسان يتحرك بنفسه كي ينطلق، اصبح لزاماً عليه ان يجمع القوى التي تمكنه من اتمام هذا الانطلاق بالسرعة الماسية. وأيضا عليه ان يحدد الزاوية التي سوف ينطلق بها متناسبة مع الهدف الذي يريد تحقيقه (انطلاق لاعلى او الانطلاق للامام). وعلى هذا فإن العناصر الهامة الأساسية في عملية الانطلاق من مكعب البدء محصورة في نقطتين اساسيتين هما:

-زاوية الانطلاق.

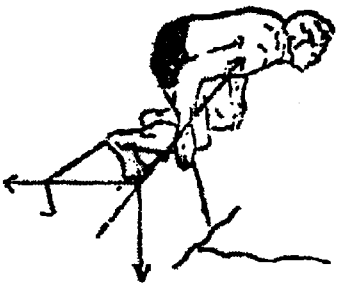
- سرعة الانطلاق

والقانون الانطلاق الذي يحكم في عملية البدء هو، قانون القذائف على الاسطح.

$$\text{الافقية المسافة} = \frac{\text{مربع السرعة} \times \text{جيب ضعف الزاوية}}{\text{الجاذبية الأرضية}}$$

- زاوية الانطلاق

عندما تنطلق اشارة البدء ، يميل السباح للامام حتى يحدد الزاوية التي سوف ينطلق بها (شكل٨٢).



شكل (٨٢)

ويوضح عملية الانطلاق بزاوية ٤٥

www.hollanduniversity.org

لذلك فعليه ان ينطلق بزاوية ٤٠ْ درجة تقريباً 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 مرتكزاً على مكعب البدء ونتيجة لذلك تنتج كمية حركة دائرية في الجزء العلوي تعمل على جذبه لأسفل. واذا 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 مرجحة الذراعين أماما عالياً.

- سرعة الانطلاق

ويقصد بها السرعة التي ينطلق بها جسم السباح من على مكعب البدء في الزاوية المذكورة سابقاً لكي يجني احسن مسافة ممكنة للامام. وتعني السرعة من الوجهة الميكانيكية المسافة/الزمن. ومعنى ذلك أن على السباح أداء هذا الانطلاق في أقل زمن ممكن للتغلب 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 لمركبة راسية ناتجة من دفع الرجلين لاسفل على مكعب البدء. ومركبة افقية ناتجة من مرجحة الذراعين وميل الجسم للأمام ونهاية عملية الدفع التي تتم بمشطي القدمين للخلف. ومرجحة الذراعين للأمام تساعد في انتاج كمية حركة ذات مركبة افقية للأمام تنتقل كمية الحركة هذه إلى الجسم بمجرد توقف مرجحة الذراعين.

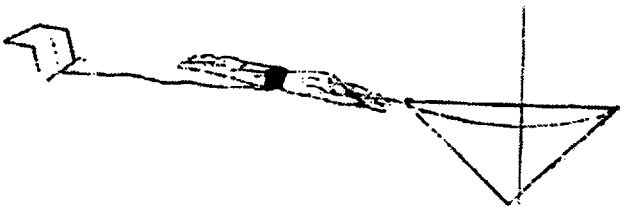
٣ - الطيران

ويستهدف هذا الوضع المحافظة على سرعة الانطلاق التي نتجت من تطبيق قوة خلف مركز الثقل. ولهذا فإن اقل الاوضاع مقاومة (للهواء) هو الوضع الافقي ولذا لقلة المساحة المعرضة منه (سمك الجسم)واذا يراعي عدم ايجاد اي انثناءات او زوايا في الجسم. فلو فرضنا ان زاوية طيران الجسم كانت ٤٥ْ لاعلى. لعملت الجاذبية على شد الجزء السفلي من الجسم لاسفل نظرا لثقل وزنه مما يؤدي الى سقوطه بسرعة وفي اقرب نقطة في وضع راسي. واذا ما قلت هذه الزاوية اسفل المستوى الافقي فإن السباح سوف يسقط بزاوية اقرب ما تكون إلى القائمة في عملية دخول الماء وبالتالي يتعرض لاخطاء فنية.

www.hollanduniversity.org

٤ – دخول الماء

يختلف الاصطدام بالماء عن الاصطدام بسطح صلب مثل الأرض وذلك بسبب ان الماء الذي يتعرض لقوة اصطدام الجسم يسمح بمرور الجسم خلاله وتشتت الماء اسفل الجسم نتيجة لمصادمته يقلل من قوة تلك المصادمة.وكلما كبرت مساحة الماء الملامس للجسم كلما زادت مقاومته وعلى ذلك لكي تنقص قوة مصادمة الماء يجب علينا ان نقلل سطح الجسم الملامس 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 ولاعلى والخلف وعلى هذا فإن قوة رد فعل الماء لا تكون لاعلى مباشرة على الجسم عند الدخول مما يجعل الماء اقل 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 تعوق حركة الجسم للامام وتخرج مقاومة كبيرة ضده وعلى ذلك يجب ان يكون الجسم مستقيماً ومتماسكاً في مستوى افقي تقريباً بزاوية من ١٠ الى ٢٠ْ عند دخول الماء بمساحة صغيرة حتى تكون مقاومة قوة المصادمة اقل ما يمكن حيث ان السطح المعرض من الجسم سوف يكون صغيراً.ولو فرضنا ان زاوية الدخول كانت أكبر من ذلك بقدر كبير لاستمرت حركة الجسم في الماء لعمق اكبر، مما يتطلب تغيير اتجاه الجسم بعد فترة لاعلى حتى يصل إلى مستوى سطح الماء لبداية الضربات. وبناء على القانون الهندسي الذي ينص على أن« المستقيم هو أقصر الخطوط الواصلة بين نقطتين» لامكننا القول بأن الزاوية التي نقدرها من ١٠إلى ٢٠ْ هي انسب الزوايا للدخول حيث أنها تعمل على عدم تعمق الجسم اكثر من اللازم. وعلى الذراعين عند دخول الماء الا تؤدي اي حركات حيث انها هي التي تقود عملية الدخول، وبتحركها ستقوده في الاتجاه غير المرغوب فيه (شكل ٨٣).



شكل (٨٣)

وفيه يتضح ان عملية دخول الماء بزاوية من ١٠:٢٠ درجة تعمل على عدم غوص الجسم لدرجة كبيرة.

www.hollanduniversity.org

ميكانيكية البدء على الظهر

يؤدي هذا النوع من البدء من داخل الماء.

وينقسم البدء على الظهر الى المراحل التالية.

١ – وضع التحفز.

٢ – الانطلاق.

٣ – الطيران.

٤ – دخول الماء.

١ – وضع التحفز

ويكون الجسم فيه مواجها لجدار الحمام عكس اتجاه السباق. وفيه يمسك السباح المقابض بيدية مع وجود انثناء في المرفقين وقدميه موضوعتين على جدار الحمام أمامه والمقعده تكاد تلامس العقبين والساقين ملتصقتين بالفخذين والركبتين منثنيتين. وهدف هذا الوضع هو الاتزان الذي يتوفر بواسطة التعلق بالذراعين والاستناد بالقدمين على الجدار لحصر ثقل الجسم بين تلك النقطتين والحصول على وضع متكور للجسم لغرض الاستفادة منه اثناء الحركة للأمام.

٢ – الانطلاق

تتوق كفاءة هذا الانطلاق على نقطتين اساسيتين هما:

- زاوية الانطلاق: وهي تتراوح ما بين ٣٥°:٤٠° وتتحدد بواسطة ارتكاز القدمين ونقطة مركز الثقل التي تتحرك للخلف عن طريق دفع الجزء العلوي من الجسم خلفاً ومرجحة الذراعين عاليا خلفا.
- سرعة الانطلاق: وهي عملية امتداد سريعة في عضلات الرجلين مطبقة قوتها العمودية في خط واصل بين نقطة مركز الثقل ونقطة القدمين.

www.hollanduniversity.org

هذا الدفع له مركبة لاسفل قليلاً ومركبة للخلف اتجاه جدار الحمام.هذه المركبات لها ردود افعال عكسيةلاعلى وللامام محصلتها عبارة عن مركبة في زاوية تتراوح ما بين٣٥: ٤٠ تقريباً.

كما ان مرجحة الذراعين عالياً خلفا تولد كمية للخلف في اتجاه حركة الجسم تنتقل اليه عندما تتوقف حركة الذراعين.

٣ – الطيران:

بعد انتهاء عملية الانطلاق بتقوس الجسم وتدفع الذراعين للخلف، حتى يتم الطيران في خط افقي لتقليل سطح المقاومة ولتحاشي سقوط المقعدة لاسفل حيث انها متحركة من اسفل سطح الماء. ثم يستمر هذا الطيران إلى اطول مسافة ممكنة.

٤ – دخول الماء

يدخل الجسم الماء في زاوية من ١٢:٨ درجة مما يعرض سطحا كبيراً من الجسم للاحتكاك بالماء اكثر من البدء في الزحف على البطن (انظر دخول الماء في البدء من المكعب).

وتدخل اليدان اولا ثم الذراعان تتبعها بقية اجزاء 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. عند ئذ تبدأ الرجلان في ضرباتها بقوة.

التحليل الميكانيكي للدوران

تؤدي جميع اشكال الدوران في طرق السباحة المختلفة حول محاور الجسم الاساسية.

وتتعرض جميع اشكال الدورانات لنفس القوانين الميكانيكية تقريباً وبتقسم الدوران الى المراحل التالية:

١ – لمس الحائط.

٢ – الدوران.

٣ – دفع الحائط.

٤ – إنزلاق الجسم وخروجه لسطح الماء.

www.hollanduniversity.org

١ – لمس الحائط.

قبل أن تؤدي عملية اللمس يكون جسم السباح متقدما بكميةحركة في المركبة الافقية اتجاه الحائط. واذا ما استمر الجسم في هذا الاتجاه حتى ملامسة الحائط فإن كمية حركته سوف تتحول الى كمية اصطدام توقف من تقدمه بسبب القصور الذاتي ولما كان الهدف من الدوران هو تغيير الاتجاه بسرعة فعلى السباح ان يثنى ذراع اللمس عند بداية لمسه للحائط بيدها حتى يقترب جسمه من الحائط دون توقف لحركته ليؤدي الدوران في اقرب نقطة من الحائط من دفعها بكفاءة. وفي الطرق التي يتحتم اللمس فيها باليدين يؤدي ما طبق على ذراع واحدة فيما سبق.

٢ – دوران الجسم:

بعد أن يؤدي اللمس وتثنى الذراع (أو الذراعان) يدور الجسم إما حول المحور الجانبي او حول المحور الافقي، 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).

وبناء على ذلك فإن الدوران الامامي او الخلفي حول المحور الجانبي (Somersault) يجب أن يؤدي من وضع التكور حتى يقصر قطر الدوران الى أقل ما يمكن. وفي الدوران الذي يؤدي حول المحور الافقي على أي جانب ايضا يجب ان تثنى فيه الرجلان في اتجاه الجسم حتى تحقق الهدف السابق.

٣ – دفع الحائط

وبعد اتمام نصف دورة تصبح الرجلان في اتجاه الحائط وهي منثنية لتؤدي عملية الدفع الذي يجب ان يتم بسرعة وقوة خلف مركز الثقل وفي نقطة تأثير امامية حتى يندفع الجسم في خط مستقيم للامام ، وتتأثر سرعة الجسم في خط مستقيم للامام 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 التحرك للامام في مستوى افقي فيجب ان تكون نقطة الدفع ومركز الثقل على خط افقي واحد.

www.hollanduniversity.org

- سرعة الدفع : وتتحقق السرعة عن طريق الامتداد السريع في عضلات الرجلين في نقطة تأثير عمودية على جدار الحمام ومركز ثقل الجسم بناء على قانون رد الفعل الذي ينص على أن (كل فعل له رد فعل مساو له في مقدار مضاد له في الاتجاه). ولتحقيق اكبر مقدار من الدفع لا بد ان تكون زاوية الفخذين مع الساقين قائمة. لانها احسن زاوية لميكانيكية العمل العضلي،حيث ان العضلة تؤدي اكفا عمل لها عندما تكون اليافها عمودية على العظم الذي تعمل عليه. وفي نفس وقت الدفع تتحرك الذراعان للامام ببطئ حتى تقل مقاومة تحركهما في اتجاه حركة الجسم ليصلا بجوار الاذنين ويداهما مقتربتان.

٤ - انزلاق الجسم وخروجه لمستوى سطح الماء

يعقب عملية الدفع انزلاق الجسم اسفل سطح الماء لمسافة قد تطول او تقصر 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 حركته للامام.

ولما كان لزاما ان يخرج السباح فوق سطح الماء حتى يكمل بقيةالسباق فإن زاوية تحركه سوف تتجه لاعلى عن طريق انثناء الجذع ودفع الذراعين اتجاه سطح الماء لتوجيه الجسم ناحية السطح.ويجب عدم اداء اي حركات للذراعين او الرجلين حتى يصل الجسم الى سطح الماء، ويبدأ بضربات الرجلين اولاً.

العمل العضلي في السباحة

ان دراسة الجسم البشري تعتبر دراسة مركبة لحركات العضلات فعند ممارسة اي نشاط رياضي يحدث دائما انفعال معين يؤثر تأثيراً سلبياً على تحسين وتطوير الناحية النفسيةوالبدنية، وهذه الاثار 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 نفهم 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.

www.hollanduniversity.org

فكل حركة صادرة من الجسم كله او احد اعضائه انما هي عبارة عن عضلات تتحرك بواسطة الجهاز العصبي في حالة انقباضها او انبساطها او ثباتها ويزيد اهتمامنا بالاستفاضة في هذا النوع لان 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 النقيضين. والأشكال الميكانيكية الثلاث لحركة العضلات التي تتم في الجسم تتعرض لها اولا 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 الاجزاء بواسطة انقباض العضلات في اتجاه المركز حيث تقصر إزاء عملها ضد مقاومة الجسم أو أي مقاومة خارجية اخرى، وحينئذ تنقبض العضلات نحو مركزها ويسمى هذا بالانقباض المركزي.ولنعطي مثالاً لهذا النوع من الانقباض: الشد بالذراعين في سباحة الصدر يحدث تقريب الساعد من العضد إلى حد ما بين بداية المسك حتى نهاية الشد وبالتالي تقصر العضلة ذات الراسين العضدية وتتجه نحو مركزها ويظهر هذا الانقباض واضحا عند تقريب الذراعين من الصدر استعداداً للحركة الرجوعية وكذلك في الحركة الرجوعية للرجلين حيث يقترب الفخذان من الجذع عن طريق انقباض العضلتين الاسواسيةوالعانية نحو مركزهما.

٢ – الانقباض العضلي اللامركزي

ويحدث هذا النوع من الانقباض عندما تعمل العضلة وهي تطول لكي تسمح للجسم اوبعض اجزائه او لبعض انواع المقاومة الخارجية من ان تنخفض بطريقة متحكم فيها،ومثال ذلك في حركات السباحة :الحركة الرجوعية للذراعين في سباحة الصدر حيث تعمل العضلة ذات الرسين العضدية ضد مقاومة الماء وهي تطول، أو تبعد عن مركزها، كذلك الحركة الرجوعية للذراعين في سباحة الزحف حيث تعمل العضلات المادة للذراعين وهي تطول لتتحكم في وزن الذراع اثناء مدة اللازم.

www.hollanduniversity.org

٣ – الانقباض العضلي الثابت

تعمل العضلةوهي 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 واضحا في تلك العضلات التي تعمل على انتصاب العمود الفقري خلال عملية الوقوف وكذلك عضلات الجذع اثناء السباحة حيث تنقبض وهي ثابتة لتكون القاعدة التي تعمل عليها المحركات.

وهذه الثلاث انواع من العمل العضلي تعرف بالاصطلاحين الاتيين:

- العمل العضلي المتحرك Isotonio Muscle work
- العمل العضلي الثابت Isonetric Muscle Work

ويعني العمل العضلي المتحرك ما يعنيه كلا من العمل العضلي المركزي والعمل العضلي اللامركزي اما العمل العضلي الثابت فيعني كلمة العمل في حالة ثبات. وبجانب طر ق 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:

- **المحركات الاولية** :وهذه العضلات هي المسؤولة عن توليد العمل العضلي المركزي وتسمح ايضا بالعمل العضلي اللامركزي. ومثال هذه الحركات في السباحة ما سبق ان ذكرناه.
- **المجموعةالعضلية المقابلة** :وهذه المجموعة هي العضلات الموجودة على الجانب المضاد للعضلات العاملة كمحركات اولية على مفصل ما، ومثال ذلك اثناء عملية الشد في سباحة الصدر تنقبض العضلة ذات الراسين العضدية نحو مركزها وتطول العضلة ذات الثلاث رؤس العضدية بعيدا عن مركزها.
- **العضلات المثبتة** :وهي مجموعة العضلات التي تعمل كمثبتات لتثبيت 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 تثبيت عضلات الجذع له في عمليةالسباحة لتؤدي الذراعان والرجلان حركاتهما.

ومن هذا يتضح لنا ان العضلة يمكن ان تؤدي دورها إما كمحرك اولي او مضاد لعضلات تعمل على مفصل.واهمية معرفة اي العضلات هي التي تعمل خلال مراحل مختلفة من تمرين

www.hollanduniversity.org

معين تعتبر شيئا حيويا جداً بالنسبة للمدرب واللاعب، ولكي تحصل على تقدم كبير لقوة العضلات فيجب ان يكون العمل الملقى على المدى الداخلي كبير (١) (مقاومة كبيرة).

وتعمل العضلات في احسن حالاتها واوضاعها الميكانيكية عندما تكون عمودية على العظم الذي تحركه.

التحليل العضلي للطرق الفنية للسباحة

تواجهنا في حركات السباحة مجموعات عضلية كبيرة تعمل على اجزاء الجسم جميعا حيث يقوم كل جزء بدوره نحو تكلمة عمل الجزء الآخر حتى تصل الى درجة الشمول العضلي للجسم تقريبا. لكونها 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 تثبيت القاعدة التي تتحرك عليها عضلات الذراعين والرجلين في السباحة، ويتم في هذا العمل احد انواع الانقباض العضلي الذي يتصف بالثبات المستمر في الجذع، فيجب ان يحتفظ بالعمود الفقري مستقيماً بقدر الامكان،وهذا يتطلب قوة كبيرة في مجموعة عضلات الجذع وهي كما يلي:

المجموعة الامامية	المجموعة الخلفية
١ - العضلة الترقوية القصبة الخلفية.	١ - العضلة الرافعة للوح
٢ - العضلة الصدرية العظمى والصغرى	٢ - المربعة المنحرفة
٣ - العضلة المستقيمة البطنية.	٣ - الجزء الاسفل من العضلة الفقرية الطويلة
٤ - العضلات المنحرفة البطنية	٤ - العضلة المينية الكبرى والصغرى.
٥ - العضلةالمسننة الامامية	٥ - العضلة العريضة الظهرية.
٦ - العضلة تحت الترقوة.	

www.hollanduniversity.org

- مجموعة عضلات الجزء السفلي

يتشابه 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.

الامامية	الخلفية
١ - العضلة الابسواسية	١ - الاليوية العظمى
٢ - العضلة العانية	٢ - عضلات خلف الفخذ
٣ - العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية	٣ - العضلات الباسطة للاصابع الطويلة
٤ - العضلة الالبية الصغرى والمتوسطة	٤ - عضلات خلف الساق
٥ - العضلة الشادة للصفاق الفخذي	٥ - العضلات قصبية الخلفية
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 كمثبتات لكي تخدم متطلبات الشكل الذي يجب ان يسير عليه الذراع واليد ضد مقاومة الماء.

وفيما يلي عضلات الذراع والكتف:

عضلات تربط صدرك الذي مع العضد
١-العضلة الدالية
٢-العضلة الغرابية العضدية
٣-العضلة تحت الشوكة
٤-العضلة المدملجة الصغرى والكبرى

www.hollanduniversity.org

١ – العضلة ذات الرسين العضدية
٢ – العضلة العضدية
٣ – العضلة الغرابية العضدية الخلفية : لعضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية.

١ – العضلة الكابة المستديرة
٢ – العضلة القابضة للرسغ الكعبرية
٣ – العضلة القابضة للاصابع الطويلة
٤ – العضلة القابضة للابهام الطويلة
٥ – العضلة الكابة المربعة
٦ – العضلة القابضة للرسغ الزندية

القوى المؤثرة على حركة السباح

١ – المقاومة الامامية

وهي 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 خلاله وهذه المقاومة لا يمكن الغائها اطلاقا الا انه يمكن التقليل من تأثيرها الى حدودها الدنيا عن طريق وضع الجسم طافيا بشكل مائل وافقي في الماء بحيث يواجه الجسم تلك المقاومة بأقل مايتمكن من ناحية المسافة الامامية للصدر والراس « الخفاجي ١٩٨٤». فالوضع الافقي للجسم يساعد الاطراف على العمل بكفائه عالية كما وان رفسة الساق تساعد على استمرار الوضع الصحيح للرأس والوركين والقدمين على خط مستقيم.

www.hollanduniversity.org

وهذه الحركات والاوضاع للجسم تؤثر على الساقين المناسبة ومن ثم التغلب على المقاومة الامامية واحسن مثال لذلك يمكن ملاحظته هنا هو عندما a يقوم برفع الرأس عاليا جداً فان القدمين والورك ينخفضان للاسفل للزيادة في كبر المسافة الجسمية المواجهة للمقاومة الخارجية.

٢ – مقاومة احتكاك الجلد:

وهي المقاومة التي تحدث لتلامس الماء لسطح الجلد والشعر. ان هذه الملامسة تسبب بروز 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 انسيابية للجسم ولذلك يقوم الجسم بشد الماء باسلوب معين. ومقاومة التدويم تحدث عندما تصطدم الدوامات في الماء وتتكون مقاومة سببها وجود مناطق في الجسم انسيابيتها ضعيفة والماء عاجز عن ملئها مسببة حدوث مناطق للضغط المنخفض حول السباح.

٤ – مقاومة الامواج:

ان الامواج الكثيرة تؤثر تأثيراً سلبياً على حركة السباح الانتقالية ويمكن التخلص من تلك الامواج العالية عن طريق مد الجسم مع الثني البسيط وحركات منتظمة للذراعين بالتناسق مع رفسات صغيرة للرجلين.

الاسس والقوانين الميكانيكية للسباحة

تشبه السباحة عملية المشي والجري من حيث انها وسيلة للحركة الناتجة من دفع جسم ضد سطح ما، وهذا السطح بدوره ينتج قوة مضادة للقوة الدافعة من الجسم.

ويعطي الجسم ككل حركة مستقيمة نتيجة لحركات دائرية مركبة للاطراف من المفاصل. وتختلف السباحة عن المشي والجري في ان السطح (الوسط) الذي يؤدي الدفع ضده ليست له المقاومة المعهودة في الوسط المحيط بالفرد اثناء المشي- ففي السباحة يلقي الجسم مقاومة كبيرة

www.hollanduniversity.org
(في كلا السطحين يلقى الجسم مقاومة كبيرة (في كلا السطحين يلقى الجسم مقاومة للقوة الناتجة منه)- وفي السباحة يتحرك في المستوى الافقي بخلاف المستوى الرأسي الذي يتحرك فيه اثناء المشي، ومن هنا تقل قوة الجاذبية الأرضية إلى أقل حد لهاوقد تتلاشى كلية كما سنرى فيما بعد. وليست للماء خاصية المقاومة بنفس درجتها كما في الارض. وبالتالي تختلف قوة رد الفعل الناتجة من الماء عن الارض، 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 للامام بطيئاً ويتطلب مجهودا اكبر، وفي المشي يتحرك الجسم ضد مقاومة الهواء (التي تقل كثافته عن الماء) وبالتالي تصبح المقاومة في السباحة اكبر بكثير عن مثيلتها في المشي. وحركة السباح في الماء هي مقاومة ضد سطح يتعرض له- فكلما صغر هذا السطح اثناء الحركة كلما قلت المقاومة- وتعتبر هذه من اهم الاسس الميكانيكية التي يستند عليها التحليل الميكانيكي في السباحة. وفي نفس الوقت يعمل السباح جاهدا على جعل الوسط الذي يقاوم تقدمه وسيلة لمدة بالقوة الدافعة للأمام، وذلك بزيادة مقاومة الماء في الجهة المضادة لحركة تقدمه. وجسم الانسان في السباحة سواء كان ثابتاً او متحركاً يرتكز على الماء، وتختلف المشاكل الميكانيكية التي تحدث في الماء،عن تلك التي قد تحدث من سطح اكثر خشونة، أو عندما يحاط الجسم بالهواء فالجسم المرتكز على الارض يجد سطحاً قوياً بما فيه الكفاية لمقاومة وزنه،او أي قوة إضافية ناتجة من تحريك اجزائه. أما اذا كان الجسم مرتكزاً على سطح الماء فسوف يجد ان الماء ليست له القدرة على مقاومة وزنه، حيث يحدث ممرا في الماء اسفل الجسم ويغوص كليا أو جزئيا .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 الجسم. والمعرفة المبكرة لعلاقة هذا الوزن ترجع الى (أرخميدس ٢٨٧-٢١٢ قبل الميلاد).

أ- الطفو

وهو بقاء الجسم كليا أو جزئيا فوق سطح الماء،وتنص قاعدة أرخميدس على أنه (إذا غمر جسم في سائل فإنه يلقى دفعا من اسفل إلى أعلى، قوته تعادل وزن السائل المزاح).

وهذه القوة التي تتجه لاعلى اتجاه جسم السباح تساوي وزن حجم الماء المزاح، وتكون مساوية لحجم الجزء المغمور من جسمه في الماء- ومن هذا يتضح لنا أن دفع الماء من اسفل الى أعلى

www.hollanduniversity.org

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.

$$\text{خاصية الجاذبية} = \frac{\text{وزن الجسم}}{\text{وزن كمية معادلة من الماء}}$$

وتختلف الاجسام البشرية من حيث خاصية جاذبيتها، فالذين يملكون نسبة كبيرة من العظام والعضلات يكونون اثقل من غيرهم. حيث أن العظام والعضلات لها خاصية جذب عالية،بينما الأنسجة الدهنية تتميز بخاصية جذب أقل، وعلى ذلك فإن الاجسام التي تتركب من نسب عالية من العظام والعضلات تقل فيها خاصية الطفو، عن الاجسام التي يدخل في تركيبها نسبة عالية من الدهن. ولهذا السبب تطفو البنات والسيدات عموماً أكثر من الرجال.

وبالرغم من أن جميع الاجسام متقاربة من حيث خاصية جاذبيتها فبعضها أكثر قليلاً من معدل خاصية الجاذبية والبعض أقل قليلاً منها، إلا أنه أمكننا تحديد خاصية جاذبية الجسم الانساني بعدة طرق. فإذا كان جسم الانسان منتظما هندسيا ومتجانسا من حيث الصلابة لامكننا قياس ابعاده ومعرفج حجمه، واذا عرف الحجم نستطيع مقارنة وزن الجسم بوزن حجم معادل له من الماء. وحيث أن جسم الانسان غير منتظم الشكل أو متجانس المادة فإننا نحصل على خاصية جاذبيته عن طريق غمره في ماء، ثم تحديد وزن الماء المزاح، لأن وضع الجسم في الماء كلية يزيح كمية ماء ليحل مكانها ، وهذه الكمية المزاحة من الماء تسمى بالماء المفقود(الماء المزاح) كما في المعادلة التالية:

$$\text{خاصية الجاذبية} = \frac{\text{وزن الجسم}}{\text{وزن الماء المفقود}}$$

وبإجراء تلك التجربة على ٢٧ سيدة جامعية مع إضافة اخذ الشهيق، وجد (روك،هل براندت) ان متوسط معدل خاصية جاذبيتهن هو ٩ر٨١٢ متراوحا ما بين ٩ر٦٣٥ . ١ر٠٦١٤ . وعند تفريغ الرئتين من الهواء وصل المعدل الى ١ر٠١٧٧ وجد أن هناك خمسة من المختبرات فقط كان لهن خاصية جاذبية اقل من واحد صحيح بعد إخراج الزفير كاملا. وقورنت استنتاجات هؤلاء

www.hollanduniversity.org
الباحثين بتلك الأبحاث التي اجريت بواسطة باحثين سابقين، فوجد ان خاصية جاذبية النساء اقل عامة عن خاصية جاذبية الرجال والأطفال.

وإذا نظرنا إلى جسم الانسان، نجده مكونا من مجموعة من المراد بعضها كثافته اكبر من كثافة الماء مثل العظام والعضلات،وهذه تمثل المجموع الأكبر من الجسم ومواد أخرى كثافتها أقل من كثافة الماء مثل الدهون، وهو موجود بنسبة أقل من المادتين الاخرتين، ولكننا يجب لا ننسي تجويف الصدر، وهوحجم لا بأس به بالنسبة لحجم يحتوي على الرئتين الممتلئتين بالهواء، كثافة هذا الهواء أقل بكثير جداً من كثافة الماء. وعلى هذا فأن جسم الانسان يتكون من مواد غير متجانسة الكثافة، بل له كثافة خاصة تسمى بالكثافة النسبية.

ويعتمد طفو الانسان في الماء على قوة الدفع المائي من اسفل إلى أعلى والكثافة النسبية للجسم. فمثلا يلاحظ أن أجسام السيدات والآنسات بوجه عام ، تطفوا بسهولة عن أجسام الرجال، ويرجع السبب في ذلك إلى أن نسبة الدهن في الرجل العادي حوالي ١٧٪ من وزنه، بينما ترتفع هذه النسبة في المرأة الى حوالي ٢٤٪ من وزنها مما يجعل كثافة الأنثى النسبية أقل من كثافة الرجل النسبية، ويوفر دفعا مائياً كبيراً على أجسامهن.

وبسبب إحتواء منطقة الصدر على الرئتين المملئتين بالهواء، تصبح خفيفة الوزن جداً إذا ما قورنت بحجمها ، وعلى هذا تعتبر منطقة معرضة للدفع المائي أكثر من أي منطقة أخرى في الجسم. ويدور جسم الانسان 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.

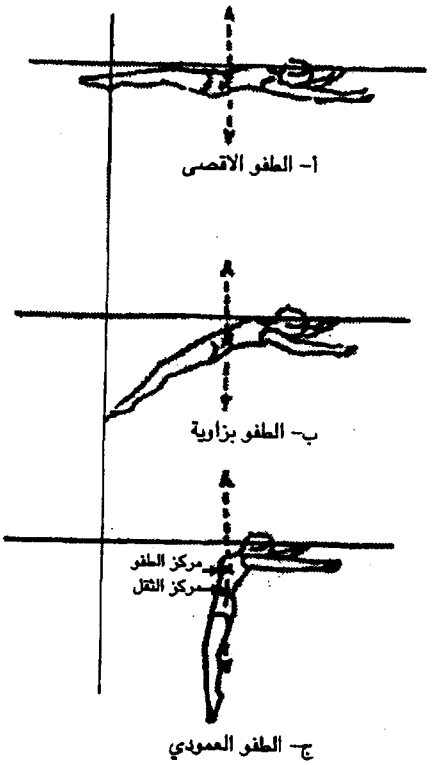
وتتركب الرجلين كما ذكرنا من نسب عالية من العظام والعضلات وبالتالي تتمتع بخاصية جذب عالية، بالاضافة الى طول ذراع الرافعة الواقع ما بين مركز الطفو حتى مشط القدم. إذا قورن بطول الذراع الآخر للرافعة من مركز الطفو إلى نهاية الرأس.

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. وكنتيجة لذلك تهبط الرجلات لاسفل- والحالة الوحيدة التي لا تسبب فيها الرجلان هذه الظاهرة. هي أن ترتفع فيها النسبة التركيبية للانسجة الدهنية فتقل عليها خاصية الجذب. وبالتالي تزداد نسبة حجم الماء المزاح عند الرجلين، فيساوي وزنها أو

www.hollanduniversity.org

يزيد، وهنا لا يقع مركز الطفو في الصدر، ولكنه ينخفض اتجاه الرجلين حتى ينطبق على مركز الثقل، وعندئذ يتزن الجسم تماماً في الماء ويطفو الجسم في الوضع الأفقي.

وعندما لا تحدث هذه الحالة حيث أنها لا تتحقق في الغالبية العظمى- فإن القدمين يهبطان حتى يقع الثقل اسفل 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 ، وبرفع مركز الثقل حتى يقترب من مركز الطفو (محور الإرتكاز) وبالتالي تقصير ذراع المقاومة.

www.hollanduniversity.org

ووضع الطفو الذي تكون فيه جميع أجزاء الجسم متجمعة مع بعضها في نقطة خط الدفع المائي. بالإضافة الى امتلاء الرئتين بالهواء مما يزيد من حجم الصدر ، يمثل افضل وضع للطفو يمكن للجسم ان يتخذه حيث يكون مركز الثقل ومركز الطفو منطبقين تماماً.

وهذا هو الوضع الذي يستخدم في تحديد ما إذا كان الشخص يعاني من مشاكل بالنسبة للطفو على الظهر حيث عندئذ سوف لا يطفو ظهره فوق سطح الماء، واذا ما حدث ذلك رغم امتلاء الرئتين بالهواء ، فإنه لا فائدة من التقدم معه في اوضاع طفو اخرى ثابتة. وفي الطفو على الظهر يحتاج معظم الاشخاص الى توزيع ثقل الجسم حول مركز الطفو. وتحريك الذراعين الى وضع فوق مستوى الرأس. يعمل على إطالة وإضافة ثقل الى هذه الرافعة التي تعتبر فوق نقطة الارتكاز (مركز الطفو) ويؤثر ذلك في مساعدة إتزان الرجلين الاكبر ثقلاً ، ويعمل ايضا على رفع مركز ثقل الجسم وتقريبه من مركز الطفو. كما يمكن العمل على رفع مركز ثقل الجسم الى نقطة اعلى بواسطة ثني الركبتين وسحب القدمين اتجاه الجسم حيث يؤدي ذلك الى تقصير رافعة الرجلين. وهي لا تزال محتفظة بكامل تأثير حجمها.

وعند تقوس الظهر والقاء الرأس خلفاً في الماء يتسع الصدر ويسمح بزيادة دخول الهواء الذي يزيد بدوره من حجم الصدر بالاضافة لحجم الماء المزاح الذي تسبب من إلقاء الرأس خلفاً. ومن هنا يتضح لنا إختلاف الدفع المائي الواقع على الجسم بإختلاف مقدار الهواء الموجود بالرئتين. فالشخص الذي تقل عنده ظاهرة الطفو يمكنه تحسين ذلك عندما تمتلئ رئتيه تماما بالهواء، واذا اراد ان يطفو طفواً ثابتاً دون اداء أي حركة، فمن الافضل 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 الافراد يقع اسفل مركز الطفو مما يتسبب عنه حدوث قوة عزم تسبب الدوران- فإن وضع الطفو للغالبية العظمى يصبح فيما بين الوضع الأفقي والوضع العمودي. وهناك بعض الاشخاص 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 الجاذبية الارضية للرجلين. وكمية الحركة هذه تجذب الشخص لاسفل سطح الماء حتى ولو سمحت خاصية الطفولة باتخاذ زاوية فوق العمودية،فبينما يمكن لقوة الدفع ان تسند الجسم، فإنها ليست كبيرة بالدرجة التي تتغلب بها على كمية الحركة المتولدة من سقوط الرجلين.

www.hollanduniversity.org

وعلى هذا فمن المهم وضع الجسم عمودياً في الماء قبل أن يتخذ لنفسه وضع الطفو الثابت، وفي هذه الحالة ان تجد الرجلين كمية الحركة لاسفل حتى تتغلب عليها. وهنا سترتفع الى نقطة الاتزان بدرجات تختلف طبقاً لاختلاف الأفراد.

ورفع الرأس لأعلى بإستمرار 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. ويخاف كثير من المبتدئين عند نزولهم الماء من الغرق- والمشكلة هي كيف يتعلم المبتدئ وضع الاتزان في الماء حتى يصبح الفم والانف خارج الماء في فترات منتظمة تسمح له بالتنفس.

وبالإضافة إلي صعوبة الطفو عند المبتدئين -فإنه يشكل مشكلة خاصة عند البنات في بداية تعلمهن استخدام اجسامهن في الماء. فالفتاة التي تتميز رجلاها 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 العادية وهو الوضع الرأسي- وكثيرا ما يسبب لها عدم قدرتها فزعا اكثر من تفكيرها في الغرق.

وعلى ذلك فمن الاهمية لكل فتاة ان تعرف عوامل تأخرها واسبابه عن طريق التحليل الميكانيكي الذي يمكنها من إصلاح عيوب الحركة عندها. وحيث ان الرجلين في هذه الحالة تربحان قدراً من الماء وزنه يفوق وزنهما، فإن الرافعة يجب ان تقصر حتى يزال أثرها الميكانيكي المكتسب من قوة الطفو عندما تطول الرافعة- فعند سحب الرجلين تجاه الصدر تقصر الرافعة ويصبح من السهل دوران المقعدة لاسفل بواسطة القوة الناتجة من الذراعين. وعندما يصبح الجسم على الظهر، فإن القوة الناتجة من الذراعين تصبح لاسفل وللخلف، وفي حالة اتخاذ الجسم لوضع الانبطاح(الوجه لاسفل) فإن قوة الذراعين تصبح لأسفل وللخلف، ويرفع الجزء العلوي وتشد المقعدة للامام- كما يجب ملاحظة ان خفض الرجلين دائما ما يكون بسبب زيادة رفع الرأس.

وعندما يصبح الورك اسفل الصدر، فإن بسط الرجلين يعمل على سقوط القدمين للاسفل باتجاه قاع الحمام يتخذ وضعا منحرفا في اتجاه مضاد لقاع الحمام، ثم تعمل بعد ذلك قوة دفع الماء على رفعهما من جديد الى السطح. ويسهل ذلك ، الحصول على الوضع الافقي اذا ما كان الجسم متحركاً خلال الماء، عما لو كان الجسم في وضع طفو ثابت حيث أن مقاومة الماء تؤدي الى أن يكون الجسم في مستوى مسطح.

www.hollanduniversity.org

ولتحديد المسافة بين مركز الطفو ومركز الثقل عندما يكون الجسم في وضع الطفو الافقي، اوجد الباحثان(روك، هيليراندت) المعادلة التالية:

$$\text{ف} = \frac{\text{ق} \times \text{أ}}{\text{ص}}$$

ف = المسافة بين المركزين.

ق = القوة المطلوبة لحفظ الاجزاء السفلى من الجسم في الخط الافقي كقياس حصل عليه من المستوى المتعلق بمفصلي القدمين

أ = ارتفاع مركز الثقل.

ص = وزن الجسم – ق.

ب – القوى التي تقاوم الجسم اثناء تحركه في الماء

يقاوم الماء الجسم اثناء تحركه نتيجة لعوامل كثيرة نتناولها بالشرح والتفصيل فيما يلي:

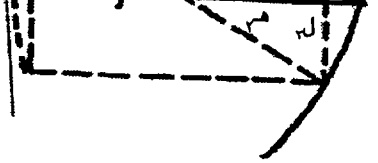
لقد وضح (كربوفتش) ان الابحاث التي اجريت على الطائرات والسفن قد دلت على أن تلك المقاومة تعتمد اساساً على العوامل التالية:

١ – مقاومة الجلد(السطح الخارجي للجسم).

٢ – مقاومة الدوامات والامواج.

وتعتبر المقاومة العكسية للجلد أكبر هذه المقاومات جميعاً. وبملاحظته لعملية سحب شخص في الماء، وجد ان المقاومة تقل في وضع الطفو على البطن عنها في وضع الطفو على الظهر.

وبناء على ذلك فإن تحرك الجسم في الماء بوضع قطري سوف يتسبب في ايجاد مقاومة كبيرة عنه لو اتخذ الوضع الافقي، لأنه في الحالة الاولى ينتج تعريض 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 بتعرض اقل مساحة ممكنة لمقاومة الماء في اتجاه الحركة المطلوبة (شكل ٨٥) يثبت هذه الظاهرة.



شكل (٨٥)

علاقة السطح المقاوم بجيب الزاوية

$$\text{جا زاوية ١} = \frac{\text{هـ١}}{\text{هـ١}}$$

$$\text{جا زاوية٢} = \frac{\text{ل٢}}{\text{هـ٢}}$$

$$\text{هـ١} = \text{هـ٢}$$

$$\frac{\text{جا}^{\text{٨}}\ \text{١}}{\text{جا}^{\text{٨}}\ \text{٢}} = \frac{\text{ل١ / هـ١}}{\text{ل٢ / هـ٢}} = \frac{\text{ل١}}{\text{ل٢}}$$

وحيث ان ل١ = س١ م (سطح المقاومة الناتجة من وضع الجسم بزاوية (١)).

ل١ = س٢ م (سطح المقاومة الناتجة من وضع الجسم بزاوية (٢)).

وبذلك تخلف مقاومة الماء باختلاف جيب زاوية ميل الجسم. واحتفاظ الجسم بوضع مستو على سطح الماء يقلل المقاومة التي تعوق حركة تقدمه للأمام حيث ان السطح المعرض للمقاومة في هذه الحالة هو سمك الجسم فقط (عمقه من الظهر الى الصدر). أما في حالة سقوط الرجلين والورك فسوف يتعرض الجسم لسطح مقاومة كبير يعوق حركته اماما.

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

وشكل (٨٥) يوضح حجم (سطح المقاومة) س ١م ،س٢م ،كما يبين العلاقة بين هذا السطح وجيب الزاوية التي يتخذها الجسم كنتيجة لهبوط الرجلين والورك (المسافة ل١،ل٢).

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 تبعا للسرعة التي يتحرك الجسم بها حتى تقريبا سرعة ٢ قدم في الثانية. وفي السرعات التي تتراوح ما بين ٢:٥ قدم في الثانية، يرتفع الجزء السفلي من الجسم لاعلى اتجاه الخط الافقي، 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 تغيير في الوضع النسبي لاجزاءه.

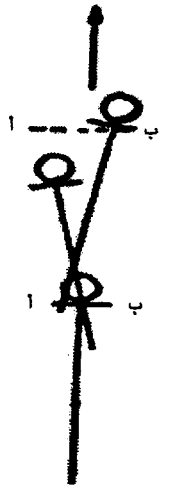
أما اثناء السباحة، فإن هناك مقاومة كبيرة سوف تنتج من حركات الرجلين والذراعين. وهذا لن يزيد فقط من المقطع العرضي لسطح الجسم، بل قد ينحرف الجسم- أثناء حركة إعادة الذراعين- عن مساره،في اتجاه مضاد لحركات الدفع، وتغيير السرعة يعمل ايضا على إيجاد مقاومة، تزداد بعجلة ايجابية. وخفض الرأس في الماء اثناء سباحة الزحف عن طريق غمرها مع وضع الوجه مستويا على الماء، يعمل على ايجاد مساحة صغيرة تقاوم حركة التقدم للامام.

وبالرغم من ذلك فإن خفض الرأس هذا يعمل على التنفس خلال السباحة دون الاضطرار لرفع الرأس عاليا، حيث يعمل هذا الرفع- كما شرحنا من قبل- على سقوط القدمين لاسفل ويزيد من المقاومة عليهما وغالبا ما يتسبب عدم تساوي القوة الناتجة من جانبي الجسم تحريكه في مسار متعرج (زجزاج) تزداد معه مساحة سطح المقاومة (شكل ٨٦).

ويجب تقليل الحركة لاعلى ولاسفل الى حدها الادنى اثناء السباحة، حيث تعمل على زيادة السطح المعرض للمقاومةوتسبب موجات تعوق تقدم السباح للامام.

تنتج مقاومة كبيرة للجسم اثناء فترة الاعادة والزحلفة، ولزيادة الحصول على الوضع الذي تقل فيه المقاومة يجب ان ينساب الجسم في حركته بقدر المستطاع.

www.hollanduniversity.org



شكل (٨٦)

المسار المتفرج (زجزاج)

وعندما يصبح هدف السباح التقدم اماما فالمشكلة هنا هي كيفية اتخاذ الاوضاع 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 لهذه القوة ومضاد لها في الاتجاه دون التعرض لمساحة كبيرة من سطح المقاومة.

وتدفع الرجلان للخارج بسهولةفي السباحة الاولية على الظهر وكذلك ضمهما ولذلك يجب ان يكون مقدار الدفع ومساحة السطح في كلا الرجلين متساويين 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 ملتصقتان بجوار بعضهما، 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 لان المقاومة لن تحدث على الظهر كما حدث في الوضع السابق.

www.bouiraUniversity.org

وفي جميع حركات الذراعين للامام في كل طرق السباحة يجب ان يكون في داخل نطاق عرض الجسم وللامام حتى يستمر تحركه في خط مستقيم، ويجب ان تدخل اليدان الماء عن طريق اطراف اصابعها حتى يقل سطح المقاومة، عما لو د خلت اليدان وهي مفرودة.

ووجد من البحث ان المقاومة تزداد زيادة تقريبية مع مربع السرعة، وعلى هذا فإن تجنب اي حركة سريعة تحت الماء في اتجاه حركة الجسم يعتبر امرا ضرورياً. وعند اداء جزء الاعادة اسفل سطح الماء كما يحدث في سباحة الصدر وسباحة الصدر المعكوسة فإن مقاومة كبيرة سوف تنتج 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 أقل من مقاومة الماء، فإن إعادة الذراعين خارج الماء يعمل على تقليل المقاومةإلى حدها الأدنى كما يحدث في سباحة الزحف مثلا، وفي ضوء ذلك،فإن كفاءة استخدام الذراعين إلى أبعد مدى فوق الماء يشكل دراسة أكثر اهمية من مشكلة سطح المقاومة بالنسبة لسباحة الزحف. حيث أنه برغم قلة مقاومة الهواء، إلا أن الذراعين تعتبرا ورافع طويلة تشكل عبئا على العضلات التي تحركهما الى جانب الاخلال بإتزان الجسم، ولهذا فإن ثني المرفقين يؤدي إلى تقصير تلك الرافعة، مما يسهل عملها وإزالة العبء الواقع على الاتزان، والعضلات التي تؤدي هذا العمل ورفع المرفق المثني 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 (كربوفتش) ان مادة (المايوه) تعتبر إحدى العوامل التي تؤثر في قوة إحتكاك الماء، ووجد أن (المايوه) المصنوع من الصوف تتولد بسببه مقاومة اكبر من المايوه المصنوع من الحرير، طبقا لخشونة سطح كل منهما،كذلك وجد ان لباس البحر الغير محكم على جسم السباح، وخاصة عندما يكون ملتصقاً في منقطة الفخذين يزيد من المقاومة بسبب امتلاء الفراغ الموجود بين الجسم و(المايوه) بالماء، ويزيد من وزن وحجم الجسم. وعندما يتحرك الجسم بسرعة في الماء، يعمل ذلك على ايجاد منطقة ضغط منخفض خلفه، تتسبب في حدوث قوة ماصة للخلف، تعمل على جذبه للخلف ايضا. وتأثير هذا التجويف المائي يكون كبيرا كلما ازدادت سرعة السباح، كما أن حركات الجسم أو 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 تساعد على تقدم الجسم للأمام الى اقل حد لها.

www.hollanduniversity.org

وعندما يلتف الماء حول جسم السباح ، يؤدي الى حدوث دوامات ايضا وهذا من الاسباب التي تؤدي الى اتجاه الجسم في خط مستقيم والوضع الذي تتراص فيه اجزاء الجسم جيدا يعتبر اكثر كفاءة حيث أنه يؤدي الى تحرك الجسم في خط مستقيم.

واتجاه الجسم في خط مستقيم خلال فترة التزحلق في أي طريقة من طرق السباحة يمكن السباح من الحصول على أكبر مسافة تتناسب مع مقدار القوة المبذولة بسبب قلة المقاومة.

جـ- القوى المحركة

يتحرك الجسم في الماء بواسطة حركات الشد والدفع بالذراعين بالاضافة الى حركات الرجلين.

وحيث ان الجسم يتحرك في اتجاه عكس تلك القوى المبذولة، فإن الحركة للخلف تعمل على تحريك الجسم للامام، والحركة لأسفل ترفع الجسم لاعلى والحركة لاعلى تدفع الجسم لاسفل تدع الحركة ناحية اليمين ، تحرك الجسم ناحية اليسار والعكس بالعكس. وفي ذلك تطبيق لقانون (رد الفعل) والذي ينص على (كل فعل له رد فعل مساو له في القوة ومضاد له في الاتجاه).

وتزداد سرعة حركة الجسم نتيجة لنقص المقاومة عليه في اتجاه حركته ، وتزداد المقاومة كذلك ، بزيادة مربع السرعة (قانون نيوتن الثالث).

وهنا يتضح ان الحركات التي تؤدي وتعمل فيها القوة في اتجاه حركة السباح تكون بمثابة عامل اعاقة لتقدمه ، ولهذا يجب ان تؤدي ببطئ حتى تنخفض المقاومة- اما القوة الناتجة في اتجاه عكس حركة السباح والمسؤولة عن تقدمه للامام يجب أن تؤدي بسرعة.

والحركات الايجابية لليدين والقدمين هي المسؤولة عن حركة الجسم، وهذه الاجزاء هي نهايات روافع الطرفين العلوي والسفلي، وللاستفادة من كفاءتها يجب ان تأخذ الزوايا الملائمة لاداء اقصى دفع ضد الماء.

ولهذا يجب ان يكون وضع اليدين قابلا للتغيير خلال حركة الذراعين حتى تتمكن راحتيهما من شد ودفع الماء للخلف مباشرة باستمرار.

كذلك الحال بالنسبة للقدمين حيث يكونا في وضع مع الساق يمكن تغييره على مدى الحركة، وهذا يتطلب توافقا ، فقد يحدث للمبتدئين في تعلم السباحة عند اداءهم لحركات الرجلين دون

www.hollanduniversity.org

حركات الذراعين في سباحة الزحف على البطن أن يتحركوا للخلف بدلا من الأمام ويرجع اختلاف الاتجاه هذا الى وضع القدمين بالنسبة للساقين.

ولقد وضح الباحث (كوريتون) ان وضع القدمين يجب ان يكون بحيث يتمكن من دفع الماء للخلف في حركته لاسفل ولاعلى. وعند الدفع باليدين والقدمين يكون ذراع مقاومة الرافعة هو كل الطرف بالنسبة لمحور الكتف او الفخذ.

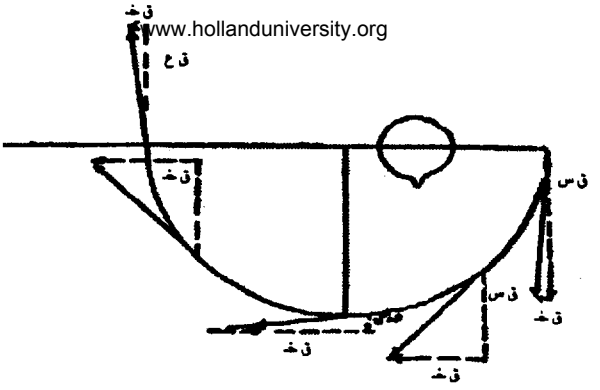
ويضيف الجزء النهائي من الرجل(القدم) رافعة قصيرة اخرى عندما يعمل مفصل القدم. وبسبب إمكان وضع اليد في شكل يسمح بدفعها للخلف مباشرة ينتج عنه دفع الجسم بواسطة اليدين اكثر من القدمين.

وعند تحليل (كربوفتش) للقوى الدافعة للجسم في سباحة الزحف وجد ان السباحين المتازين يحصلون على ٧٠٪من حركتهم بواسطة الذراعين، و٣٠٪ من الرجلين، ووجد ان السباحة ذوي المستوى المنخفض يحصلون على ٧٧٪ من حركتهم للأمام بواسطة الذراعين.

وتضرب مثالا لذلك بسباحة الزحف على البطن، فعندما تبدأ اليد في حركة الشد بقوة عند سطح الماء. واستمرت في هذا الاتجاه حتى تصل بجوار الجسم، فإن القوة الناتجة منها لاسفل خلال الجزء الاول من الحركة، يعمل على رفع الجزء العلوي من الجسم، بينما لو حدث ذلك نهاية حركة اليد فإن دفعها يكون لأعلى، ويسبب خفض الجسم لاسفل، وحيث ان هذا الدفع يؤدي في منطقة بجوار مركز ثقل الجسم فإنه سوف يعمل على غرقه. ونتيجة لذلك تؤدي حركات في الجسم لاسفل ولأعلى تزيد من مقاومة الماء. وإضاعة الطاقة، ويبين (شكل ٨٧) معاملات القوة المبذولة في نقط مختفة على طول قوس حركة الذراع.وبما ان مركز هذا القوس (الكتف) في سباحة الزحف على البطن يتحرك للأمام عندما تتحرك اليد للخلف فإن مسار هذه القوى يكون تبعا لذلك اعمق مما هو موجود في الرسم التوضيحي السابق، (شكل ٨٨) يبين ذلك.

وإذا ما حدث مسار القوس أثناء عملية الشد، ان قطعت اصابع اليد الماء لمسافة قليلة، قبل ان يكتمل امتداد الذراع للامام في عملية دخول الماء،فإنه بإكتمال امتدادها استعدا د لعمليةالشد، تكون اليد قد وصلت اسفل سطح الماء ببضع بوصات مما يؤدي الى رفع الجسم لأعلى.وعند ثني المرفق لأداء عملية الدفع بعد مرور الذراع اسفل الجسم ورفع اليد لاعلى بجوار مركز ثقل الجسم، تخرج القوة التي تغرق الجسم وتدفعه لأسفل.

www.hollanduniversity.org



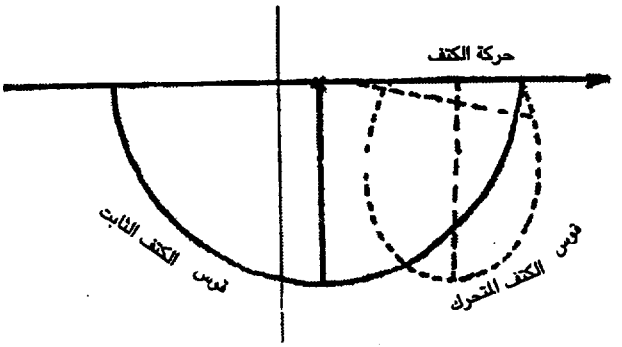
شكل (٨٧)

مركبات القوى المتعادلة والمطبقة في نقط مختلفة على سمار قوس حركة الشد.

ق س = القوة لأسفل

ق خ = القوة للخلف

ق ع = القوة لأعلى



شكل (٨٨)

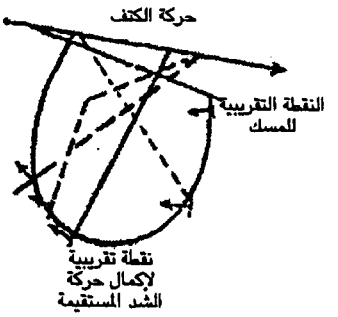
قوس تقريبي ناتج من تحرك الكتف للأمام

والقوس الآخر ناتج من حركة الذراع حول كتف ثابت.

www.hollanduniversity.org

وإذا ما اعتبرنا ان الذراع واليد تكون زاوية واحدة مستقيمة، فيمكننا القول بأنها تنتج احسن قوة لها عند بداية حركتها في نقطة حوالي ٤٥° اسفل امام كتفها، وتستمر كفاءتها حتى تصل الى نقطة ٤٥° اسفل خلفه.

وبالاضافة الى ذلك فإن ثني المرفق يمكن من وضع اليد في شكل يساعده على بذل وتطبيق قوتها للخلف بكفاءة قبل ان تصل الى زاوية ٤٥° 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 نتجت من نفس الحركة، ويجب ان تكونا متعادلتين في المقدار. وان تكون القوة الايجابيةمطبقةفي زاوية في منتصف المسافة بين الاتجاه الذي تواجهه راحة اليد والاتجاه الذي يسير فيه مماس القوس.

وليست حركة الذراع ذات تأثير كبير في زيادة قوتها للخلف بعد مرورها من وضعها العمودي على الكتف، ولكن انثناء مرفقها يعمل على الاحتفاظ براحة يدها مواجهة للخلف وبناء على ذلك يجب ان يؤدي الشد بالذراع وهو مستقيم. إبتداء من نقطة اسفل مفصل الكتف. ثم بعد تلك النقطة يثنى المرفق ليحدد وقضع 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

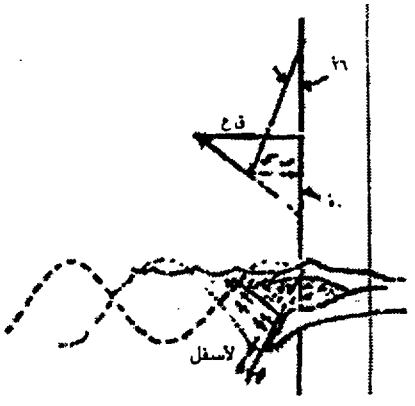
www.hollanduniversity.org

انحراف مسار قوس الحركة لاعلى ويؤدي الى انحراف الجسم عن مساره، بالإضافة الى تحريك الكتف للامام، مما يصعب عملية اخراج المرفق من الماء. واعادة الذراعين الى مسافة بعيدة خلف الرأس في السباحة الأولية على الظهر، يعمل على زيادة المسافة التي سوف تطبق فيها القوة.

والجزء الاول من حركة الذراعين سوف يفقد في تحريك الجسم ناحية اليمين او اليسار. واذا ما كانت تلك القوى متساوية. بانها لن تؤثر في تحريك الجسم للامام ولكنها ستفقد في عمل غير فعال. والجزء الأخير من حركة الذراعين في تلك الطريقة يشكل حركة تقريب للذراعين اتجاه الجسم وتدفع الماء للخلف عندما تقترب منه وعلى ذلك فهي تساعد في تحريك الجسم للامام. لذا يجب ان يكون مسار قوس حركة الذراعين في السباحة الأولية على الظهر مبتدئاً من زاوية ٤٥° فوق الكتف تقريبا حتى يصل بجوار الجسم.

وحركة الرجلين لاسفل في سباحة لزحف على البطن يمكن ان تنتج قوة للخلف بواسطة القدم الممتدة في نهايتها كنتيجة لحركة الانثناء في مفصل الفخذ. ويثنى مفصل الركبة قليلاً يؤدي الى وضع القدم في نقطة تمكنها من إعطاء قوة مباشرة للخلف.

وحركة الرلجين لاعلى تعطى القدم قوة للخلف نتيجة لامتداد مفصل الركبتين والقدم. وحيث ان بذل القوة للخلف بواسطة الرجلين يعتمد على وضع القدم، إذن مرونة مفصل القدم ضرورة اساسية للنجاح في سباحة الزحف (شكل ٩٠).



(شكل ٩٠)

القيمة النسبية الناتجة من حركات الرجلين لاسفل ولاعلى

www.hollanduniversity.org

ض ع = قوةحركة الرجل لاعلى وتؤثر في دفع الجسم للأمام.

ض س = قوة حركة الرجل لاسفل وتؤثر ايضاً في دفع الجسم للأمام.

وضربات الرجلين التي تتسع اكثر من ع مق الجسم (من الظهر حتى الصدر، من ١٥:٢٠ بوصة تقريباً) تعمل على زيادة المقاومة حيث انها تزيد من مركبة القوة الامامية الناتجة من حركة الفخذ لاسفل 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 ايضا يبدأ حركته بعملية إنثناء في مفصل الركبة وبالتالي تقع على كليهما مركبة مقاومة في الجزء الاول من الحركة. وفي كليهما ايضا تعتبر حركة مفصل القدم ذات اهمية كبرى. وحركة المرجحة 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 ايضا.

وفي سباحة الفراشة والصدر بالحركة الضفدعيةللرجلين، يؤدي دفع الماء للخلف بواسطة الجزء الأمامي من الساقين،ويؤدي نعلي القدمين عملهما إذا كان مفصليهما ذو مرونة تمكنهما من الدفع للخلف مباشرة، الى ان تلك المرونة تعمل على توفير مساحة سطح كبير لنعلي القدمين يمكن بواسطتهما بذل قوة كبيرة. الى جانب ان القوة النهائية لحركة الرجلين في هذه الطريقة تنتج من عملية ضم الرجلين بقوة.ومن الاهمية ان تؤدي حركة الرجوع في الطريقة الضفدعية للرجلين ببطئ حيث ان الفخذين اثناءها تخرج قوة للامام تعمل على إيقاف كمية حركة الجسم. ويجب بذل قوة كبيرة في الحركة الفعالة للخلف ثم مد مفصلي القدمين اثناء الجزء الأول من عملية الاعادة حتى تقلل مساحة سطح المقاومة خلالها. حيث ان ثني مفصل القدمين (تقريب القدم من الساق) يضع مشطيهما في الماء في اتجاه حركة الجسم. عندئذ يعمل ذلك على اعاقة تقدمه. ويؤدي ثني مفصلي القدمين في نهاية عملية الاعادة حتى يتمكنامن توسع سطح الدفع ويؤديا عملية الدفع بكفاءة. وحيث ان المقاومة تزداد تبعا لمربع سرعة حركات المقاومة، وكذلك تقدم السباح يتوقف على مقاومة الماء لحركته. فلا بد إذن ان تؤدي الحركات الفعالة من اجزاء الجسم المعنية بذلك وهي متخذة 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 ببطئ لتقليل المقاومة كما ذكر من قبل.

www.hollanduniversity.org

والحركات في عكس إتجاه 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 زحلقة الجسم يعتبر امرا بالغ التأثير. وبناء على هذا فإن اداء ضربات الذراعين باستمرار دون وجود فترةبين كل ذراع والآخر لن تساعد السباح في الاستفادة من الفترات القصيرة الموجودة بين حركة كل ذراع والآخر للاسترخاء. وكمية حركة كل ذراع والآخر للاسترخاء.وكمية حركةكل ضربة تعمل على تحريك الجسم لمسافة معينة. وبذلك اذا طالت فترة الانزلاق حتى الضربة التالية فإن كمية حركة الضربة الأولى سوف تزول 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)لتقليل الاحتكاك.

٣ – تؤدي الحركات الفعالة على اتجاه التقدم بسرعة.

٤ – تؤدي الحركات الرجوعية في اتجاه تقدم الجسم ببطئ.

٥ – الاستفادة من كمية الحركة والدفع المائي من اسفل الى اعلى باستخدام الذراعين والرجلين.

وفي الختام يمكن ان نلخص ما تقدم من قوانين واسس للسباحة بما يلي:

١ – قانون الطفو:

يعرف العطار وحلمي (١٩٨٠) الطفو بانه بقاء الجسم كليا اوجزئيا فوق سطح الماء ويعتمد هذا على كتلة الجسم الطافي وبالاستناد الى نظرية ارخميدس للطفو (العياش ١٩٨٥) فأن الدفع للاعلى على كل جزء من الاجسام المغمورة يكون معادلا لوزن السائل المزاح. ولهذا فانه كلماكبر جسم الماء المزاح كلما كبر الدفع من الاسفل باتجاه الجسم وللاعلى وكلما كان وزن الجسم اقل بالنسبة لوزن السائل المزاح من حجمه فأن القدرة على الطفو على هذا السائل تكون اكبر.

www.hollanduniversity.org

ان كثافة جسم الانسان تتراوح بين (٠ر٧-٠ر٩) 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 العميقة بسبب زيادة وزنهم (شلش ١٩٨٨).

٢ - قوى الدفع

ان تحريك الجسم ورفعه للامام تتحمله الذراعين والرجلين في حركتهما ضد الماء. حيث تقوم المجاميع العضلية العاملة على الذراعين والرجلين والورك وتعمل تلك العضلات على الانقباض محدثة شدا متساويا في كل منها لهذا فالحركة سببها العمل العضلي للمجاميع العضلية. وتكون القوة الدافعة كبيرة عندما يعطي السباح شدا 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 القوى الدافعة والمستخدمة من قبل السباح تتعاكس مع اتجاههم حركة جسم السباح. فالدفع الخلفي مثلا يدفع الجسم للامام والضغط للاسفل برفع الجسم للاعلى والضغط للجانب الايمن بدفع الجسم للجانب الايسر وهكذا.

٣ - قانون القصور الذاتي:

ان الجسم في حالة الحركة او السكون ونبقى على حالته ما لم نؤثر عليه قوى تسبب تغييراً في حركته او سكونه ان هذا القانون يؤثر على حركة الذراعين عن الحركة المستمرة وعند تقطع الحركة.

٤ - قانون زيادة السرعة:

ان السرعة الكبيرة للذراع يحدث سرعة انتقالية كبيرة للجسم ككل.

ان هذه السرعة لكي تكون فاعلة فأن مسألة توجهها مباشرة ضد مقاومة الوسط المائي لكي لا يحدث امام السباح مساحة (خلخلة) حيث لا يستطيع الذراع والكف من مواجهة المقاومة المائية لكي يستند عليها وتدفعها. فالجسم المتحرك سريعاً في الماء يترك مسافة ضغط واطيء مباشرة خلفه وهذه نخلق تقاطع وتحيل الى سحب الجسم خلفه.

www.hollanduniversity.org

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 وتتعاكس في الاتجاه.

٦ – قانون العضلات:

كما هو معلوم ان العتلة تتوازن عندما تكون قيمة القوة × ذراعها مساوية لقيمة المقاومة × ذراعها ان القوة العضلية للذراع محددةفي العضلة الصدرية او الظهرية في الجذع والمقاومة هي نقطة اتصال اليد بالماء لهذه فأن العضلة هنا تكون ذراع القوة فيها قصيرة مما يسمح في خدمة سرعة حركة الذراعين للسباح.

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 واعاقة 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 لاي فعالية رياضية يقوم باخطاء متشابهة مع اخطاء المبتدئين والآخرين عند بداية تعلمه لتلك المهارة وسنحاول هنا اعطاء نموذج للتحليل الحركي لاحدى الاخطاء المألوفة في سباحة الزحف يقوم بها المبتدئين عند ادائهم حركة الرفس المتصلبة بالقدمين. ونقوم هنا في تناول هذه الحالة النموذج وذلك من اجل اعطاء مثال عن كيفية التحليل الحركي لغرض استخدامه كأساس في وضع المقترحات البنائية عند تدريب او تدريس هذه المهارج من قبل المختصين في مجال التربية الرياضية وتحليلنا هنا سنتناول شرح لاعطاء فكرة عن هذا الخطأ الشائع ثم نتناول تحليلها بشكل موجز.

في الرفسة المتذبذبة والمتشنجة تكون الحركة مجرد تبادل للانقباض والانبساط لجميع الطرف السفلي مع كون الحركة محددة بمفصل الورك بدلا من انتقالها خلال الفخذ الى مفصل الركبة ثم

www.hollanduniversity.org
خلال الساق الى الكاحل والقدم. مفاصل الركبة تكون محدودة تماما خلال الرفسة والقدمان والكاحلان ترفع في وضع ثابت للعضلات القابضة لاخمص الرجل. والسباح الذي يألف هذا الخطأ يجد نفسه لكي يقطع المسافات عليه ان يرفس الرجل لعدة مرات او اكثر من السباح الذي يرفس بشكل صحيح وهذه تنتج حتماً رفسة ضعيفة. والرفسة المتذبذبة الصلابة اقل جودة واقتصادية من الرفسة الصحيحة في كونها تتميز بما يلي:

١ - غياب الثني في مفصلي الركبةوالكاحل.

٢ - غياب النهدئة والراحة في نهاية الرفس للاسفل(بداية الرفس- للأعلى) .

٣ - غياب الفعل المشابهة لعمل (ذيل السمكة) لوجه القدم ضد الماء.

ان التحليل الميكانيكي لهذا الخطأ الشائع لحركة الرفس يتناول دراسة المدلولات الميكانيكية ذات العلاقة بخدمة الواجب الحركة في نوعيتها واقتصاديتها.

ان قسم الدفع للقوة والذي يعتبر مسؤولا 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 (نعل 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 (نعل القدم) تكون ممكنة فقط في حالة واحدة وهي عندما تمتد الركبة قليلاً من مفصلها ففي الرفسة المتصلبة فان الركبة ممدودا 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 « الفخذ والساق والقدم» الا انه في الرفسة المتصلبة فأن كل طرف يعمل لعتلة طويلة لوحده مع امتداد ذراع القوة من المنشأ البعيد للعضلات القابضة والباسطة للورك الى المحور في مفصل الحوض.

اما ذراع المقاومة فانه يتكون من الطول الكلي للعتلة من وجه القدم او اسفل القدم الى او اسفل القدم الى اسفل القدم الى مفصل الورك. القوى التي يعمل على هذه العتلة تأتي من العضلات العاملة على مفصل الورك. وعضلات الركبة والقدم لانساهم في خدمة حركة العتلة الا انه عندما يستخدم الطرف كعتاب متسلسلة فان ذلك سيضيف قوة اضافية للعتلة.

www.hollanduniversity.org

ان القصور الذاتي يجب التغلب عليه مع كل اتجاه عكسي في الرفس وما دام في الرفس المتذبذب 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 وتستحمل حملا فوق الحدود التي تستطيع ان تتحملها اذن عليها ان عمل بحمل زائد وسرعة اعلى لمواجهة المتطلبات عليها بواسطة التغيرات المستمرة في الاتجاه والمقاومة الزائدة للماء التي سببها السرعة في الاداء والحركة وبشكل اعيتادي فان الضربة او الجذفة- للاعلى ميزة او فائدة اكثر من الضربة او الجذفة للاسفل وذلك لان الضربة عندما تؤدي بشكل سليم فان اسفل القدم(نعل القدم) يكون في وضع افضل للدفع الخلفي ضد الماء من وجه القدم في الضربة للاسفل. وفي الرفسة المتصلبة هذه الفائدة مفقودة.

www.hollanduniversity.org

الفصل الثاني
التحليل الحركي لرفع الاثقال

- تحليل الحركي في رفع الاثقال
- رفعة الصدر والقفز للاعلى
- رفعة الخطف
- التحليل المثال النموذجي لرفعات لثقل
- الأسس والقوانين الميكانيكية في رفع الاثقال

www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي في رفع الاثقال:

ان تحديد خط سير مركز ثقل الرباع عند رفع الثقل مع قيمة التعجيل والسرعة اللحظية في اجزاء الجسم المختلفة تساعد وتعني المدرب الرياضي وكافة المختصين في مجال رفع الاثقال على استغلال القوى العضلية بافضل شكل ميكانيكي مع الحصول على القدرة في مجال المقارنة بين الاداء المثالي النموذجي للرفعة مع حالة لرفع الثقل. فالأسس والقوانين البايوميكانيكية ضرورية جداً في مسألة التعامل معها عند اداء الرياضي المهارة الخطف او النتر على سبيل المثال حيث ان ذلك يساعد على تحديد نقاط القوة والضعف في الاداء الحركي.

ولقد حددت بعض الأسس والعوامل(عبدي ١٩٨٢) في تحديد مفهوم التكنيك المثالي كالآتي:

١ – معرفة وتحديد خط سير الحركة ثقل الجسم للرباع عند ادائه الرفعة ومدى تأثير القوى الخارجية عليه.

٢ – معرفة وتحديد خط السير والرفعة والذي يحدد بموجبه خط سير مركز الثقل المزدوج او المركب الناتج عن خطي سير الثقل المزدوج او المركب الناتج عن خطي سير الثقل وجسم الرباع.

وسنقوم هنا بتناول التحليل الحركي للرفعات الكلاسيكية المعروفة وهي الخطف والرفع الى الصدر والنتر.

القوانين والمدلولات الميكانيكية المؤثرة على رفع الاثقال:

كما هو معلوم ان هنالك قوانين ومدلولات ميكانيكية تتحكم في الحركات الرياضية وتتحدد تلك القوانين والمدلولات طبقاً لانواع الحركات الرياضية التي تؤدي، وحيث ان هدف رفع الاثقال يرتكز على رفع وزن ممكن لثقل باستخدام القوة الداخلية (العضلات) من اجل الحصول على تعجيل ضد الضرب الارضي مع المحاولة للمحافظة على مركز الثقل ضمن حدود قاعدة الارتكاز خلال عملية الرفعة. اذن اصبح من الواضح لنا ان عملية احداث التوازن كامل في نجاح الرباع بالتغلب 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 الرفعة الكاملة الذي يتكون من مركز مركب لوزن الرباع ووزن الحديد مؤشراً باتجاه قاعدة الارتكاز القدمين.

www.hollanduniversity.org

ان المسار الحركي لمركز ثقل الحديد يأخذ شكلاً يشبه الحرف (S) بالانكليزية وان التعجيل للرفعة يمكن الحصول عليه من خلال العلاقة التالية وهي كالآتي:

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

من خلال العلاقة اعلاه يمكن ان نقول ان السرعة النهائية للثقل تكون كبيرة عندما يكون وزن الثقل المرفوع قليلاً. فالثقل يحصل على سرعاته ومعدل تغيير تلك السرعات نتيجة لرفعة قوة يعطيها الرباع بعضلات جسمه تكسب لثقل تلك السرعة المعنية، وقوة الدفع العالية تولد سرعة كبيرة مع زمن قليل لاتمام الحركة طيران الثقل للاعلى. وكما هو الحال في معظم الحركات الرياضية فان الطاقة الكامنة تعمل عملها في مساعدة الرباع على ضمان ثبات الجسم. فالطاقة الكامنة يعطيها الرباع لمواجهة قوة الجذب الارضي عند رفع الثقل للاعلى.

بعد انهاء العمل العضلي وتأثيراته على الرفعة بعد ان تكون رفعة القوة للاعلى تبدأ عملية الحساب الكينماتيكي للتعجيل والتي نوهنا عن كيفية حساب علاقتها وكذلك للسرعة التي يمكن حسابها عن طريق حساب المسافة التي يرتفع بموجبها الثقل للاعلى والى اقصى نقطة مع الزمن الذي استغرقته تلك المسافة في حركة الثقل. وبقسمة تلك المسافة للاعلى على الزمن المستغرق في ذلك يمكن استحصال قيمة السرعة لمركز 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 تنقل من مفاصل الجسم الى عمود الثقل. وان هذه القوة تسلط على وسط العمود مما يؤدي الى أن يأخذ العمود وضعاً مطاطياً وهذا ما نلاحظه بوضوح عند رفع الثقل ذو الوزن الكبير حيث يصبح العمود محنياً قليلاً من وسطه ان هذا يساعد على ظهور قوى مضافة ومساعدة في ايصال 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 لان القوة لوحدها غير كافية في تحقيق الانجاز العالي بل يجب الاعتماد على السرعة العالية التي تمكن الرباع من استخدام قوةمعينة للتغلب وصرع الحديد.

www.hollanduniversity.org

ان هذا ميكانيكياً يعني ان القدرة هي الاساس وليس القوة في مفهوم التكنيك الصحيح في العامل الحركي وذلك طبقاً للعلاقات الجبرية في المدلولات الميكانيكية والتي هي:

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

وبما ان الشغل = القوة × المسافة

وحيث ان $\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

لذلك يمكن اعادة صياغة المعادلات اعلاه وفقاً للتالي:

$$\text{القدرة} = \text{القوة} \times \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$ أو القوة × السرعة

من المفهوم اعلاه فأن 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 هنالك رباع يفوقه بقوته رباع آخر الا انه لا يحقق انجازاً افضل والسبب في ذلك هو كون الرباع المتفوق في القوة لا يستخدم تلك القوة وبسرعة متميزة بل بسرعة اعتيادية.

والآن نأخذ المثال التالي للاستزادة من المعلومات المتعلقة باهمية القوة والقدرة في مجال الرياضي. رباعان استخدما قوتين مختلفتين الاول استخدم قوة (١٠٠) نيوتن والثاني (٨٠) نيوتن وكانت السرعة لكليهما متساوية ومقدارها (٣م/ثا) المطلوب ما يلي:

١ - ما هي قيمة القدرة لكل منها.

٢ - ماهي قيمة القدرة لكل منهما اذا ما اصبحت سرعة الرباع الثاني (٤م/ثا).

٣ - ماذا حدث بالنسبة للحالة الاولى وماذا حدث بالنسبة للحالة الثانية.

القدرة = القوة × السرعة

www.hollanduniversity.org

* - القدرة للرباع الأول = ١٠٠ × ٣ = ٣٠٠ واط

القدرة للرباع الثاني = ٨٠ × ٤ = ٣٢٠ واط

* - القدرة للرباع الأول = ١٠٠ × ٣ = ٣٠٠ واط

القدرة للرباع الثاني = ٨٠ × ٤ = ٣٢٠ واط

ومن اعلاه يمكن ان نلاحظ ان الزيادة في السرعة ولدت تفوقاً للرباع الثاني بسبب زيادة السرعة من بقاء قوته اقل من قوة الرباع الاول.

ومع ذلك فأن عبد الحليم وآخرون (١٩٧٧) يقول بأن الاداء الذي يتطلب القدرةويتم ضد مقاومة كبيرةيعتمد على القوة اكثر من الاداء الذي يتم ضد مقاومة خفيفة والذي يعتمد على السرعة بشكل اكبر. ومن اجل تناسب الاداء مع هذه المدلولات الميكانيكية يجب استغلال طريقة التعجيل بشكل كامل وبقوة قصوى وصول الجسم الى حالة الاستقامة الكاملة.

الرفع الى الصدر والنتر للاعلى Clean & Jerk

ان هذه المهارة في رفع الاثقال تؤدي لحركتين تكمل احداهما الأخرى.والحركة الاولى هي الرفع لصدر (Clean) والحركة الثانية هي النتر للاعلى(Jerk) ان كلا الحركتين تكونان المهارة المعروفة في رفع الاثقال والتي يطلق عليها(رفعة النتر).و سنتناول التحليل هنا وفقاً لمراحل وهي كالآتي:

المرحلةالتحضيرية:

ان عرض القدمين بعرض الورك متوازيتان. الامشاط متجهة قليلاً للخارج الجسم مثني قليلاً مع وضع اليدين بقبضتيهما القوية على عمود الثقل على ان تكون المسافة بين اليدين بعرض الكتفين.

ان الخط العمودي الوهمي النازل من عمود الثقل على الأرض يكون على مفصل المشط وزاوية الكاحل تكون (٧٠°-٨٠°) وزاوية المركبة (٩٠°) ولزاوية (٥٥°-٦٠°) الكتفان تكونان للامام قليلاً من عمود الثقل، والظهر متقوس قليلاً مع شد عضلي كبير به.

www.hollanduniversity.org

المرحلة الرئيسية:

تبدأ حركة الثقل بالانتقال من الأرض للاعلى بعد حركة بسيطة وسريعة في الحوض وعند هذه الحركة يمكن ملاحظة الانطواء لعمود الثقل الذي نوهنا عنه في البداية. ان المجاميع العضلية في الرجلين لا يعملان 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 الكبرى تكون في مفصل الركبة واصغرها في مفصل الدم. واحسن زاوية مثالية للحصول على رفعة مد قوية خلال السحب العالي في زاوية الركبة هي (٩٠أ-١٢٠أ) عند لحظة كسر اتصال الثقل مع الارض وتصل الى (١٦٠أ-١٧٠أ) عند وصول الثقل الى المستوى المستعرض لمفصل الركبة. اما زاوية مفصل الورك فانها ثابتة وتصل الى (١٠٠أ-١٧٠أ) عند وصول الثقل الى المستوى المستعرض لمفصل الركبة. اما زاوية مفصل الورك فانها ثابتة وتصل الى (١٩٠أ-١١٠أ).

وفي اللحظة التي تسبق دفع الركبتين تحت عمود الثقل فأن الخط الأفقي لمركز ثقل الرفعة الكلية(الثقل والجسم) يكون امام مفصل الركبة. وعند لحظة دوران مفصل الركبة فأن العضلات القابضة والمادة في الساقين تقللان من الدوران السريع للحصول على وضع متوازن وثابت.

والسحب يتم بعد ذلك ويمر بمرحلتين الأولى يتم عندما ترفع الركبة تحت عمود الثقل حيث تتغير زاوية محور القوة لصالح عضلات المد. وقبل ان يصل الجذع الى مرحلة السحب الثنائية يأخذ وضعاً يتميز باستقامة الظهر والذراعين مع انثناء قليل للخلف في منطقة الرأس مع الارتكاز الكامل للجسم على القدمين وعمود الثقل فوق مفصل الركبة ثم يقوم الرباع بعملية مد كاملة وسريعة لجميع مفاصل الجسم الكبيرة ثم ترفع الكتفين للاعلى مع ثني قليل عند المرفقين.

ان الثقل يتحرك باستقامة للاعلى حتى يصل الى نقطة الدوران العليا لخط سيره. والحركة الافقية لمركز ثقل الحديد والجسم تكون مترابطة من اجل الحصول على خط سير ثابت للرفعة وتجنب حالة او وضع عدم الاتزان.

ان السرعة تبلغ اقصاها للثقل بعد نهاية رفعة القوة والعليا والتي يصل بموجبها الثقل الى مستوى حزام الرباع. ان المد القليل والغير كامل لجسم الرباع بعد حركة السحب ضروري كما

www.hollanduniversity.org

وان الجسم كاملاً بعد انتهاء التعجيل لا يعطي اي فائدة ميكانيكية لخدمة واجب كمال الحركة. كما وان على الربع ان يبقى ملاصقاً لجهاز رفع الاثقال ولفترة طويلة بدلاً من تركه بسرعة لكي ينتقل الى الحركة التالية وهي فتح الرجلين او ثنيهما.

المرحلة النهائية :

ان الرباع يعمل على ان يدفع مرفقيه للامام حتى يأخذ وضعاً افقياً ويعمل 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 للاسفل ويتحكم بذلك من خلال تحديد اللحظة المناسبة عند وصوله للوضع النهائي الذي يتميز بثني وفتح المرحلة تجنباً لسقوط الثقل الحر.

في اللحظة الاخيرة وعندما يكون التحميل كاملاً على القدمين فأن اتجاه القدمين يكون للخارج بزاوية(٢٥ْ) ويلامس القسم الخلفي من الفخذ كافة الساق والقدمين بعرض الكتف والساق منثنية بزاوية (٤٠ْ-٥٠ْ) مع الارض والجذع مثني قليلاً كذلك الا ان زاوية ثنيه (١٠ْ-١٥ْ).

رفع الخطف باليدين Snatch

يمكن ان تقسم هذه الرفعة الى ثلاث مراحل بغرض تنظيم اكثر لعملية التحليل والمراحل الثلاث هي:

١ - المرحلة التحضيرية: القدمان مفتوحان بعرض الحوض مع تأشير المشطين قليلاً للخارج وكذلك الركبتين. وزاوية الركبة تكون (٧٢ْ). أما الورك فأنه يكون في وضع اعلى قليلاً من مستوى الركبتين.والجذع مائلاً قليلاً وزاوية ميله تكون للامام بمقدار (٥٥ْ) مع طبلة الرفع مركز ثقل الجسم يقع ضمن قاعدة الارتكاز. أما الكتفان فيكونان عموديين على البار.

٢ - المرحلة الرئيسية: تبدأ هذه المرحلة بحركة ديناميكية قوية حيث يشد الرباع عضلات رجلية وجذعه لغرض انتزاع الثقل من خشب الرفع في هذا الوضع تكون زاوية الركبة (١٠٩ْ) والجذع مائلاً قليلاً للامام بنفس الزاوية في المرحلة التحضيرية والبالغة (٥٥) والكتفين عموديان على العمود الذي يكون قريباً للساق، والزمن المستغرق من نهاية المرحلة

www.hollanduniversity.org
التحضيرية حتى تحريك الثقل وكسر اتصاله مع خشبة الرفعة (١٢ر٪) من الثانية) من الوقت الكلي المستغرق في أداء الرفعة كاملاً.

ثم تبدأ السحبة الأولى للثقل بعد انتزاعه مباشرة من الخشبة حتى وصول مفصلي الركبتين والقدمين الى اقصى 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 الى مستوى أعلى قليلاً من مستوى الركبتين. وزاوية مفصل الركبةتصل الى (١٣٠°) ويكون الزمن المستغرق لهذه السحبة (٤٤ر.٪) من الثانية من الوقت الكلي لرفعة.

وبعد انتهاء السحبة الأولى تبدأ السحبة الثانية من نهاية الوضع الاخير للسحبة الاولى حتى لحظة وصول عمود الثقل الى مستوى الثلث الاخير من عظمي الفخذين. والمصدر الرئيسي للقوة في هذه السحبة هي العضلات المادة للجذع .وتكون زاوية مفصلي الركبتين حوالي (١٥٤°)وتكون مفاصل الكتفين والمرفقين للامام قليلاً عن مستوى الخط العمودي الواقع على العمود.ان الوقت المستغرق لهذه السحبة يبلغ (٢٨ر.٪) من الثانية من الوقت الكلي الرفعة.

٣ – المرحلة النهائية:تستغرق هذه المرحلة (١٦ر٪) من الثانية من وقت الرفعة الكلي ويكون الخط العمودي المركب لمركز ثقل اللاعب والثقل في منتصف المسافة بين القدمين وجسم الرباع يكون منتصباً ثم يترك الثقل في هذا الوضع.

التحليل المثالي النموذجي لرفعات الثقل:

نحن نعلم ان لكل فعالية أو حركة اداء مثالي يختلف كلياً عن أي مستوى في الأداء أقل منه وهذا الأداء المثالي النموذجي يحدث مع مستويات الارقام العالية والدولية ذات الانجاز العالي وذلك لكون المتغيرات والقوانين الميكانيكية سخرت الى آخر ما يمكن في خدمة واجب الأداء الحركي في التغلب على قوة الجذب الأرضي للثقل. وسنقوم هنا بعرض نوع من انواع التحليل الحركي النموذجي المستخدم من قبل وديع ياسين (١٩٨١) والمأخوذ عن Helmar Hommel .

التحليل الحركي لرفعة الخطف:

لا بد من ملاحظة الخط البياني في الشكل (٩١) لدالة السرعة– الزمن والخط البياني للشكل (٩٢) لدالة القوة– الزمن والذي يوضح المسار الحركي لكل منهما من بداية الرفعة وحتى المرحلة

١ – تسجيل مقدار الدفع الذي يعادل مقدار الثقل ومقدار وزن الجسم خلال مرحلة الاحساس بالثقل حتى لحظة اخذه من الارض والتي هي موضحة بالاشكال المنوه عنها والمحددة من (ش) الى (ش١).

٢ – تبدأ قوة دفع الحديد للاعلى مع تزايدسرعة حركة الحديد في فترة زمنية مقدارها (٤ر.)ثا من (ش١) الى (ش٢) وان نصفها الاول يستغرق (٢ر.) ثا يكون فيها التركيز على تزايد السرعة لحركة الكتفين والوركين.

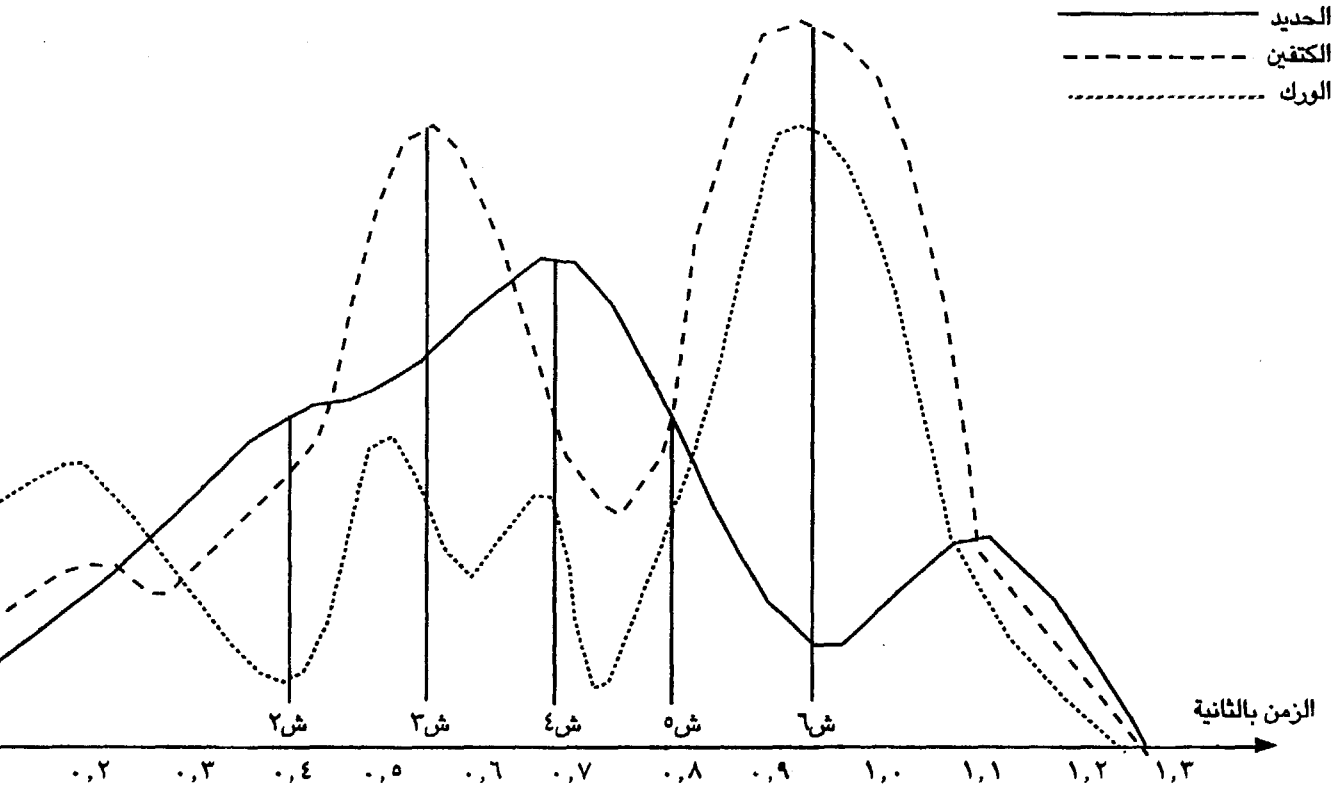
٣ – تنخفض قوة الدفع للاعلى عند تغيير وضع قبضة اليد وجعلها اسفل العمود الحديدي (البار) ثم تعود تلك القوة الى التزايد مع زيادة سرعة الكتفين والوركين في حين يسجل الحديد انخفاضاً في سرعته اذ يكون قد وصل في (ش٤) الى ارتفاع الوركين.

٤ – في (ش٦) تبدأ القوة الدافعة بالانخفاض بسبب ثني الركبتين.

٥ – وعند مد الركبتين في (ش٧) تبدأ قوة لدفع بالتزايد مع زيادة امتداد الرباع والتي تنتهي تلك القوة بما يعادل وزن الجسم مضافاً له وزن الثقل.

ومن اجل الزيادة في الايضاح فأن القارئ يمكن ملاحظة الشكل (٩٣) والمحدد فيه مسار ثقل الكتفين والوركين في رفعة الخطف والشكل (٩٤) للسلسلة الحركية للخطفة والمؤشر فيها الرموز والدالات الوا ردة في التحليل أعلاه.

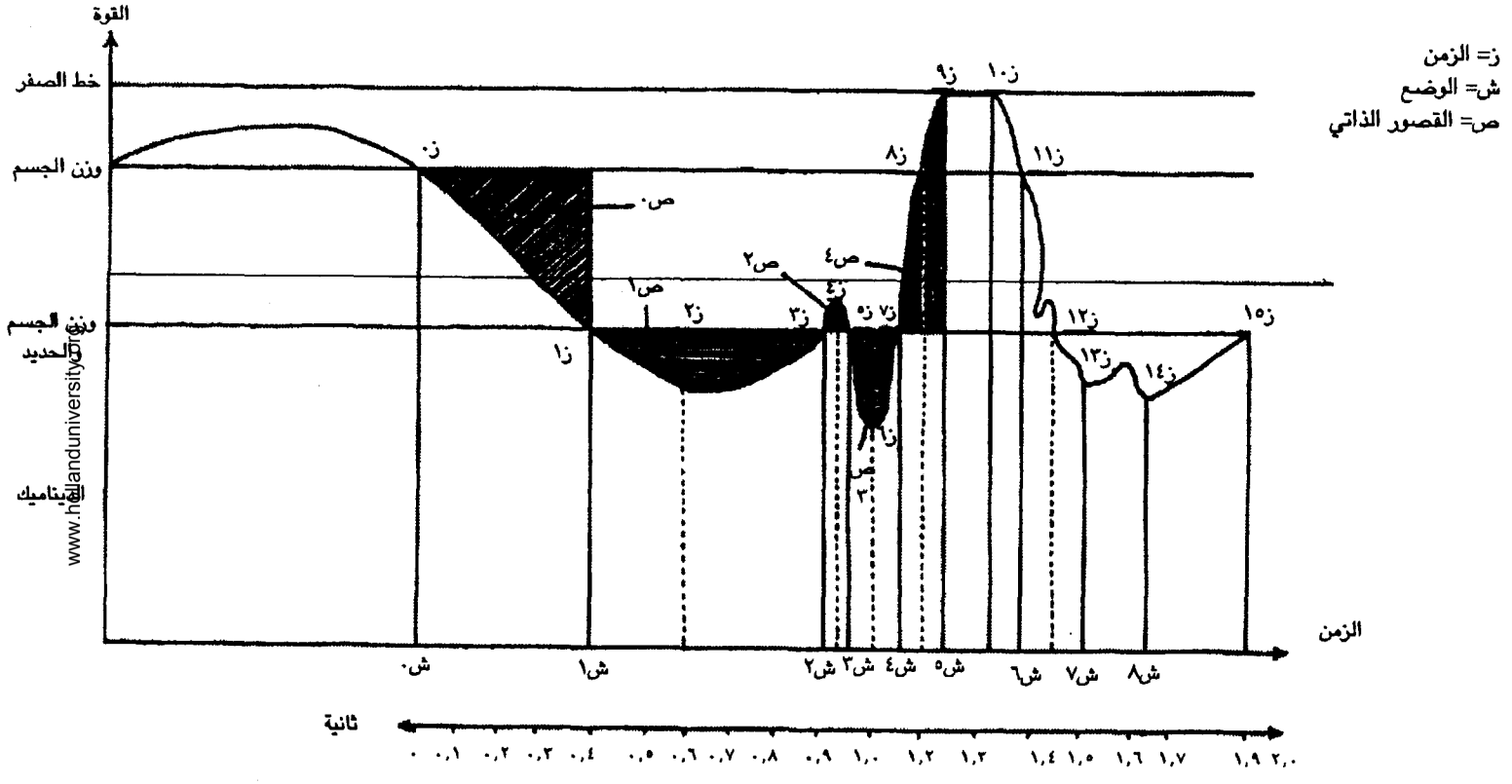
www.hollanduniversity.org



شكل (٩١)

الخط البياني لدالة السرعة – الزمن في رقعة الخطف

www.hollanduniversity.org



www.helwanuniversity.org

شكل (٩٢)

الخط البياني لدالة القوة – الزمن في رقعة الخطف

www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي لرفعة النتر:

تتضمن رفعة النتر مرحلتين في التحليل الحركي التالي، وسنتناول كل مرحلة على حدة.

المرحلة الأولى (الرفع للصدر):

يمكن أولاً الاطلاع على الشكل (٩٥) والذي يوضح فيه الخط البياني لمسار الثقل والكتفين والوركين في حركة الرفعة للصدر وكذلك الاثقال شكل (٩٦) للخط البياني لدالة القوة- الزمن وشكل (٩٧) للخط البياني لدالة السرعة -الزمن والتي تمكن القارىء من ملاحظة التغيرات والمؤشرات ادناه لعملية رفع الثقل من الاسفل للاعلى:

١ - من (ش) الى (ش١) تتحدد قوة التوتر العضلي الذي يساوي مقدار الثقل الحديد والذي يمثل ثني الركبتين لامساك الحديد.

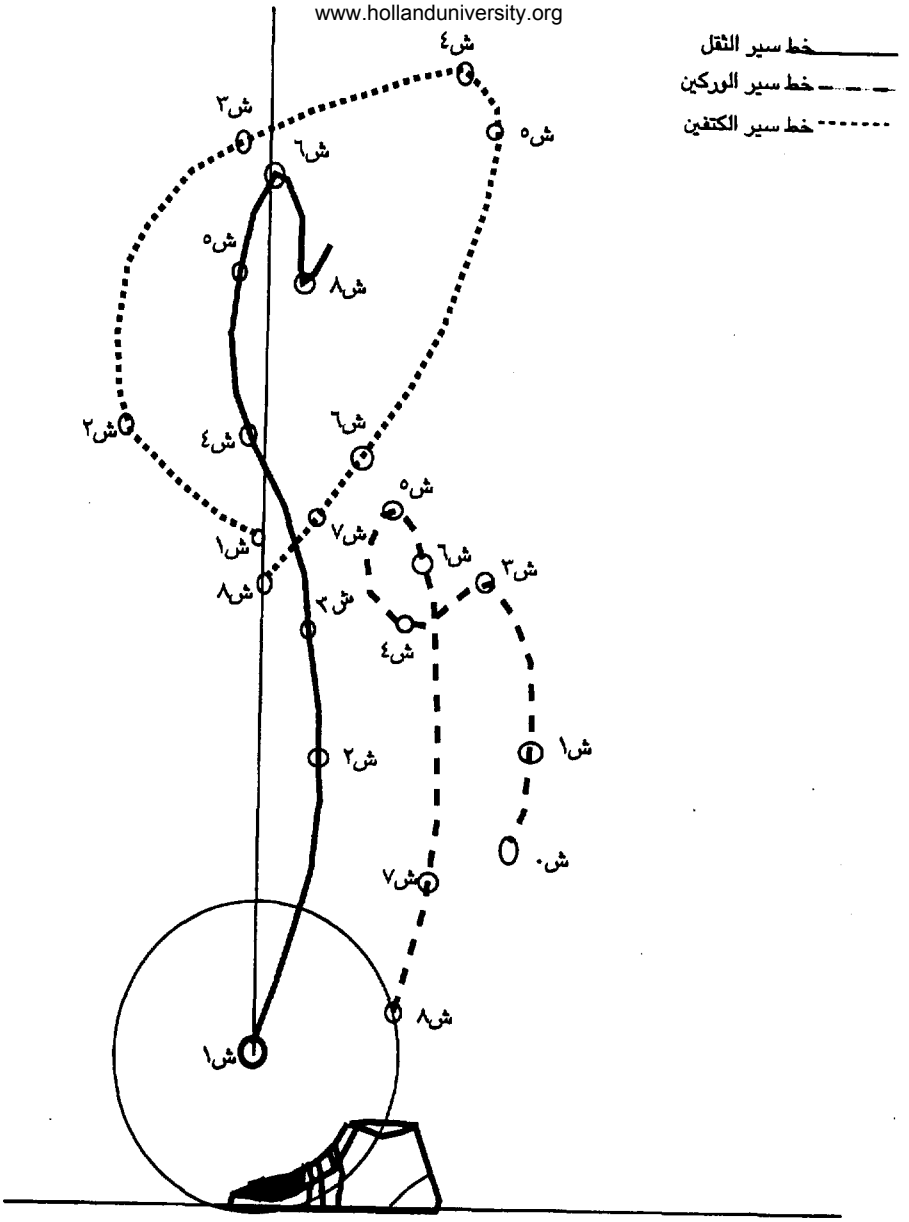
٢ - من (ش١) الى (ش٢) تبدأ حركة رفع الثقل بسرعة منتظمة حيث يمتد خلالها الوركان والكتفان وبعد (٢ر.) ثا تناقص سرعة مد الوركين والكتفين مع استمرار انتقال الثقل للاعلى حتى وصول الرباع الى (ش٢) التي تمثل منتصف مسافة الرحلة الاولى في انتقال الثقل للاعلى ويكون فيها الشد وصل الى اقصاه.

٣ - (ص١) في الشكل (٩٦) تمثل المساحة المظلة لمقدار 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 (١ر.) ثا المحصورة بين (ش٢-ش٣).

٤ - تبدأ سرعة الكتفين بالتناقص مع تسارع في سير الثقل وتنحصر قوة الرفع في العضلات المادة للذراعين والكتفين يبذلان خلالهما قوة مسجلة في الخط البياني من (ش٣) الى (ش٤) ثم تبدأ السرعة بالزيادة في الكتفين مرة أخرى من (ش٤) الى (ش٦) حتى وصول الثقل الكتفين ومع ذلك يمكن ان نلاحظ انخفاض في قوة الرفع الناشئة عن ثني الركبتين في (ش٤) و(ش٥) و(ش٦).

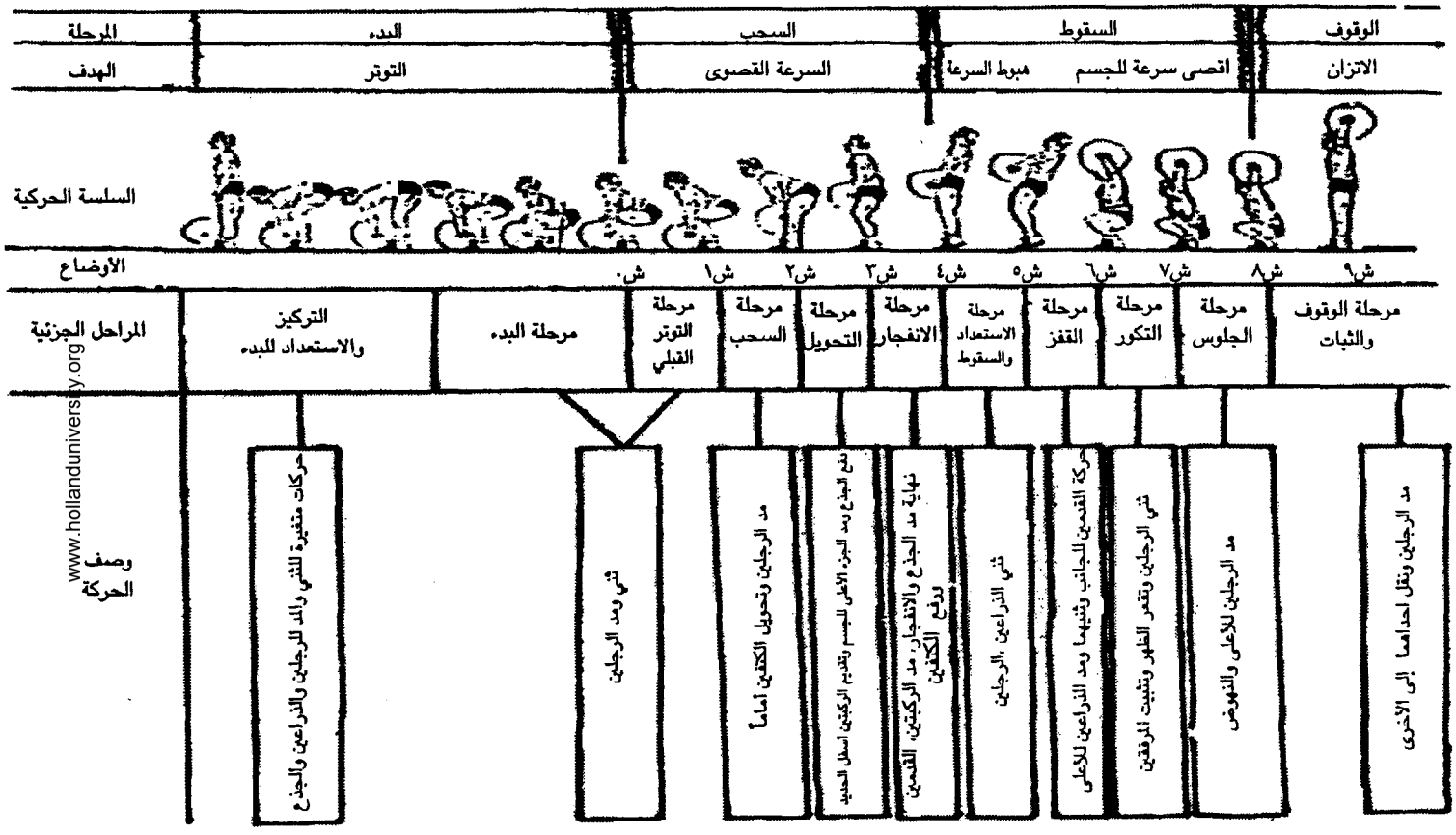
٥ - ومع امتداد الركبتين العلوي والوصول الى وضع الامتداد الكامل عن وجود الثقل على الكتفين تبدأ الزيادة في قوة الدفع.

www.hollanduniversity.org



شكل (٩٣)

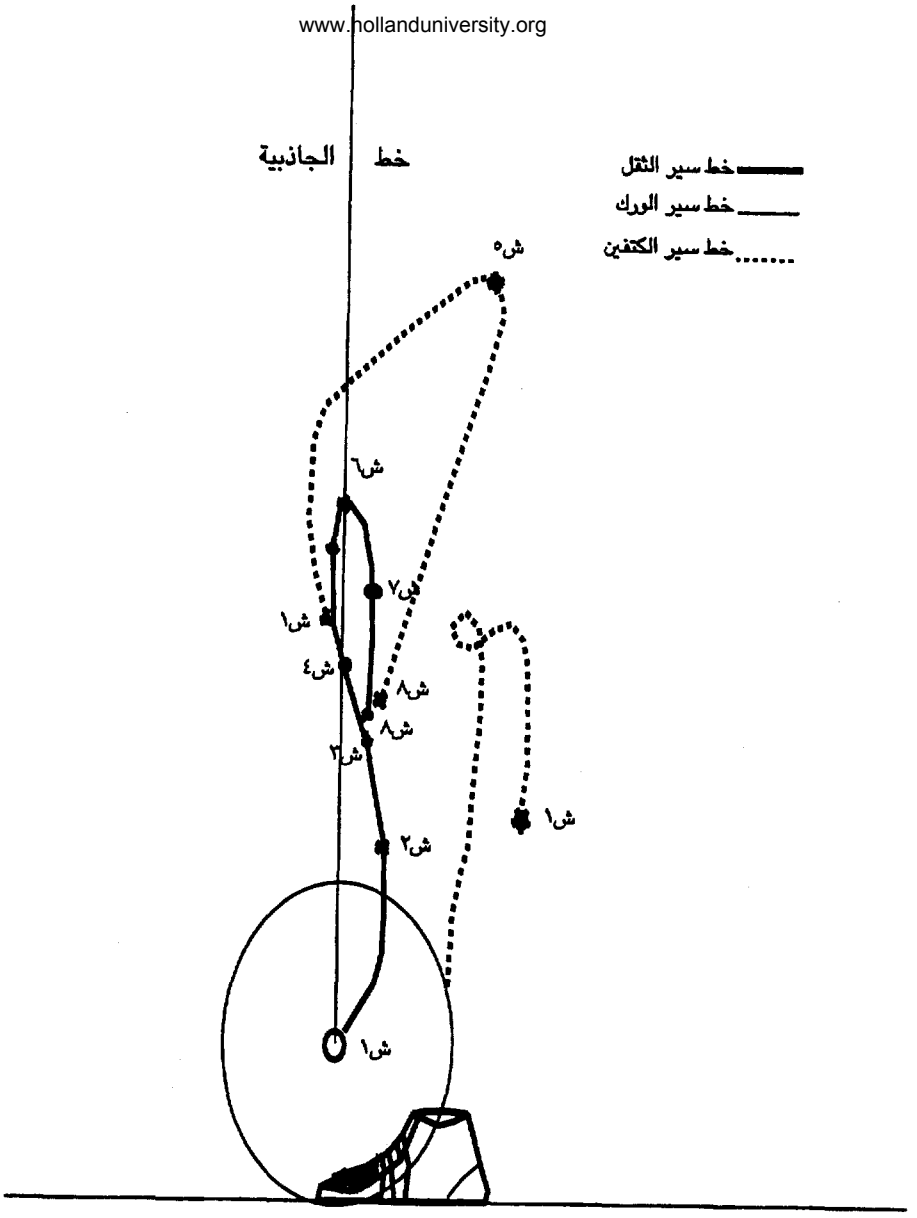
مسار الثقل والكتفين والوركين في رقعة الخطف



www.hollanduniversity.org

شكل (٩٤)

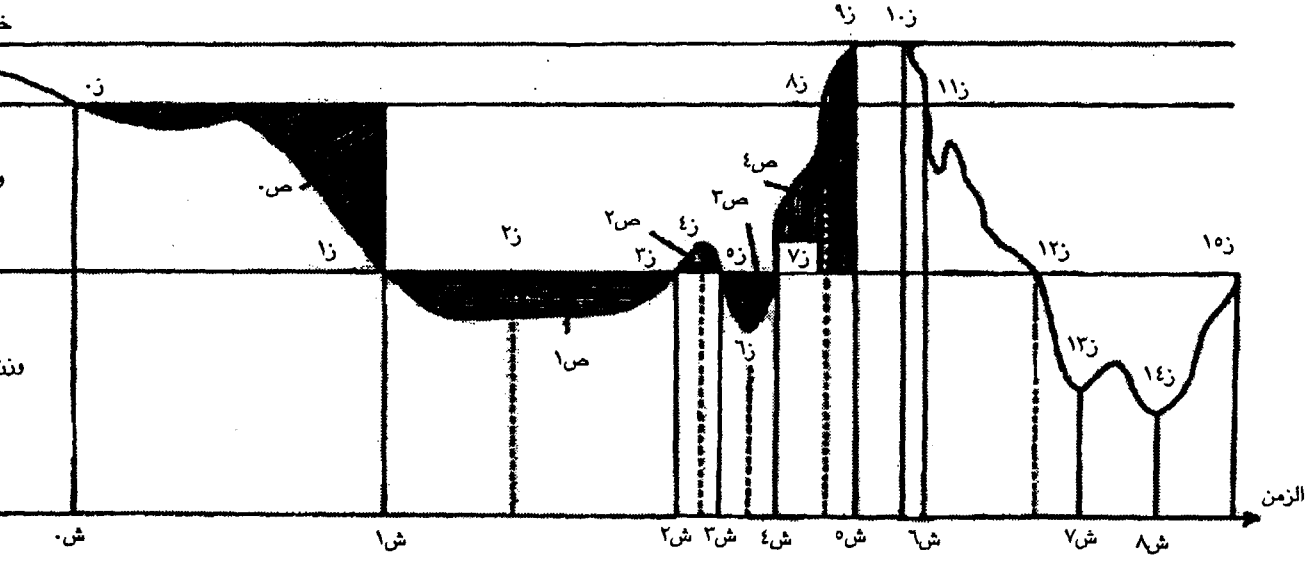
www.hollanduniversity.org



شكل (٩٥)

الخط البياني لمسار الثقل ، والكتفين ، والوركين في مرحلة الرفع إلى الصدر

ز= الزمن
ش= الوضع
ص= القصور الذاتي

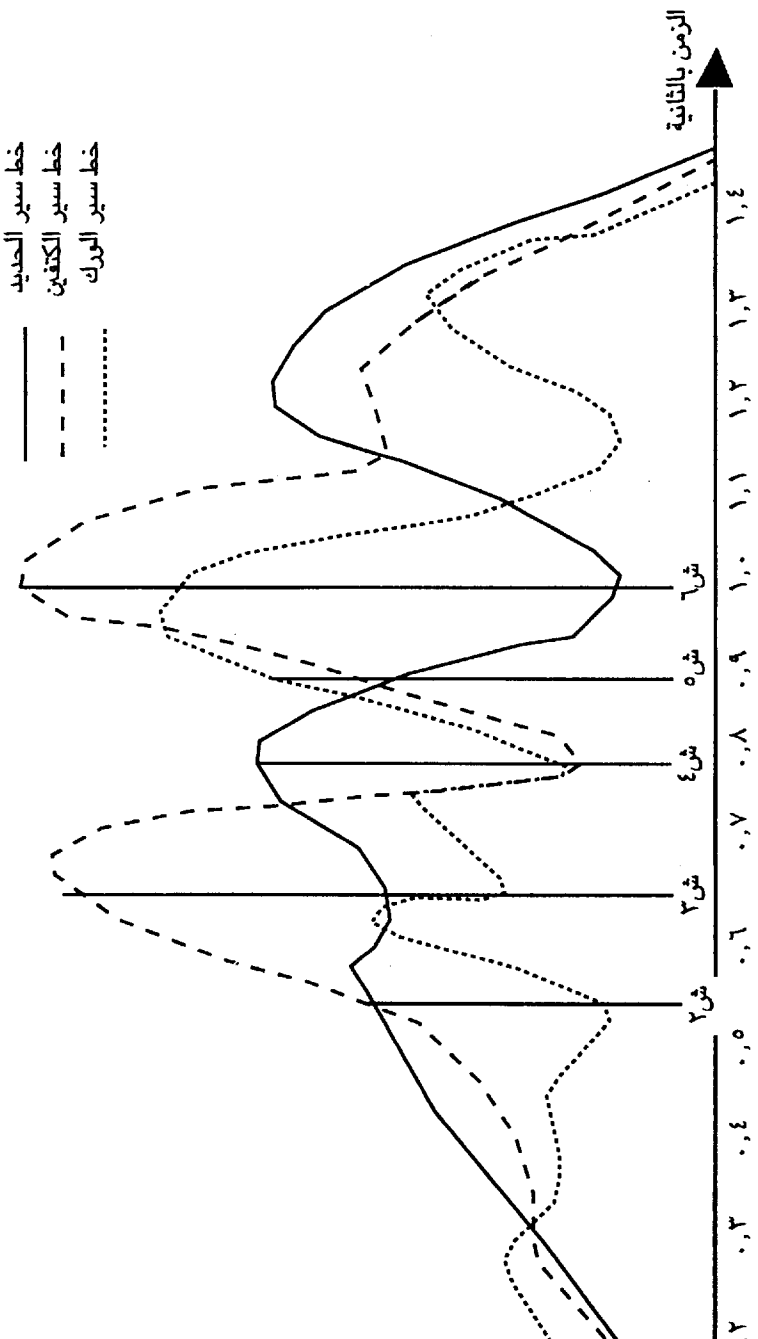


شكل (٩٦)

الخط البياني لدالة القوة – الزمن في مرحلة الرفع إلى الصدر

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org



شكل (٩٧)

الخط البياني لدالة السرعة – الزمن في مرحلة الرفع الى الصدر

www.hollanduniversity.org

المرحلة الثانية (النتر):

خلال هذه المرحلة تحدث المتغيرات التالية:

١ – قبل ثني الركبتين للاسفل تحدث حركات اهتزازية سريعة في (ش١٠) تعقبها قوة رفع كبيرة محددة في المسافة (ص٣) من(ش١٠) الى (ش١١) حيث ينتقل الثقل للاعلى وبمستوى امتداد الذراعين في (ش١٢) مع نقصان في قوة الرفع ناشئة عن ثني الركبتين اسفلاً.

٢ – تتناقص وتتزايد القدرة في (ش١٤) و(ش١٥) ناشئة عن تبادل نقل الرجلين اماماً وخلفاً.

٣ – وبعد ذلك تضم الرجلين لبعضهما ويصبح مقدار قوة الرفع تعادل وزن الثقل والرباع.

٤ – ان هدف القدمين اماماً خلفاً يقلل من انحرافهما على الخط العمودي الواقع على عمود الثقل حيث ان زاوية الانحراف للقدمين عن الخط العمودي في بداية التهيؤ للنتر (١٥°) من حين نجد ان انحرافها في وضع الفتح (١٠°) للقدمين الامامية والخلفية أي أن الانحراف اصبح بما يعادل (١٥°) للداخل.

٥ – ومع امتداد الركبتين العلوي والوصول الى وضع الامتداد الكامل عنوجود 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 الاثقال:

١ – مع تساوي الأشياء فأن مركز ثقل الجسم المنخفض يكون اكثر توازناً من مركز ثقل الجسم المرتفع. أي ان مركز ثقل الجسم عندما يكون كبيراً فأن خطة العمود يكون على قاعدة الارتكاز الكبيرة. وهذا ما نلاحظه في بعض الأوضاع عند حركة الرباع في صرع ورفع الثقل للاعلى. ولما كان جسم الانسان من الاجسام الغير ثابتة الحركة أو يتميز جسمه بالديناميكية العالية جداً حيث يأخذه وضعه عدة أشكال مركبة فأن جسمه نتيجة لذلك يكون في حالة قرب او بعد عن الارض مسبباً حركة متغيرة في مركز ثقله. فعند جلوس القرفصاء فأن مركز ثقل يكون اكثر توازناً بسبب قرب مركز ثقل الى قاعدة الارتكاز اما عندما يكون الجسم منتصباً فأن توازنه يكون اقل وهكذا.

www.hollanduniversity.org

٢ – يكون التوازن كبيراً عندما تكون قاعدة الارتكاز عريضة وذلك لان الخط العمودي المار بمركز ثقله واقعاً على قاعدة الارتكاز العريضة .اما عندما يقف على قدمين مفتوحين يكون اكثر توازناً من الحالة التي يقف فيها على قدم واحدة. والرباع يعمل على تغيير في مكان مركز ثقله خلال الاوضاع المتغيرة في حركة الرفع وخاصة بعد ان يكون الثقل قد اجتاز مستوى الركبتين وتصل ركبته الى تحت الثقل بأنثناء قليل حيث يدفع ثقله للامام.

اما عندما يكون الجسم قد وصل الى وضع الوقوف والانتصاب الكامل فأنه سيرتكز على مشطيه وتصبح أكثر تعقدياً وذلك لان مركز الثقل المركب الوزن الرباع ووزن الثقل تضيف صعوبة كبرى في مسألة بقاء مركز الثقل المركب على قاعدة الارتكاز الضيقة.

٣ – الجسم الاكبر كتلة يكون اكثر توازناً فكلما كانت كتلة الرباع كبيرة كلما تمكن الحصول على توازناً اكبر.

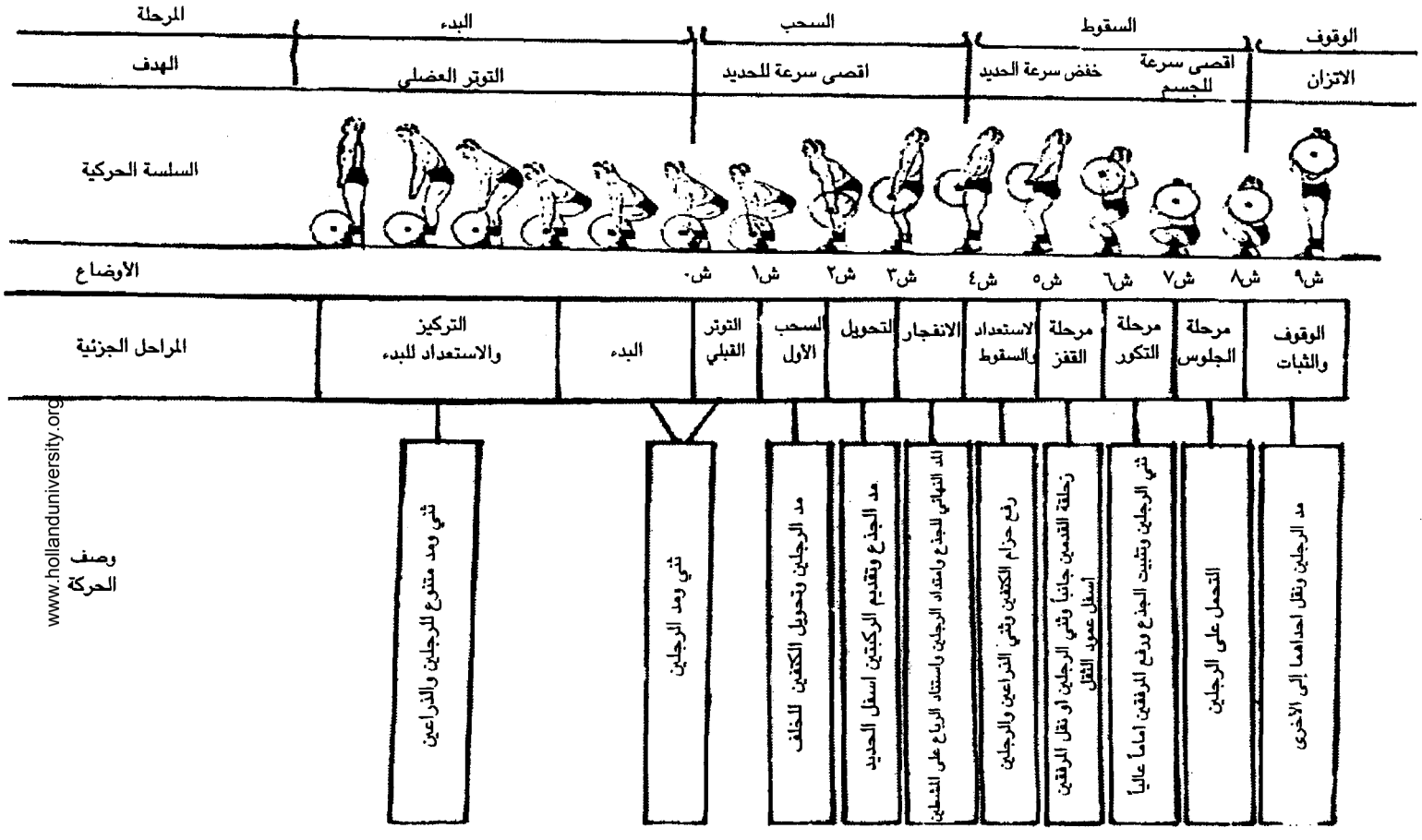
٤ – وفقاً لقانون نيوتن الأول فأن الجسم يستمر في حالة السكون أوالثبات مالم تؤثر عليه قوة تغير من سكونه. وهذه القوة يجب ان تكون اكبر من القصور الذاتي للثقل. فالرباع عليه ان يرفع الحديد من حالة القصور الذاتي على الأرض الى الاعلى وان لحديد يمتلك وزناً يعادل قوة الجاذبية الارضيةمسببة ثباتاً تاماً لثقل وعلى الرباع تسليط قوة تفوق قوة وزن الثقل للتغلب على ثباته وتغيير حالته الحركية في الثبات الى الحركة.

٥ – وكذلك فأن الجسم يستمر في حالته الحركية عند الحركة ما لم تؤثر عليه قوة تغيير من حركته او توقفها. لهذا فأن الرباع عندما يقوم باعطاء قوة رفع كبيرة للاعلى تسبب حركة في سمار انتقال الثقل للاعلى لهذا وجب على الرباع ان يوقف هذه الحركة السريعة للثقل باعطاء قوة مؤثرة على الحديد تعطل 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 الأكبر (القصور الذاتي). والقوة الكبيرة عندما تستخدم بسرعة كبيرة فأن ذلك سيولد قدرة يتمكن بموجبها الرباع من التغلب على المقاومة الكبيرةباقل قوة .فالقوة والسرعة عاملان مهمان في خدمة التكنيك الصحيح لرباعي.

www.hollanduniversity.org

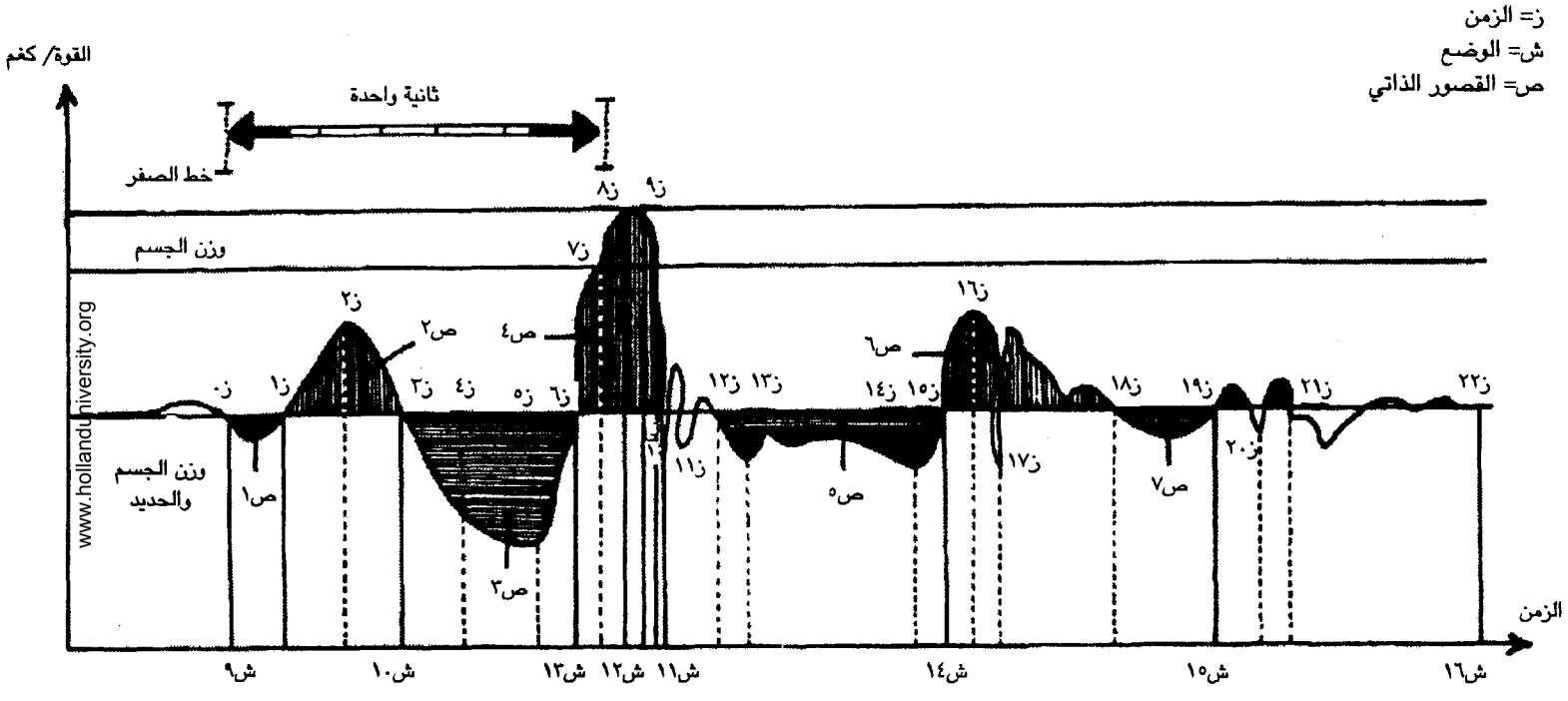
٧ – ذراع القوة الطويل يخدم في الاقتصاد بالقوة اكثر من ذراع القوة القصير ونحن نعلم ان جسم الانسان يكون وفقاً للقاعدة الميكانيكية اعلاه من عتلات مختلفة ويعمل كل رياضي في فعالية على استغلال الفائدة الاقتصادية في الاداء الحركي باقل قوة وافضل اداء عن طريق تحريك بعض اجزاء جسمه لكي تخدم في الأداء الاقتصادي للحركة. ويمثلا لثقل هنا المقاومة العضلات القوة ونقطة الاتصال بين اليدين وعمود الثقل محوراً للارتكاز فعند تحريك الثقل من الارض فأن الرباع يأخذ وضعاً يحرك بموجبه كتفيه واضعاً اياها مباشرة اماماً عندما يكون الثقل عند ارتفاع الركبتين ثم الى وضعهن فوق عمود الثقل عند الامتداد لكاحل 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.



www.hollanduniversity.org

شكل (٩٨)

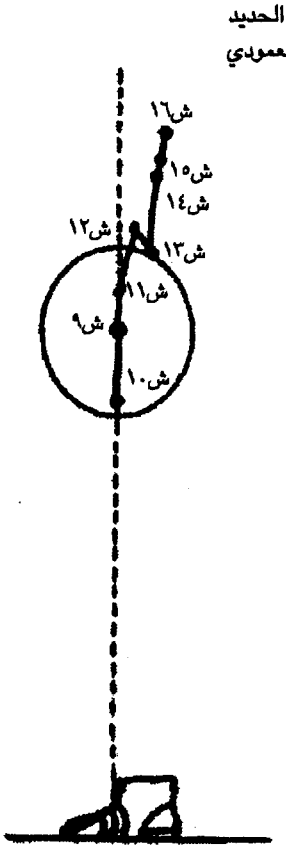
الخط البياني لدالة السرعة – الزمن في رقعة الخطف



شكل (٩٩)

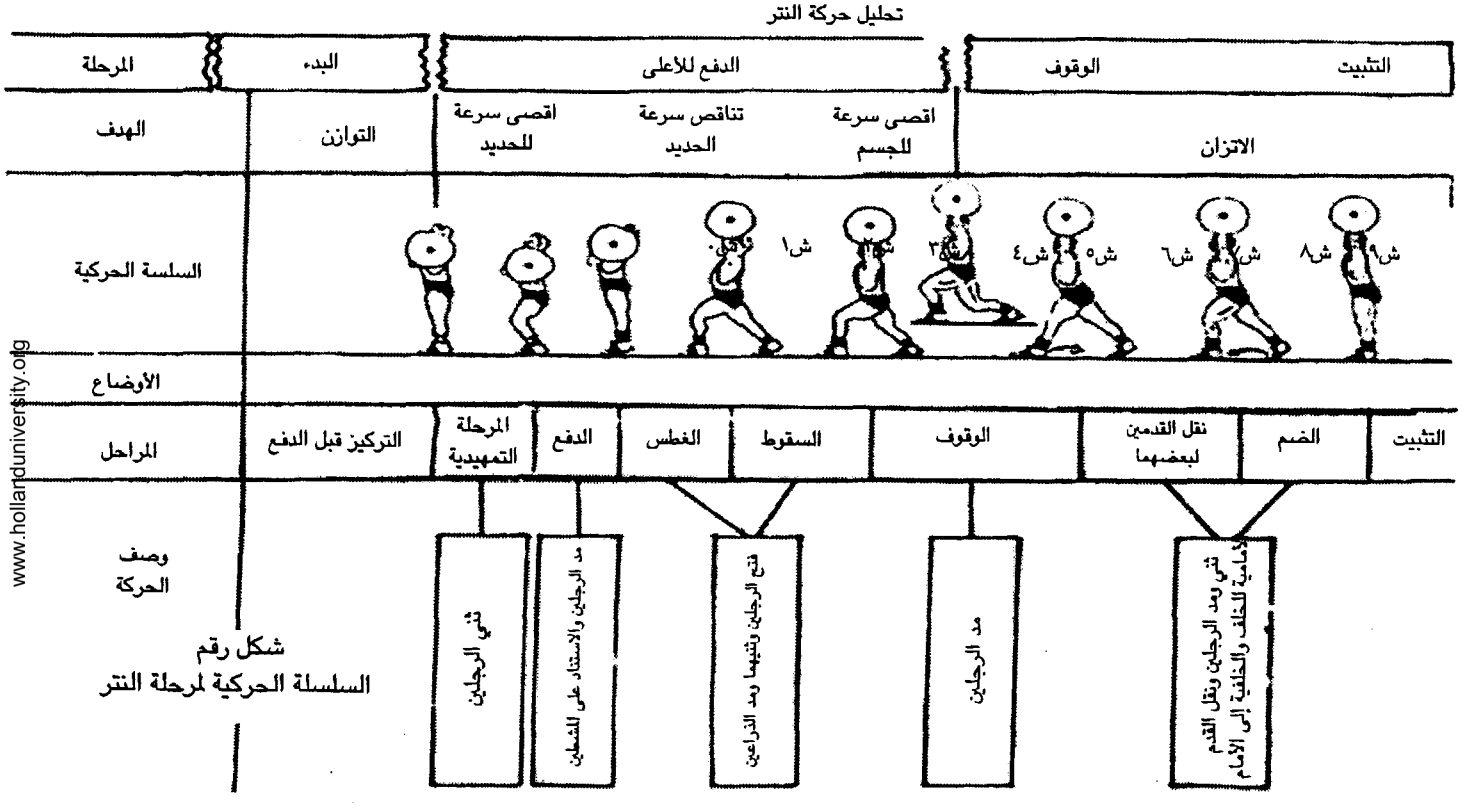
الخط البياني لدالة القوة – الزمن في مرحلة النتر

www.hollanduniversity.org



شكل رقم (١٠٠)

الخط البياني لمسار الثقل في مرحلة النتر



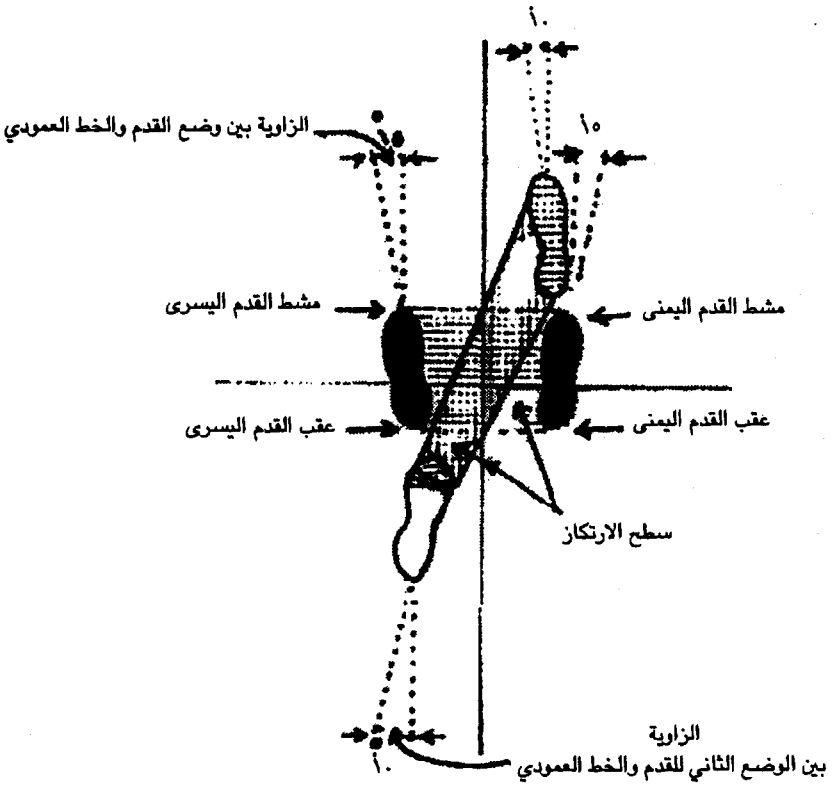
www.hollanduniversity.org

شكل رقم
السلسلة الحركية لمرحلة النتر

شكل (١٠١)

السلسلة الحركية لمرحلة النتر

www.hollanduniversity.org



شكل رقم (١٠٢)
مخطط حركة القدمين في مرحلة النتر

www.hollanduniversity.org

الفصل الثالث
التحليل الحركي للتصويب بكرة السلة

- التحليل الحركي لمهارة التهديف بكرة السلة
- العوامل المؤثرة في التهديف

www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي لمهارة التهديف بكرة السلة

سنتناول هنا مهارة التصويب او التهديف بكرة السلة ونقوم بتحليلها الى أجزائها لغرض دراسة القوانين والأسس التي تؤثر على هذه المهارة من ناحية وقتها أولاً وكيفية ادائها حركياً سليماً ثانياً مع الاستعانة بوجهات النظر المستخدمة من قبل جيمس هاي (Hay،١٩٧٨) في تحليله الحركي لمهارة التصويب. يقول هاي Hay عنودن Woodenبأن مهارة التصويب ماهي الا مهارة للتمرير في اتجاه السلة. ان العوامل المؤثرة في التهديف هي:

١ – قوة التهديف.

٢ – ارتفاع انطلاق الكرة من اليد 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 قريبة من السلة فالقوة المستخدمة يجب ان تكون أقل بالقياس للقوة عندما تكون المسافة بين اللاعب والكرة والسلة كبيرة وذلك لان وزن الكرة في الحالتين لا يؤثر على قوة الرمية كون وزن الكرة وزناً ثانياً. كما ان نوع التهديف يؤثر على مقدار القوة المستخدمة في التهديف. أما مسألة ارتفاع انطلاق الكرة من يد الرامي لحظة التهديف يتحدد بطول اللاعب أولاً ونوع التهديف ثانياً ومكان تهديف اللاعب في الملعب واذا ما افترضنا ان ارتفاع نقطة التصويب هو ارتفاع ثابت فأن النجاح يتوقف على العاملين المهمين التاليين وهما:

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 أو مرور الكرة داخل حلقة السلةوسنتناول هنا هذه العوامل التي اشرنا اليها والتي تؤثر على زاوية وسرعة الانطلاق.

www.hollanduniversity.org

١ – البعد بين نقطة التصويب وحلقة السلة:

التهديف من مسافة بعيدة يختلف عن التهديف من مسافة قصيرة فالمسافة الطويلة تحتاج الى قوة انطلاق كبيرة للحصول على سرعبة انطلاق للكرة اكبر مما تحتاجه المسافة القصيرة. والبعد عن السلة وسرعة الانطلاق للكرة اكبر مما تحتاجه المسافة القصيرة. والبعد عن السلة وسرعة الانطلاق لهما علاقة مباشرة مع زاوية الانطلاق ان زيادة زمن طيران الكرة في الهواء له علاقة بسرعة وزاوية الكرة وكذلك فأن تغيير المسافة او البعد للرامي والسلة لها تأثير كبير على دقة التصويب ولقد اجريت بحوث كثيرة لدراسة العلاقة بين المسافة او البعد للتصويب ودقة التصويب. ولعل ابرز الدراسات هي دراسة Bunn التي تناولها جيمس هاي ١٩٧٨ Hay 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 تغطية الهدف امام اللاعب المهاجم مسبباً اعاقة لا مبرر لها وخاصة عندما يتميز اللاعب المدافع بطول القامة وببعض القدرات التكتيكية العالية في الدفاع. لهذا فالهداف الجيد هو الذي يحاول قدر المستطاع تجنب الاعاقة للمدافع لكي يتمكن من استخدام لزاوية والسرعة المناسبة للانطلاق وتحقيق الهدف بنجاح متجاوزا الحاجز الدفاعي المعوق 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 رميت على حلقة السلة بزاوية (٩٠°) في المستوى الافقي فأنها اي الكرة ستمر مروراً مباشراً من الحلقة دون لمسها. كما في الشكل (١٠٣-أ) أما اذا كانت الزاوية التي تشكلها الكرة عند دخولها الحلقة السلة اقل من (٩٠°) كما في (١٠٣-ب-جـ-د) فأن مسألة مرور الكرة من عدمها سيتحدد من

www.hollanduniversity.org
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:

طول القطر = (١٨ × جيب زاوية الدخول) 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 فأننا 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:

طول القطر لكرة السلة = (١٨ × جيب الزاوية)

٩ر٧١ = ١٨ × جيب الزاوية

جيب الزاوية = $\frac{٩,٧١}{١٨}$

= ٠ر٥٣٩٤

وعندما نذهب الى جداول قيم الزاوية فأننا نجد ان جيب الزاوية (٠ر٥٣٩٤) يعادل (٣٢ر٣٩). 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 هاي 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 اساسي على نسبة زيادة القطر المستعرض عن قطر الكرة في كل زاوية دخول.

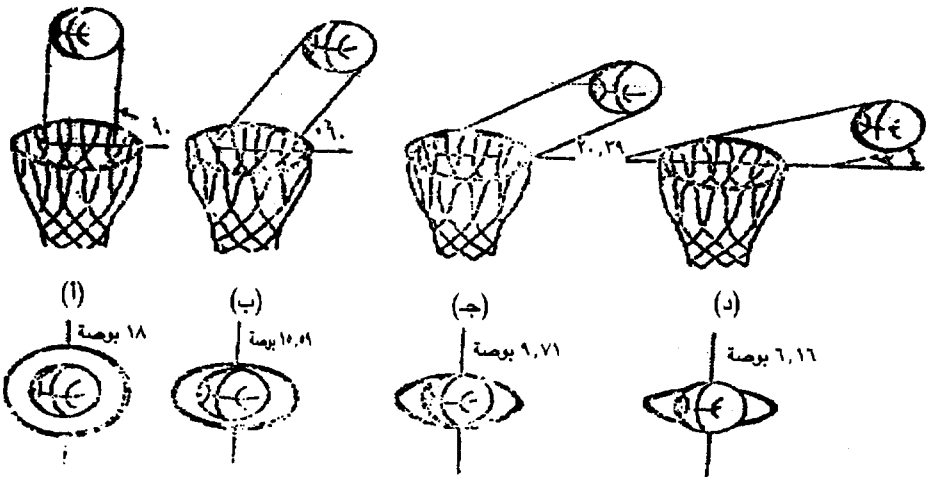
ويمكن استخدام المعادلة ادناه عند حساب احتمالات الخطأ التي لا زالت تسمح باصابة الهدف في كل زاوية رمي.

www.hollanduniversity.org

احتمالات الخطأ = ± (٩ × جيب الزاوية − قطر كرة السلة)

ومن خلال المعادلة اعلاه فالعلاقة بين احتمالات الخطأ وزاوية الدخول يمكن استنتاجها بسهولة وكما موضحة ادناه:

زاوية الدخول	احتمالات الخطأ
٩٠	٤,١٥
٨٠	٤,٠١
٧٠	٣,٦٠
٦٠	٢,٩٤
٥٠	٣,٠٤
٤٠	٠,٩٣
٣٢,٣٩	٠,٠٠



شكل (١٠٣)

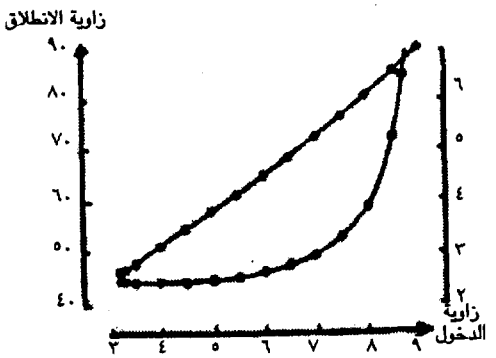
يبين زوايا دخول كرة السلة وعلاقتها بقطر الكرة

نسبة الخطأ تختلف باختلاف زاوية الدخول للكرة

www.hollanduniversity.org

من اعلاه يمكن ان نستنتج ان الزاوية للدخول عندما تكون بقيمة (٣٢,٣٩) فأن احتمالات الخطأ ستكون صفراً. ذلك لان القطر المستعرض لحلقة السلة يعادل تماماً قطر كرة السلة بينما تصل احتمالات الخطأ بزاوية (٩٠°) الى اقصى قيمة لها لان طول القطر المستعرض يعادل قطر كرة السلة +٢(٤,١٥)=٨,٣٠+٩,٧١= ١. ر١٨ 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 قدم) وارتفاع لتصويب عن سطح الارض(٧ قدم) فأن العلاقة بين زاوية الدخول وسرعة زاوية الدخول وسرعة زاوية الاطلاق يمكن توضيحها من الشكل (١٠٤) والمأخوذ 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 الانطلاق المطلوبة للكرة بعد تركها اليد تكون (٦٥قدم/ثا).



شكل (١٠٤)

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 (٧٢قدم) وهذا الارتفاع ذومستوى عالي بالنسبة للملعب حيث انه يعادل ارتفاع بناية من ستة طوابق اما العامل الآخر والذي اشار اليه جيمس هاي فأنه العامل

www.hollanduniversity.org

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 فاننا نجد كذلك ان الزاوية الصغيرة مرغوبة اكثر لانها لا تتطلب نفس درجة الدقة التي تتطلبها الزوايا الكبيرة لحظة رك الكرة لليد.

من كل ذلك نجد تحديد الزاوية المناسبة في الرمي صعباً جداً وذلك لان تحديدها يتطلب تفاعلاً وتداخلاً بين العوامل والمتغيرات المختلفة والمؤثرة في التصويب لكي نحدد الزاوية لكل محاولة تهديف. ففي حالة الرمية الحرة من ارتفاع (٧ قدم) وبعد(١٥ قدم) فأن 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 (٥٩ر٥٨°) وأقل زاوية للدخول (٣٩ر٣٢°).

٢ – زاوية الانطلاق اللازمة للكرة لتحقيق من زوايا الدخول المبينة في الجدول (٢٤).

٣ – احتمالات الخطأ التي سترافق كل رمية.

٤ – الاخطاء التي تحدث في زاوية الانطلاق بمقدار درجة واحدة عن الدرجة المطلوبة لرمي الكرة.

من الجداول نجد انه بينما تتجاوز الاخطاء الناتجة عن الانحراف في زاوية الانطلاق الحدود المتاحة للاخطاء مما يترتب عليه ضرورة توفر الدقة التامة عند الرمي من قبل اللاعب، نجد انه ليس ضرورياً وجود مثل هذه الدقة في الحالات التي لا تتجاوز فيها الاخطاء الناتجة عن الاحراف في زاوية الانطلاق حدودها المتاحة للاخطاء.

وهذه المجموعة الاخيرة المحصورة بين الزاوية (٣٨°) الى الزاوية (٤٥°) من زوايا الدخول المبينة في نفس الجدول. كذلك نجد ان الزوايا من (٤٩°الى ٥٥°) زوايا تسمح وتعطي الفرصة للنجاح في التصويب.

ولو لاحظنا الشكل (١٠٥) فاننا يمكن ان نلاحظ ان هناك عدة مسارات للكرة عند زوايا مختلفة هي (٤٦° و٤٩° و٥٥° و٧٣°) والزاوية (٤٦°) هي أقل زاوية ممكنة في نجاح الاصابة بينما الزاوية (٧٣°) هي اكبر زاويةممكنة للتهديف خلال المباراة.

٣٢,٦٥	٤٦,١٤	٠,٠٠	١,٤٣	– ١,٨٤
٣٣	٤٦,٣٨	٠,٠٥	١,٤٣	– ١,٧٤
٣٤	٤٧,٠٦	٠,١٨	١,٠٩	– ١,٤٨
٣٥	٤٧,٧٣	٠,٣١	٠,٨٤	– ١,٢٢
٣٦	٤٨,٤١	٠,٤٤	٠,٦٠	– ٠,٩٧
٣٧	٤٩,٠٨	٠,٥٦	٠,٣٧	– ٠,٧٣
٣٨	٤٩,٧٥	٠,٦٩	٠,١٤	– ٠,٤٩
٣٩	٥٠,٤٢	٠,٨١	– ٠,٠٩	– ٠,٢٥
٤٠	٥١,١٠	٠,٩٣	– ٠,٣١	– ٠,٠٢
٤١	٥١,٧٧	١,٠٥	– ٠,٥٤	٠,٢١
٤٢	٥٢,٤٤	١,١٧	– ٠,٧٦	٠,٤٣
٤٣	٥٣,١١	١,٢٨	– ٠,٩٧	٠,٦٦
٤٤	٥٣,٧٩	١,٤٠	– ١,١٩	٠,٨٨
٤٥	٥٤,٤٦	١,٥١	– ١,٤١	١,١٠
٤٦	٥٥,١٤	١,٦٢	– ١,٦٣	١,٣٢
٤٧	٥٥,٨٢	١,٧٣	– ١,٨٤	١,٥٥
٤٨	٥٦,٥٠	١,٨٣	– ٢,٠٦	١,٧٧
٤٩	٥٧,١٨	١,٩٤	– ٢,٢٨	١,٩٩
٥٠	٥٧,٨٦	٢,٠٤	– ٢,٥١	٢,٢٢
٦٠	٦٤,٨٧	٢,٩٤	– ٥,٠١	٤,٧٥
٧٠	٧٢,٣٧	٣,٦٠	– ٨,٨٦	٨,٦٢
٨٠	٨٠,٦٥	٤,٠٠	– ١٨,٦٣	١٨,٤٠
٨٩,٩٨	٨٩,٩٨	٤,١٥	– ١٠٦٤٣,٦٦	١٠٦٤٤,٠٠

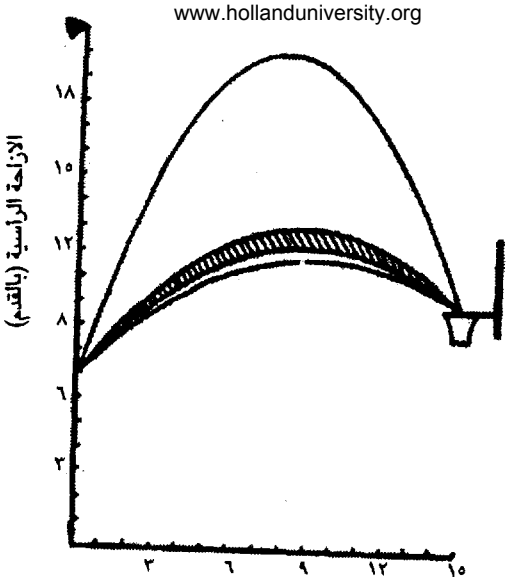
جدول (٢٤)

جدول الزوايا المناسبة لدخول الكرة إلى الحلقة ولاطلاق الكرة من يد اللاعب من مسافة ١٥ قدم

يدل العدد الموجب على ان مركز الكرة يبعد عن مركز الحلقة بهذه القيمة. فبينما يدل العدد السالب على ان الكرة تسقط قبل مركز الحلقة بنفس القيمة. الزوايا من ٣٨–٤٥ من انسب الزوايا لدخول الكرة الى

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org



شكل(١٠٥)

الازاحة الافقية (بالقدم) الرمية الحرة – مسارات الكرة المختلفة من ارتفاع ٧أقدام عند زوايا ٤٦،٤٩،٥٥،٦٣°

المساحة المظللة تمثل أحسن زوايا الرمي

من الشكل يمكن ان نتبين ان الزاوية المناسبة للرمي هي التي يتخذ مسارها قوسا 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 فأن 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 الى حلقة السلة اثناء التصويب الانسيابي والغير قوي مع دوران حلقي للكرة اثناء لحظة التصادم بينهما وبين اللوحة الخشبية فأن ذلك سيزيد حتماً من تحقيق الاصابة الناجحة.

www.hollanduniversity.org

الفصل الرابع
التحليل الحركي للرفس بكرة القدم

- التحليل الحركي لمهارة الرفس بمقدمة القدم
- المرحلة التحضيرية(التمهيدية)
- المرحلة الرئيسية
- المرحلة النهائية
- الأسس والقوانين الميكانيكية للرفس بكرة القدم

www.hollanduniversity.org

التحليل الحركي لمهارة الرفس بكرة القدم (Kicking)

ان مهارة الرفس بكرة القدم تصنف ضمن الحركات المحددة في اعطاء الزخم او قوة الحركة للاجسام الخارجية. وتحصل هذه الكمية الحركية بفعل الانقباضات والانبساطات التي تعطي شداً عضلياً مباشراً مسبباً في انتقال بهذه القوة العضلية للجسم(الكرة) الثابتة والمراد تحريكها باتجاه ما. ومثل هذه الحركة تتميز بالاتصال اللحظي بين الكرة والقدم 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 وموضع القدم الى ثلاث اقسام والاقسام هي:

١ – الرفس بالجهة الامامية من ا لقدم.

٢ – الرفس بالجهة الداخلية من القدم.

٣ – الرفس من الجهة الخارجية من القدم.

وسنتناول هنا التحليل الحركي الميكانيكي للنوع الاول من مهارة الرفس وهو الرفس بالجهة الامامية من القدم لكثرة 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 لتصادم بين القدم الرافسة والكرة.والعوامل هي الكتلة والسرعة الابتدائية للجسم ومعامل الارتداد للكرة والقوة والزاوية التي تعطيها القدم الضاربة.

من اجل تنظيم التحليل الحركي النموذجي وتحديد الاهداف للواجبات الحركية فأننا سنقوم بتقسيم المهارة او الحركة الى ثلاثة مراحل وهي:

١ – المرحلة التمهيدية (التحضيرية).

٢ – المرحلة الرئيسية.

٣ – المرحلة النهائية.

www.hollanduniversity.org

المرحلة التحضيرية (التمهيدية):

يقول عبد المقصود(١٩٨٦) بأن هدف المرحلة التحضيرية بشكل عام هو خلق الاسس المثالية للاداء المثالي الاقتصادي الناجح خلال المرحلة التي تعقبها وهي المرحلة الرئيسية وعادة تتكون 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 مختلف اشكال الرفس بكرة القدم ومن مميزات هذه المرحلة في موضوعنا هذا هو ان اتجاهها يكون بعكس اتجاه المرحلة الرئيسية فمن اجل التهيؤ والوصول بالجسم يكون بعكس اتجاه المرحلة الرئيسية فمن اجل التهيؤ والوصول بالجسم الى الاستعداد الكامل لاداء حركة مرجحة الساق الضاربة للكرة فانه يبدأ حركته بركضة تقريبية باتجاه معاكس لاتجاه حركة الكرة وذلك من اجل توفير الطريق المثالي في عمل المجاميع العضلية الرئيسية مع توفير اسس لاتخاذ زوايا مناسبة في حركة المفاصل المشاركة في العمل وتماشياً مع قوانين الميكانيك فأن هذا الطريق المثالي يجب ان يكون طويلاً لضمان التعجيل المناسب في خدمة واجب الحركة الرئيسي وذلك لان المرحلة التحضيرية وحركاتها عندما تكون طويلة فأنها تسمح للعضلات ان تؤدي مسافة او مسار تعجيلية اطول وكلما حققت مستوى افضل في الاداء (محجوب والطالب ١٩٨٢،نصيف ١٩٨٢،عبد المقصود ١٩٨٦ وماجيل- Magill, 1989).

واضافة للفائدة اعلاه فأن 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 للامام عن طريق تثبيت الساق اليسرى (بالنسبة للاعب الذي يستخدم قدمه اليمنى في الرفسة) 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 تغطية قدم الارتكاز للارض كاملة والتي تصبح بموجبها الحركة اكثر اوزاناً كونها مرتكزة على القدم كله وليس على حافة الكعب الخلفية وهنالك اجتهادات 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

www.hollanduniversity.org

قليلاً وبغض النظر عن الاراء المختلفة حول ذلك الا ان وضع القدم الى يسار الكرة ومتأخرة 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 للساق 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 الاداة (القرص) لغرض قذفه والحصول على قوة حركية كبيرة.

اما حركة الذراعين فانهما عند وضع الارتكاز ترتفعان جانباً وهما مثنيتان قليلاً لغرض ضمان التوازن في الحركة.

المرحلة الرئيسية:

تبدأ هذه المرحلة في نهاية القسم التحضيرية والتمثيل في وصول القدم الضاربة وهي مثنية الى اقصى مد عضلي بسبب مرجحتها الخلفية وحتى لحظة انطلاق الكرة بعد خروجها من قبل اللاعب. ان بعض المختصين يقسمون هذه المرحلة الى قسمين هما المرجحة الامامية للقدم الضاربة وضربة الكرة. الا اننا هنا ارتئينا تحليلها كمرحلة واحدة وذلك لترابط حركاتها مع بعضها وقصر فترة تنفيذها فالساق الضارة كما ذكرنا تصل الى اقصى شد عضلي ممكن وهي مثنية من مفصل الركبة ان لهذا الشد العضلي الاقصى من الفخذ والثني لمفصل الركبةفوائد ميكانيكية لخدمة الواجب الحركي.

ففعل 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 مد لهما من مفصل الفخذ للخلف ترجع الى الامام بسبب ثني مفصل الفخذ مسبباً قوة حركية دافعة للساق الضاربة تؤدي تعجيلاً مثالياً وقوةحركية دافعة للساق الضاربة وقوة انطلاق عالية السرعة.

اما بالنسبة للفائدة الميكانيكية من ثني الساق من مفصل الركبة فأن هذه الفائدة يمكن ملاحظتها من خلال العلاقة التالية.

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{السرعة المحيطة}}{\text{نصف القطر}}$$

www.hollanduniversity.org

من المعادلة اعلاه يمكن ان نلاحظ ان هناك تناسباً عكسياً بين السرعة الزاوية ونصف القطر. اي ان السرعة الزاويةتزداد 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 فأن السرعة الزاوية للقدم الضاربة تحصل على سرعة عالية كلما قصر طولها (نصف القطر) مسبباً انتقال القوة من الساق المرجحة خلفاً ثم اماما الى الكرة مسبباً تعجيلاً وكمية حركية كبيرة تنتقلان للكرة.

وحيث ان القوة ميكانيكياً تكون تأثيرها كبيراً عندما تؤدي بسرعة عالية فأن الكرة ستحصل على قدرة عالية في حركتها بسبب حصولها على قوة كبيرة وبسرعة فائقة

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

وبما ان $\quad \text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{المسافة}$

$$\text{القدرة} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

او $\quad \text{القدرة} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$

اذن بات واضحاً ان الكرة من اجل حصولها على قوة كافية للتغلب على قصورها الذاتي تكون اكثر اقتصادية عندما تكون تلك القوة بسرعة كبيرة. ويقول الصميدي (١٩٨٧) ان المد في مفصل الفخذ للرجل الضاربة وسرعة مرجحتها تكون كبيرة جداً بالنسبة للاعبين من ذوي المستويات العالية وتصل الى (١٢٥ر.) ثانية. وبعد ان تكون الساق الضاربة قد وصلت الى اللحظة الاخيرة قبل ملامسها للكرة فأنها تتمدد تدريجياً حتى تصل الى طولها الطبيعي ان هذا الطول هو طول في نصف القطر للحركة الزاوية وحيث ان السرعة الزاوية تتحول الى سرعةمحيطية قبل ملامستها للكرة فأن هذا الطول في نصف القطر يسبب زيادة في السرعة المحيطية وفقاً للعلاقة التالية:

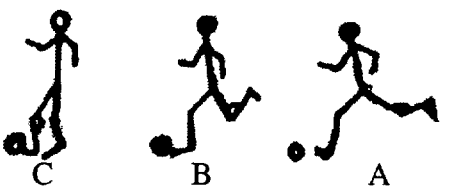
www.hollanduniversity.org

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

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 مسببة اطالة في نصف القطر وتتحول السرعة الزاوية الى سرعة محيطية فان الكرة تحصل على قوة دفع (كمية حركية) كبيرة تنتقل لها بسرعة محيطية كبيرة تسببه حركة الكرة. أما قدم الارتكاز فانها تحافظ على توازن اللاعب بسبب قوة الدفع الكبيرة الناتجة عن المرجحة للساق والحركة للجذع للامام وتبقى تلك القدم كذلك حتى تضرب الكرة بالقدم حيث نثنى قليلاً من مفصل الركبة.

ويمكن ملاحظة الجدول رقم (٢٥) عن الصميدعي (١٩٨٧) للتعرف على مدى العلاقة بين رجل الارتكاز ومركز الكرة والاحداثيات للخطوة الاخيرة من حركة الضربة. اما الذراعان فأنهما يتحركان تدريجياً للامام وللخلف فالذراع اليسرى تتحرك تدريجياً للامام مع تحريك القدم الضاربة (اليمنى) للامام. اما الذراع اليمنى فأن حركتها للامام محدد بقدر الارتكاز (اليسرى).

أن المدى الذي تصله الساق المرجحة خلفا يحدد الزوايا التي تحدد في حركة الساق طبقاً لمواضعها المختلفة وتقاس تلك الزوايا من الزاوية الخلفية التي تحدث في مؤخرة مفصل الركبة فالزاوية تكون كبيرة عند المرجحة القصوى لمفصل الفخذ وتكون صغيرة عند ملامسة الساق الضاربة للكرة (شكل ١٠٦).



شكل (١٠٦) عن الصميدعي (١٩٨٧)

(A) المرجحة القصوى لمفصل الفخذ

(B) الزاوية الصغرى لمفصل الركبة للقدم الضاربة

(C) تماس القدم الضاربة مع الكرة

www.hollanduniversity.org

المتغيرات الاحصائية	المسافة من مقدمة (رجل الارتكاز) إلى مركز الكرة بالنسبة للمحور الأفقي		المسافة من مقدمة القدم إلى مركز الكرة بالنسبة للمحور السهمي		طول الخطوة الأخيرة للتعجيل قبل المرجحة	
	ضربة دقيقة	ضربة غير دقيقة	ضربة دقيقة	ضربة غير دقيقة	ضربة دقيقة	ضربة غير دقيقة
الوسط الحسابي	٢٢,٧	١٩,١	٢٢,٧	١٩,١	٢٢,٧	١٩,١
الانحراف المعياري	٤,٧	١,٤	٤,٧	١,٤	٤,٧	١,٤
معامل التشتت	٢٠,١	٧,٣	٢٠,١	٧,٣	٢٠,١	٧,٣

جدول رقم (٢٥)

الاحداثيات للساق الضاربة وساق 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 فبعد انتهاء المرجحة الامامية وامتداد الساق الضاربة في نهاية المرحلة الرئيسية تحدث عملية الاتصال بين القدم الضاربةوالكرة وتضرب الكرة في الجزء الامامي للقدم المندودة ولوتتبعنا 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 وتتجه نحو الامام بحكم الحركة الامامية لجميع اجزاء الجسم اي ان الجذع والساق الضاربة تتجه بحكم الزخم الحركي الناتج لرد فعل الشد العضلي باتجاه الامام واناي توقف لهذا الانتقال

www.hollanduniversity.org
الحركي للقوة الحركية ينتج عنه كسر وتوقف للقوة المنقولة لهذا فأن النقل الحركي للقوة يجب ان يحدث بانسيابية تامة دون أي توقف في اداء الضربة.

ان القوة التي تستلمها الكرة من القدم الضاربة يجب ان تكون كافية لتحريك الكرة بتعجيل كافي.وذلك لان التعجيل طبقاً لقانون نيوتن الثاني يتناسب طردياً مع القوة المؤثرة عليه ويتجه باتجاه محصلة القوة وفقاً للعلاقة التالية:

القوة = الكتلة × التعجيل

اذا ما سلطت قوى مختلفة في قيمتها الى كتلة ثابتة القيمة فأن التعجيل الذي تستلمه الكتلة يختلف باختلاف القوى المسلطة عليه ولو فرضنا ان هنا ثلاثة قوى قيمتها على التوالي (١٥ ، ١٠ ، ٥) نيوتن للساق الضاربة سلطت على كتلة كرة قيمتها (١كغم) فأن التعجيل يكون كالآتي:

$$\text{التعجيل (أ)} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}} = \frac{١٥}{١} = ١٥ \text{م/ ث}^{٢}$$

$$\text{التعجيل (ب)} = \frac{١٠}{١} = ١٠ \text{م/ ث}^{٢}$$

$$\text{التعجيل (جـ)} = \frac{١٠}{\quad} = ٥ \text{م/ ث}^{٢}$$

ومن اعلاه نلاحظ ان التعجيل في (جـ) هو الاقل ويبلغ (٥) وذلك لكون القوة تساوي (٥) اما في (ب) فأن التعجيل تضاعف ويبلغ (١٠) بسبب مضاعفة القوة المستخدمة وهكذا فالكرة كتلة عندما تسلط عليها قوة كبيرة فأن ذلك يسبب تعجيلاً كبيراً لها.

وبعكس ذلك فأن التعجيل يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم اي ان الجسم ذو الكتلة الكبيرة يكون تعجيله قليلاً عندما تسلط قوة عليه بالمقارنة مع كتلة الجسم الاقل. لهذا فان كتلة كرة القدم قليلة بالمقارنة مع كتلة الكرة الطبية وعندما يزيد تسليط قوة ذات قيمة واحدة الى الكتلتين كل على حدة فأن تعجيل الكرة الطبية يكون قليلاً بالمقارنة مع تعجيل كرة القدم وذلك لكبر كتلة الكرة

www.hollanduniversity.org
الطبية وحيث ان كتلة كرة القدم ثابتة لهذا فأن العامل المؤثر في تعجيل الكرة هو حجم القوة المسلطة فقط. ان هذه القوة المسلطة على الكرة لكي تكتسب تعجيلاً يسبب حركتها حركة انتقالية للامام يجب ان توجه تلك القوة باتجاه مركز ثقل الكرة اما اذا ما استخدمت الكرة بالاتجاه البعيد عن مركز ثقل الكرة فأن الكرة ستترك حركة دائرية طبقاً للقرب والبعد من مركز الكرة. بعد ان تتحرك الكرة نتيجة لتعجيلها بسبب القوة المسلطة عليها ويتكسر اتصالها بالقدم الضاربة فأن القدم ستتجه باتجاه حركة الكرة الأمامية واصابع القدم مؤشرة للاسفل وتتوقف بعد ذلك نتيجة الارتداد وانثناء قدم الارتكاز للاعلى مسببة تعطيلاً في الحركة الامامية للجسم والساق الضاربة.

الأسس والقوانين الميكانيكية للرفس بكرة القدم

١- الجسم سيترك فقط اذا ما كانت القوة بكمية كافية للتغلب على قصوره الذاتي والقوج يجب ان تكون كبيرة للتغلب على كتلة الجسم وجميع القوى المقاومة.

٢- الاتجاه الذي يترك بموجبه الجسم يحدد باتجاه القوة المسلطة عليه واذا ما لقوة تكونت من حركتين او اكثر فانها سوف تحرك الجسم المسلطة عليه باتجاه قوة المحصلة.

٣-عندما توجه القوة المسلطة على مركز ثقل الجسم فأن الجسم سوف يترك حركة خطية انتقالية.

٤- اما في حالة توجيه القوة بالاتجاه البعيد عن مركز ثقل الجسم المراد تحريكه فأنه سيتحرك حركة دائرية.

٥- اذا ما كانت الحركة الحرة للجسم قد تقاطعت مع قوة احتكاك او وجود اعاقة فالحركة ستكون دائرية حتى اذا كانت القوة المسلطة في خط مع مركز ثقل الجسم.

٦- كلما كانت الساق الضاربة لحظة اتصابها بالكرة طويلة كلما ساعدت على زيادة سرعة الضربة مسببة زيادة في قوة التصادم.

٧- سرعة الانطلاق الكبيرة للكرة تعطي مسافة كبيرة لطيران الكرة باتجاه الامام.

٨- كلما كانت مرجحة الرجل الضاربة للخلف كبيرة في الفترة التحضيرية كلما امكن الحصول على شد عضلي كبير ومسافة تعجيلية طويلة.

٩- كلما كانت المسافة الخلفية للرجل الضاربة اثناء مرجحتها الخلفية طويلة في القسم التحضيري كلما امكن الحصول على قوة انطلاق عالية في بداية القسم الرئيسي.

www.hollanduniversity.org

الباب الخامس
التحليل الحركي للجمباز

الفصل الأول – الاداء الحركي في الجمباز

الفصل الثاني – بعض القوانين الميكانيكية للجمباز

الفصل الثالث – الاسس والمبادئ الميكانيكية في الجمباز

www.hollanduniversity.org

الفصل الأول

الأداء الحركي في الجمباز

ان الاداء الحركي في مجال الجمباز يخضع الى شروط محددة ودقيقة. وهذه الشروط تساعدنا في الحصول على الفوائد التالية:

١ – اكتشاف الاخطاء في الاداء الحركي.

٢ – تحديد التأثير الحركي.

٣ – تساعد على ايجاد الوسائل والطرق للأرتقاء بالأداء الحركي.

٤ – تحسين التوافق الحركي.

والبايوميكانيك يزودنا بالمعلومات الدقيقة التي تعتبر افضل الوسائل المهمةفي تحقيق هدف الحركة. وهذه المعلومات يمكن الاستفادة منها في طرق التدريس والعلاج والتدريّب الرياضي. وفي المجال البايوميكانيكي فأن 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 المعقدة للمهارة.

٣ –مساعدة المدرب والمدرس واللاعب في الاسراع بعملية التعليم والوصول للتكنيك الصحيح.

٤ – مساعدة اللاعب في امتلاك التصور السليم للحركة.

ان البايوميكانيك يهتم بالجوانب العلمية المتعلقة في تحديد وتطوير الحركةوفقاً 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.

www.hollanduniversity.org

والقوى الداخلية تتمثل في:

- قوى ردود الافعال الداخلية.
- مدى القصور الذاتي لاجزاء الجسم.
- قوى العضلات.

أما القوى الخارجية فتتمثل في:

- قوى الجاذبية.
- قوى المحيط كالهواء والماء ... الخ
- قوى المحيط كالهواء والماء... الخ.
- الحمل الخارجي وقوى الاجسام المادية الاخرى كالاجهزة والزميل.. الخ

وقد اثرت الدراسات التي تناولت العلاقة بين القوى الخارجية والداخلية استنتاجات كثيرةوالتي من اهمها 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 - التاكيد على الاستفادة من القوى الخارجية وخاصة في حركات المرجحة 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 للاداء الحركي.

٤ - ساعدت العلاقة بين القوي الداخلية والخارجية على تقسيم الحركات الى مجاميع تكنيكية متشابهة وهذه المجاميع ساعدت بشكل كبير على خدمة التدريبية والتدريسية والحركات كما ذكرنا يمكن ان تقسم من حيث مسارها الزمني الى ما يلي:

- حركات منظمة.
- حركات غير منتظمة.

كما ويمكن تقسيمها الى ما يلي من حيث مسارها الهندسي:

- حركات انتقالية.
- حركات دورانية.

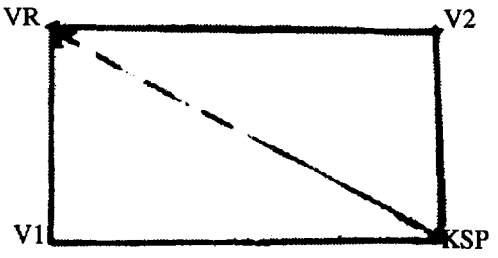
www.hollanduniversity.org

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 متجاورين من 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 السرعة الافقية والمكتسبة من الركض والثانية قوة السرعة العمودية والمكتسبة من الدفع. ففي خلال الركضة التقريبية في القسم التحضيري فان لاعب الجمباز يحصل على سرعتين كما في الشكل (١٠٧) الأولى 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 للدفع.
- زمن اداء حركة الدفع.



شكل (١٠٧)

المركبات العمودية والأفقية

www.hollanduniversity.org

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 عزم دوران وكلما زادت سرعة الركض كلما زاد هذا العزم وزاد زمن الدفع والعكس بالعكس. ومن اجل الاقلال من عزم الدوران يجب ان يكون الوضع الخلفي بزاوية دفع كبيرة (α) كما في الشكل (١٠٨) وهي تبلغ عند اللاعبين ذوي المستوى العالي (٢٠°) تقريباً.

٢ – الدفع

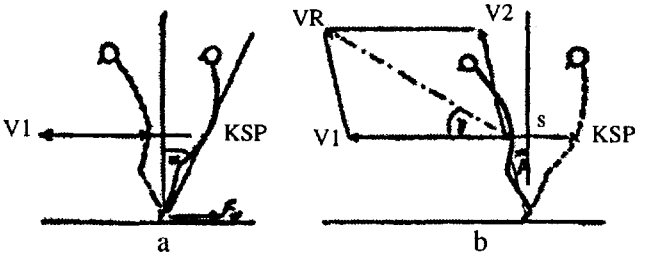
نقطة مركز ثقل الجسم المميزة بحرف (S) في الشكل «b١٠٨» تتحرك للامام ويؤدي الجسم حركة دورانية. لذلك ينشأ قطاع دائري بدرجة (٢٥°–٢٦°) ويبدأ من الوضع الخلفي ويميل الى الوضع الامامي وذلك عند ترك القفاز.ونقطة مركز الثقل تكون امام الوضع العمودي المار بالقدمين وكذك تكون مركبة الدفع امام هذا الخط. اما اتجاه مركبة الدفع فانه يكون للامام الاعلى حيث تكون زاوية الانطلاق β (٤°–١٢°) للمستويات العالية و (٢١°) للمستويات العادية كما في الشكل «b١٠٨» .

ان علاقات زوايا الهبوط على القفاز α ودفع القفاز للاعلى β وارتفاع الطيران تحدد من خلال ما يلي:

- زاوية الهبوط (α) الكبيرة تحتم وجود زاوية دفع لاعلى (β) صغيرة وتنتج عن ذلك مرحلة طيران عالية حيث تكون زاوية الطيران Y كبيرة في الشكل «a١٠٩».
- كلما كانت الزاوية (α) صغيرة وكانت الزاوية (β) كبيرة تكون زاوية الطيران (Y) صغيرة وبذلك يكون الطيران منخفض كما في الشكل (b-١٠٩).

اضافة لذلك فأن هناك علاقة بين سرعة الركض وزاوية الهبوط وزاوية الدفع للاعلى وزمن حركة الدفع. فعند السرعة الكبيرة في الركض مثلاً مع استمرار زمن الدفع لفترة طويلة تتحرك نقطة مركز الثقل مسافة اطول للأمام ويجب ان تكون زاوية الهبوط على القفاز (a) كبيرة.

www.hollanduniversity.org



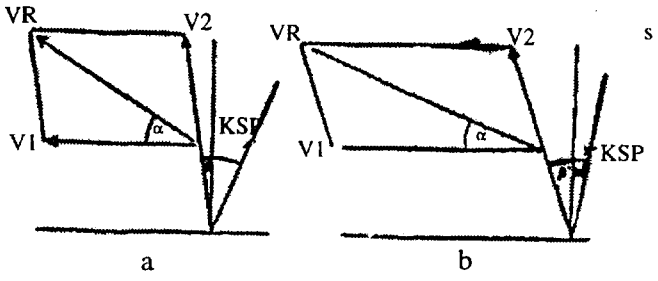
شكل (١٠٨)

زوايا الدفع عند الحركة الخطية

وبشكل 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 القفاز.

٢ – السرعة القليلة مع زمن القليل للدفع يسمح بأخذ زاوية دفع صغيرة.



شكل (١٠٩)

زوايا الهبوط والدفع والطيران

ان هذه العلاقات تعتبر عوامل مهمة يجب اخذها بنظر الاعتبار عند أداء حركات القفز. فالقفز فتحـ يتطلب عزم دوران بسيط كما ويمكن ان تكون مرحلة الطيران منخفضة بما تقدم يمكن تحديد الاستنتاجات التالية:

www.hollanduniversity.org

١ – لكي نحصل على مرحلة طيران عالية يجب اعطاء قوة دفع قوي مع زاوية كبيرة للهبوط على القفاز وزاوية صغيرة للدفع للاعلى مع مراعاة ان يكون الجسم للخلف قليلاً عند الهبوط على القفاز.

٢ – يجب ان يكون الدفع بقوة عالية وزمن صغير« انفجارياً».

٣ – عزم الدوران بتأثر بزاوية الانطلاق وزمن الدفع وهو يحدث نتيجة للدفع اللامركزي.

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 مارٍ بمركز 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 محمور الدوران ووفقاً للعلاقة التالية:

$$\text{عزم القصور الذاتي} = \text{الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^{٢}$$

من ذلك يمكن ملاحظة ان الكتلة لاجزاء الجسم الدائر حول محور يمكن ان تأخذ قيماً مختلفة لعزم القصور الذاتي وذلك وفقاً لبعدها او قربها من محور الدوران. ولو لاحظنا المعادلة اعلاه فاننا يمكن ان نلاحظ ان عزم القصور الذاتي يتناسب طردياً مع مربع تصف القطر الدوران في حالة ثبات الكتلة ولذلك يمكن للجسم الواحد ان يأخذ قيماً مختلفة لعزم القصور الذاتي تبعاً لتوزيع اجزائه حول محور الدوران. والقصور الذاتي له اهمية كبيرة في حركات الجمباز وخاصة حركات العقله. 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 للجسم حول العقله فان عزم القصور الذاتي يأخذه قيماً 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.فعزم القصور الذاتي حول المحور الطولي يسبب اختلاف ابعاد توزيع الكتلة.

www.hollanduniversity.org

اضافة لذلك فان هناك مبدأ مهماً 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 لان كمية الحركة الزاوية تساوي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية فان هذا المبدأ اي بقاء كمية الحركة الزاوية ثابت.

عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية = مقدار ثابت

اي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية يساوي مقدار ثابت. بمعنى انه اذا قل عزم القصور الذاتي زادت السرعة الزاوية والعكس صحيح اذا زاد عزم القصور الذاتي قلت السرعة الزاوية بشرط انعدام المؤثرات الخارجية.

وضع	دوران حول	عزم القصور الذاتي (كغم. متر²)
الوقوف	المحور السهمي	١٢,٠ – ١٥,٠
الوقوف	المحور العرضي	١٠,٥ – ١٣,٠
القرفصاء	المحور العرضي	٤,٠ – ٥,٠
الوقوف	المحور الطولي	١,٠ – ٥,٠
الوقوف الذراعين جانباً	المحور الطولي	٢,٠ – ٢,٥

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 تنعدم 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 نأخذ حركة الدورة

www.hollanduniversity.org

الهوائية المتكورة حيث يقوم اللاعب بحركة الثني السريع والتام لمفاصل الجسم لغرض تكويره من اجل تقليل عزم القصور الذاتي وبالتالي زيادة السرعة الزاوية. وعلى العكس من ذلك فأننا نلاحظ ان راقص البالية يقوم بفتح ذراعيه جانباً عندما يريد ايقاف حركته الدورانية لأن ذلك يؤدي الى زيادة عزم القصور الذاتي واقلال السرعة الزاوية.

اما بالنسبة للحركات التي تتم حول محور ثابت فانه يمكن زيادة السرعة الزاوية بتقريب كتل الجسم من محور الدوران وهذا يشكل اهمية كبيرة في حركات المرجحات حول محور الدوران. ان الاحتكاك بين محور الدوران وقبضتي اللاعب يكون لدرجة يعيق منها مرجحة الرياضي وذلك لانه ذلك يزيد من تحول جزء من الطاقة الميكانيكية الى طاقة حرارية.

لذلك فأن حركة المرجحة لا تستمر بنجاح بدون تأثير قوة اضافية وهذه القوة الاضافية يمكن الحصول عليها بأقلال عزم القصور الذاتي عن طريق تقريب نقطة مركز الثقل من محور الدوران وبذلك تزداد السرعة الزاوية.

ويمكن ان نلاحظ انه يرغم من كون حركات الثني في مفاصل الذراعين والركبتين مهمة في زيادة السرعة الزاوية وتقليل عزم القصور الذاتي الا انها تلائم حركات المرجحة الدورانية المستقيمة وذلك لانها تتعارض مع الشروط التكتيكية لهذه الحركات ولذلك فأن عملية تقريب مركز الثقل من محور الدوران في هذه الحركات تتم عن طريق ثني مفاصل الحوض.

الحركات البندولية:

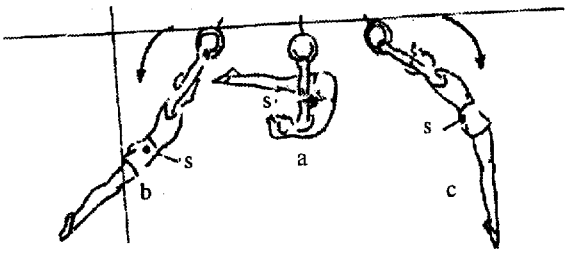
ان هذا النوع من الحركات يدخل ضمن نطاق حركات المرجحة على العقله هي حركة بندولية تختلف سرعة كل جزء من اجزاء الجسم القائم بالحركة باختلاف بعد ذلك الجزء عن محور الدوران. وجسم الانسان كما هو معلوم ليس جسماً متماسكاً في اجزائه بل انه يتكون من اجزاء تتمفصل بعضها مع البعض الآخر. فالمرجحة للجسم الانساني تتطلب بذل قوة اضافية تهدف الى تثبيته خلال المرجحة 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 مرجحة على المتوازي تكون سرعة الطرف السفلي قليلة وتتوقف حركة البندولية بسرعة اذا لم يقوم اللاعب بشد لمفاصل الطرف السفلي.

www.hollanduniversity.org

واذا اراد اللاعب ان يستمر في المرجحة بهذا الشكل فانه سيكون مضطراً الى زيادة في بذل القوة في لحظة الى أخرى. فعدم الشد في المفاصل يؤدي الى تقليل في مسار المرجحة وتثبيت المفاصل يتم ارادياً لذلك يتطلب منه اعطاء قدراً معيناً من القوة العضلية. يمكن تقوية المرجحة في الحركات البندولية من خلال تقريب مركز الثقل من محور الدوران فالمرجحة في تعليق الكب مثلاً يمكن تقويتها عن طريق التغيير من التعلق الكب الى وضع التعلق المعكوس. وكذلك تقوى المرجحة اذا تم التغيير من التعلق القرفصاء اثناء المرجحة البندولية الى وضع التعلق المعكوس.

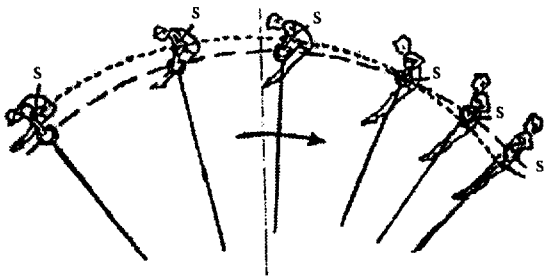
وكذلك يمكن ملاحظة هذه الحالة عند المرجحة اماماً من وضع التعلق السقوطي الشكل (١١٠-b)حيث ترفع الرجلين لوضع الكب ويتم ذلك في اعمق نقطة. وفي نهاية المرجحة اماماً يأخذ وضع التعلق السقوطي مرة اخرى كما في شكل (١١٠-c) اي يتم زيادة مدى المرجحة عن طريق التبادل بين وضع تعلق الكب ووضع التعلق السقوطي.

كما وان الدراسات والبحوث اكدت على ان الابعاد السريع لنقطة مركز الثقل في نقطة التحول والتقريب البطيء التدريجي لنقطة مركز الثقل خلال اعمق نقطة يؤدي الى التقوية الفعالة للمرجحة ويزيد من مداها كما في شكل (١١١).



شكل (١١٠)

وضع الرجلين في التعلق السقوطي



شكل (١١١)

الابعاد السريع لنقطة مركز ثقل الجسم

www.hollanduniversity.org

الفصل الثاني

بعض القوانين الميكانيكية في الجمباز

- الشغل
- القدرة
- الطاقة الحركية والطاقة الكامنة(طاقة الوضع)

www.hollanduniversity.org

الشغل Work

يعني الشغل القوة المبذولة للتغلب على مقاومة ما لمسافة ما. فلو اثرت قوة F على مقاومة ما وكان من نتيجة ذلك انتقال نقطة تأثرها في اتجاه عملها لمسافة محددة ولتكنS فان مقدار الشغل ينتج عن طريق حاصل ضرب مقدار هذه القوة في مسافة انتقال نقطة تأثيرها في اتجاه خط عملها ويمكن ان يتضح ذلك من خلال المعادلة التالية للشغل.

الشغل = القوة × المسافة

او $W = F \times S$

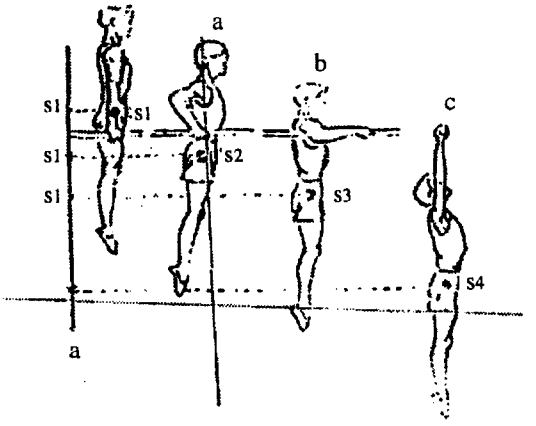
ان الوحدة التي يأخذها الشغل هو وحدة قوة مضروبة في وحدة مسافة اي (نيوتن ×متر) أو (باوند. قدم).

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 الحركي لفعاليات القفز الجمناستك،وهذا الارتفاع يعبر عن المسافة لبذل الشغل. وعندما نريد مقارنة مقدار الشغل لعدة اوضاع للارتفاع على المتوازي او على الحلق على سبيل المثال كما في الشكل (١١٣) فأننا يمكن ان نلاحظ ان نقطة مركز الثقل تقطع ا رتفاعات مختلفة مسببة اختلافاً في قيم ومقدار الشغل المبذول لكل وضع باختلاف الارتفاع ففي الشكل (a-١١٢) نلاحظ ان الحركة بدأت من وضع الثني 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 المشتركة في بذل الشغل الخاص لكل حركة. اي اننا لو قمنا ببذل شغل محدد باستعمال مجموعة عضلية قليلة 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.

www.hollanduniversity.org



شكل (١١٢)

القدرة Power

تعني القدرة بذل شغل ما والزمن الذي يستغرقة ذلك الشغل.أو هو معدل بذل الشغل على وحدة الزمن. فاذا ما نسبنا الشغل الى زمن بذله وليكن t"س اي اوجدنا معدل بذل الشغل او سرعة عمل القوة فان ذلك يعطي قيمة القدرة. اي القوة المميزة بالسرعة في مفهوم التدريب الرياضي. ويمكن ان نحسب القدرة بالعلاقة التالية

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \qquad \text{أو} \qquad \frac{\text{ق}}{\text{ز}}$$

ووحدة القدرة تتكون من وحدة الشغل/ وحدة الزمن أو (نيوتن . متر/ ث) أو (باوند.قدم/متر) .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.

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

www.hollanduniversity.org

وبما ان السرعة = المسافة/ الزمن

اذن القدرة = القوة × 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. وبناء 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 التكنيك 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.

والطاقةالحركية للجسم تساوي حاصل ضرب كتلته في مربع سرعته ووفقاً للمعادلة التالية.

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^{٢}}{٢}$$

وعند حركة الجسم فانه 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 فيمكن معرفة مقدارها وفقاً للعلاقة ادناه.

$$\text{الطاقة الحركية الدائرية} = \frac{\text{عزم القصور الذاتي} \times (\text{السرعة الزاوية})^{٢}}{٢}$$

www.hollanduniversity.org

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 للاوضاع الابتدائية اهمية كبيرة وذلك لانها تؤدي الى اكساب الجسم طاقة تطلق عليها طاقة الوضع وهذه الطاقة (الكامنة) او طاقة الوضع يمكن ان يستغلها لاعب الجمباز في اداء الجزء الرئيسي من الحركة والطاقة الكامنة يمكن ان يكسبها بفعل وضعية الجسم المختلفة فاثناء سقوط لاعب الجمناستك على الارض بعد اداء حركة مافي 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 مساوي للشغل الذي بذله للوصول الى هذا الوضع ويمكنه بذل مثل الشغل عن سقوطه للوصول الى وضعه الاصلي او الوضع الابتدائي الذي يعادل صفراً. ولكن تحديد مقدار طاقة الوضع (الكامنة) من خلال مايلي:

الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) = الكتلة × تعجيل الجاذبية الارضية × الارتفاع

أو الطاقة الكمانة(طاقة الوضع) = الوزن × الارتفاع

والطاقة الكامنة يمكن الاستفادةمنها 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 وبمعنى انه في اي لحظة تكون مجموع الطاقات يساوي مقداراً ثابتاً وبهذا اهمية كبيرة في حركات الجمباز.

حركات المرجحة في الجمباز

تنقسم ميكانيكياً الى قسمين :

١ - يكون الجسم المتمرجح قد وصل الى اعلى وضع نتيجة للحركة التمهيدية وبذلك يحصل الجسم على طاقة كافية كبيرةولذلك فأنه اذا ما كانت الحركة التمهيدية غير كافية فان ذلك يؤثر سلبياً على المصلحة الرئيسية من نتيجة لنقص الطاقة- ان هذا يكون واضحاً في حركات المرجحات على العقلة مثل حركة الى الوصول الى وضع قياسي مع ارتفاع كافي

www.hollanduniversity.org

لنقطة مركز الثقل بحيث تصل الطاقة الكامنة الى اقصاها. كما ويمكن ان يلاحظ ان الحركة الدائرية الكبرى على العقلة والتي يكون فيها نقطة مركز الثقل في اعلى نقطة فوق قضيب العقلة اثناء الوضع الابتدائي حيث يتم الوصول الى ذلك من خلال المرحلة التمهيدية.

٢ - في القسم الاول ومن اعلى نقطة وصلها الجسم تتم حركة مرجحة للاسفل وبذلك تتحول طاقة الوضع الى طاقة حركية والتي تصل لاكبر قيمةلها في اعمق نقطة ويستفاد من طاقة الحركة في استمرار واكمال 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 تتحول كاملاً الى طاقة حركية وذلك لان جزء منها يتحول الى طاقة حرارية نتيجة للاحتكاك بين القبضتين لليدين وعمود القعلة.

www.hollanduniversity.org

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 خاضعاً للقوانين الخاصة بحركة المقذوفات في مساره اضافة الى قوانين اخرى تفسر تأثير ميل الجسم عند الارتقاء 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 يتأثر بالعاملين التاليين:

- زاوية الجسم.
- قوة القذف.

ان لاعب الجمناستك بعد تركه الارض وكسر اتصاله بها لا يتمكن من ان يحدث اي تغيير في مسار مركز ثقل جسمه وان الحركات التي يؤديها قد تعمل على زيادة سرعة دورانه لهذا تبقى سرعته الأفقية وزمن طيرانه ومسار مركز ثقله ثابتة.

٢ – وان ارتفاع الطيران يعتمد على الحركة العمودي للطيران ويؤثر 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 زيادتها او نقصانها بل يمكن خزنها من قبل اللاعب وحيث 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 متكورة فانه يقوم بزيادة عزم القصور الاتي عن طريق زيادة نصف قطر الدوران من خلال ضم الركبتين.

٤ – يبدأ تأثير القوى المسببة للحركات الدورانية التي تؤدي في الهواء قبل ان يترك اللاعب سطح الاستناد. وهذا ما نلاحظه خلال انجاز اللاعب للدورة الهوائية الامامية حيث يكون مركز ثقله امام قدميه عند الارتقاء ممايسمح للجاذبية الارضية بتوليد عزم للدوران على الجسم فيكتسب كمية حركة زاوية يستغلها اللاعب في اكمال انجازالدوران في الهواء.

٥ – ان حركة اي جزء للجسم عندما يكون محلقاً في الهواء تؤدي الى حركة في بقية الجسم بالاتجاه المضاد. فاللاعب في الدورة الهوائية الخلفية يتمكن من انجاز التفاف بعد ان يصل الى الوضع المفرود بعد كسر اتصاله وتركه الارض بتحريك الذراع عبر الصدر فما يؤدي الى التفاف الجسم في الاتجاه المضاد ثم تحرك الذراع بعد ذلك فوق الرأس وتحفظ قريبة من الجسم لتجنب حدوث رد فعل آخر في عكس الاتجاه.

٦ – يتمكن اللاعب من انجاز التفاف حول المحور العمودي عندما يقوم بالدوران في الهواء حول المحور العمودي عندما يقوم بالدوران في الهواء حول المحور الافقي وبنفس 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 افقيا حتى تصل لوضع فوق الرأس وتحريك الذراع الاخرى للجانب وللاسفل عبر الجسم وهذا يسبب الالتفاف طبقاً لقانون رد الفعل.

الأسس الميكانيكية الخاصة بحركات المرجحات

تحتوي المرجحات على الاسس الميكانيكية الخاصة بحركة البندول والحركة الزاوية والقوة الطاردة والجاذبية. وفيمايلي اهم هذه الاسس:

١ – تؤدي الجاذبية الارضية الى زيادة سرعة البندول عند مرجحته للاسفل اما عندما تكون المرجحة للاعلى فأنه الجاذبية الارضية تعمل على نقصان سرعته حتى وصوله الى النقطة الميتة او نقطة الصفر ولهذا فأن سرعة البندول تبلغ اقصاها في قاع المرجحة وتصل الى الصفر عند كل من نهايتي القوس. لذلك فأنه على لاعب الجمناستك ان يقبض بقوة على اجهزة العقلة او المتوازي او الحلق وخاصة اسفل او قاع المرجحة حيث يكون ميل الجسم الى الطيران بعيداً في اقصى قيمة له.

٢ – الزيادة في الحركة البندولية للاعلى تؤدي الى زيادة عند حركتها للاسفل. فالجسم يتحرك عند تأرجحه خلال قوس اولاً في اتجاه واحد ثم في الاتجاه المعاكس. فالجسم يتحرك عند تأرجحه خلال قوس اولاً في اتجاه واحد ثم في الاتجاه المعاكس ولهذا فأنه يحدث دوران جزئي حول محور الدوران. فالجاذبية تعمل على انتاج المرجحة للاسفل فأنها في نفس

الوقت تضد في عملها للمرجحة للاعلى الا انها غير مسؤولة بشكل مباشر عن تحديد مدى الحركة لانه يعتمد بالاساس على كمية الحركة المكتسبة اثناء المرجحة للاسفل. واللاعب عندما يزداد الارتفاع الذي يبدأ منه المرجحة للاسفل يؤدي الى زيادة في ارتفاع المرجحة للاعلى.

٣ – ان قوى الجاذبية الارضية عامل مؤثر في الحركة البندولية على اساس ان الاجسام تبدأ من وضع معين يكون فيه وقد اكتسب طاقة وضع كبيرة اي يجب ان يكون الجسم قبل الحركة البندولية في وضع السكون اولاً ثم يترك العمل للجاذبية الارضية بعد ذلك لتقوم بانتاج الحركة البندولية للاسفل. فاللاعب عندبداية المرجحة يواجه مشكلة تتمثل في الحصول على طاقة كامنة (الوضع) بشكل كافي ويمكنه الحصول عليها على سبيل المثال بتحريك مقابض جهاز الحلق الى موضع آخر غير وضعه العادي خلال السكون كانه يقوم مثلاً بجذب الحلق او يقوم بمرجحة جسمه للخلف بقدر الامكان قبل ان تبدأ بالتعلق الكامل او بأن يأخذ دفعة من الارض او بأخذ خطوات هرولة او ركض سريع ثم التعلق.

٤ – يمكن زيادة ارتفاع المرجحة بزيادة نصف قطر الدوران خلال المرجحة للاسفل وتقصيره خلال المرجحة الاعلى. ان هذا التقصير لنصف القطر يؤدي الى اقلال عزم القصور الذاتي وبالتالي زيادة السرعة الزاوية. وكلما زادت سرعة حركة الجسم خلال المرجحة للاعلى زادت الطاقة الحركية وبالتالي الارتفاع الذي يصل له. فاللاعب في حركات الدوران على العقلة 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 للاسفل وذلك لان الجاذبية الارضية المسببة للمرجحة للاسفل تأخذ وقتاً يبدأ للتأثير على الجسم مضافاً لذلك فأن عزم الدوران يكون قوياً بسبب طول ذراع القوة المتمثلة بنصف القطر (الجسم) قبل وصوله لقاع المرجحة. ان هذه الكمية الحركية الزاوية يختزنها الجسم طبقاً لمبدأ بقاء الكمية الحركية لزاوية لكي تساعد الجسم خلال المرجحة للاعلى اضافة الى ان اللاعب يعمل على تقصيد بنصف قطر دورانه اثناء اتجاه مرحته للاعلى مسببة زيادة في السرعة الزاوية لحركة جسمه وذلك لانه:

عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية = كمية الحركة الزاوية = مقدار ثابت

سرعته الزاوية كافية خلال المرجحة للاسفل فانه يستطيع الوصول الى الارتفاع المناسب لاكمال الدورة الكبرى على العقلة.

٥ – ان تقصير نصف القطر لزيادة الارتفاع يجب ان يبدأ من اللحظة التي يكون فيها مركز الثقل تحت بار العقلة مباشرة وذلك لأنه السرعة للبندول تكون في اعلى مستوى لها عند قاع المرجحةوهذا التقصير لنصف القطر عند هذه النقطة يسبب تعجيلاً كبيراً في السرعة الزاوية. ويمكن ملاحظة ذلك عندما تقوم لاعبة الجمناستك في دائرة البطن الصغيرة للخلف على متوازي البنان بفتح جسمها خلال الدوران لغرض الحصول على نصف القطر دوران طويل يخدم المرجحة للاسفل وبمجرد مرور الرجلين من تحت اليدين يتم فيض الفخذ لتصغير نصف قطر الدوران في المرجحة للاعلى وبالتالي زيادة السرعة الزاوية.

٦ – يتناسب طول زمن الدورة او اللفة الكاملة طردياً مع الجذر التربيعي لطول نصف القطر. وكلما زاد طول نصف القطر بطئت المرجحة وبالتالي زاد الزمن المستغرقة للدورة.

٧ – ان وزن الجسم لا يؤثر على فترة البندول او زمن اللفة فالجسم الخفيف لا يتمرجح اسرع من الجسم الثقيل او العكس بالعكس ذلك لانه الاثنان يخضعان لقوانين الاجسام حرة السقوط.

٨ – في المرجحة المرتكزة يجب ان تكون مركز الثقل عند نقطة الارتكاز ففي الدائرة الخلفية او الامامية على سبيل المثال يستوجب وضع الثقل عند نقطة قبضة او مسك اليدين وهذا الوضع يساعد على الاقلال من الجهد المبذول في جعل الجسم ملاصقاً للبار خلال الدوران ذلك لانه عزم مركز الثقل حول محور الدوران يأخذ اقل قيمة له في هذه الحالة.

٩ – ان اللاعب سيطير بالاتجاه المماس لقوس الدائرة لو تعطل تأثير القوة الجاذبية المركزية عن العمل خلال مرجحة اللاعب حول العقلة بهذا يجب الاهتمام عند اداء النهايات بأن يترك الجهاز بعد الوصول للنقطة الميتة (نهاية المرجحة) وذلك لانه قيمة القوة الطاردة تساوي صفراً وبالتالي يستطيع اللاعب من السقوط العمودي على الارض بدلاً من الطيران في الاتجاه المماسي.

www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

١٠ – يجب ان تتم عملية ترك مسك الجهاز ثم اعادة مسكه ثانية للحركات التي تتطلب ذلك في قمة المرجحة حيث تكون قيمة السرعة تساوي صفراً وبالتالي تكون القوى الجاذبية والقوة الطاردة تساوي صفراً.

اما بالنسبة للنهايات فأنها يجب ان تتم في اللحظة التي يكون فيها المماس لقوس المرجحة 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 المرجحة للاسفل فأن الجزء البعيد سوف يتسارع بالنسبة للقريب ويسبقه في المرجحة للاعلى. ومن جانب ثاني فأن الجسم لو وصل جزءه البعيد الى المستوى العمودي قبل الجزء القريب فانه سيحدث العكس. اي ان الجزء البعيد سيتباطئ ويقوم الجزء القريب بقيادة المرجحة للاعلى ففي حركات الطيران من متوازي البنات او الدوران الهوائية من المتوازي للبنين يقوم اللاعب بدفع الورك امام القدمين يحصل على زيادة في تسارع المرجحة للاعلى نتيجة لأثر قبض مفصل الفخذ في تقصير نصف قطر الدوران.

١٢ – ان قوى الاحتكاك الناتجة من دوران قبضةلاعب الجمناستك بعمود العقلة تسبب استهلاك جزء من طاقة المرجحة (طاقة الحركة) وتحويله الى طاقة طردية. ان قوى الاحتكاك هذه تعمل على تقوية او زيادة احكام قبضة اللاعب عندما تكون المرجحة في الاتجاه الذي تشير اليه اصابع اللاعب وتعمل على اضعاف عملية القبض عندما تكون المرجحة في الاتجاه المعاكس.

الاسس الميكانيكية الخاصة بالدفع والهبوط

أن عملية الدفع او الهبوط مهمة في مجال الجمباز ويتم استخدام الرجلين واليدين على الجهاز او بدونه في هذا الجابنب وسنتعرض هنا ان هذه الاسس الميكانيكية والتي من اهمها مايلي:

١ – عند القفز على الحصان فأن الدفع اللامركزي 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 يساعده على عدم السقوط

www.hollanduniversity.org

للامام بهذا فأن الضغط اللامركزي باليدين ولفترة قصيرة يكون له اهمية كبيرة في مرحلة الطيران الثابت.

٢ - يكون الدفع لامركزياً في حركات القفز على الحصان. واذا كان القفز يتطلب ارتفاعاً عالياً للطيران فيجب ان يكون هذا الدفع اللامركزي قوياً مع كونه خط عمل قوة الدفع قريباً مركز الثقل. اما 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 الارتقاء وهذا يتحدد من سرعة الركض والدفع.لذلك يجب ان تتناسب بواسطة الدفع اليدين لذلك يجب ان يتناسب هذا الدفع مع نوع القفزة ايضاً.

٤ - يتحدد مسار طيران مركز الثقل الجسم في جميع القفزات عند انتهاء الدفع باليدين اوكسر الاتصال مع الارض. اما بالنسبة للحركات التي تؤدي على الحصان فأن يمكن ان يتغير هذا المسار عند الاستناد والدفع باليدين.

٥ - يقل التعرض للاصابات كلما قام اللاعب بالتدرج في التخلص من طاقة الحركة التي يكون الجسم قد اكتسبها خلال الهبوط. ويمكن تحقيق ذلك طبقاً للحالات ادناه:

- اذا كان الهبوط سيؤدي الى وقوع الجسم للامام«هبوط خاطيء » فيمكن اخذ دحرجة او خطرة بسيطة لتلافي ذلك.
- يجب الهبوط على المشطين ثم يتبع ذلك الكعبين مباشرة مع قبض الركبتين والفخذين عند الهبوط من الوثب كما في الحركات الارضية ويتم التحكم في هذا العملية بانقباض لامركزي من العضلات المادة لهذه المفاصل.

www.hollanduniversity.org

المراجع
العربية والانجليزية

www.hollanduniversity.org

المراجع العربية

١ - جيرد هوخموث: الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي للحركات الرياضية، دار المعارف القاهرة،١٩٧٨م.

٢ - جمال علاء الدين.دراسات معملية، بيوميكانيكا الحركات الرياضية، دار المعارف القاهرة، ١٩٨١م.

٣ - ريسان خريبط مجيد، موسوعة القياسات والاختبارات ، التربية البدنية والرياضية مطبعة التعليم العالي ١٩٨٩.

٤ - سيد عبد المقصود.نظريات الحركة.مصر :القاهرة،مطبعة الشباب الحر، ١٩٨٦.

٥ - سمير مسلط الهاشمي،البايوميكانيك الرياضي. التعليم العالي والبحث العلمي-بغداد ١٩٨٨م.

٦ - سمير مسلط علاوي.« مقارنة بين منحنيات القوى الرأسية والافقية وعلاقتها بالزمن عند الرجال والنساء،الوثب العالي بواسطة جهاز تسجيل القوى «بحوث المؤتمر العلمي الثالث لكليات التربية الرياضية للفترة من ١٤-١٦/٤/١٩٨٧،مطبعة جامعة الموصل/كلية التربية الرياضية.

٧ - سوسن عبد المنعم وآخرون. البايوميكانيك ، المجل الرياضي،دار المعارف، القاهرة ١٩٧٧م.

٨ - صادق فرج ذياب. رفع الاثقال -العراق:بغداد -مطبعة اوفسيت 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 البصير علي. تحليل ديناميكية بعض حركات الرجحة من وضع الارتكاز على الجهاز المتوازين رسالة دكتوراه.كلية التربية الرياضية للبنين القاهرة، جامعة حلوان ١٩٨٣م.

١٢ - عادل عبد البصير علي.الميكانيكا الحيوية، التقويم والقياس التحليلي ، الاداء البني دار فوزي للطباعة-القاهرة، ١٩٨٣/١٩٨٤م.

١٣ - عادل عبد البصير علي. الميكانيكا الحيوية، التقويم والقياس التحليلي، الاداء البدني دار فوزي للطباعة- القاهرة،١٩٨٣/١٩٨٤م.

www.hollanduniversity.org

١٤ – عادل عبد البصير علي.« التحليل بيوكينماتيكية الصعود بالكب الطويل من الوقوف على اليدين للارتكاز على المتوازيين» مجلة دراسات وبحوث المجلد التاسع–العدد الرابع، جامعة حلوان ، ١٩٨٦م.

١٥ – عادل عبد الحافظ.دراسة مقارنة لدفع الجلد بطريقة الزحف وطريقة الدوران على مسافة الرمي، رسالة ماجستير غير منشورة ١٩٧٥.

١٦ – عبد علي نصيف. صباح عبدي. المهارات والتدريب، رفع الاثقال، بغداد: مطبعة التعليم العالي ، ١٩٨٨.

١٧ – عبد النبي المغازي احمد خضر. العلاقات الديناميكية المصاحبة لخطوة الحاجز–رسالة دكتوراه.كلية التربية الرياضية للبنين، القاهرة،جامعة حلوان ، ١٩٨١.

١٨ – عبد علي نصيف وكيرهارد ميزر، البايوميكانيك–مطبعة الميناء–بغداد ،–١٩٧٢م.

١٩ – عصام محمد أمين .دراسات علمية،البايوميكانيك –دار المعارف– ١٩٧٧م.

٢٠ – علي محمد عبد الرحمن–« خصائص مرحلتي الاقتراب والطيران، الدورات الهوائية الخلفية المكورة والمستقيمة» مجلة المؤتمر العربي الاول لرياضية الجمباز، الاردن، عمان ١٠–١٢/١٢/١٩٨٧م.

٢١ – فؤاد توفيق السامرائي– البايوميكانيك –جامعة الموصل، العراق: ١٩٨٢م.

٢٢ – فيصل رشيد العياش. رياضة السباحة– جامعة بغداد :١٩٨٠م.

٢٣ – فيصل رشيد العياش.رياضة السباحة والعاب الماء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي– مطبعة جامعة بغداد:١٩٨٥م.

٢٤ – قاسم حسن حسين– التحليل الحركي الميداني القفز العالي . مطبعة علاء بغداد العراق– ١٩٨٠م.

٢٥ – قاسم حسن حسين. ونزار الطالب– الاسس النظرية والميكانيكية،تدريب الفعاليات العشرية للرجال والخماسية للنساء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي–جامعة بغداد ١٩٧٩م.

٢٦ – لؤي الصميدعي –البايوميكانيك والرياضة– دار الكتب للطباعة،دار النشر –جامعة الموصل– ١٩٨٧.

٢٧ – محمد يوسف الشيخ– الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة، دار المعارف،القاهرة ١٩٦٩م.

٢٨ – محمد يوسف الشيخ– الميكانيكيا الحيوية، دار المعارف، القاهرة،١٩٨٢م.

www.hollanduniversity.org

٢٩ – محمد قيصرون ميرزا- الميكانيكيا، دار الامل،اربد:الاردن ، ١٩٨٥م.

٣٠ – محمد حسن علاوي، محمد نصر الدين رضوان- اختبارات الاداء الحركي، دار الفكر العربي ،١٩٨٢م.

٣١ – محمد حسن علاوي.محمدنصر الدين رضوان- القياس، التربية الرياضية وعلم النفس الرياضي، دار الفكر العربي، ١٩٨٩م.

٣٢ – نبيل العطار، عصام حلمي، الاسس العلمية للسباحة، دار المعارف –القاهرة ،١٩٨٠م.

٣٣ – نجاح مهدي شلش.مبادئ الميكانيكا الحيوية،تحليل الحركات الرياضية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٨م.

٣٤ – نزار الطالب.المدخل الى علم البايوميكانيك تحليل الحركات الرياضي،جامعة بغداد ١٩٧٦م.

٣٥ – وجيه محجوب ونزار الطالب- التحليل الحركي، جامعة بغداد، ١٩٨٢م.

٣٦ – وديع ياسين. النظرية والتطبيق، رفع الاثقال- الجزء الاول والثاني، العراق-الموصل .مطبعة جامعة الموصل، ١٩٨٥.

www.hollanduniversity.org

1- A Comparison of ground reaction Avariah P.and Williamsgk and Clarke, T. Forces during Walking bere 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 .Apractical Approach to Measurment in P.E. 2nd ed., Lea and Febiger,Philadeliphia, 1973.

4-Barry,L.and others, Practical Measument for Evaluation of physical. Ed. Burgess Publishing Company ,Minneapolis,Minnesota 2nd ed., 1976.

5-Bergman,B.W.Acinematographical and kenamatic Analysis of the Centure of Gravity during the kip on the High Horizental Bar,M.A.,in P.E 1973, Aahpar, CRA.Inc .Internat series Biomechanics,V,B.un.park press Ballimore.

6-Boitcher,K.Biomechanical analysis of selected phases of crawl and breast strickes Biomechanics VII B.un .Park press Baltimore 1982 PP. 455.-459.

7-Broer,M.Efficiency of Human Movement 3rd VV.B.Saunders Co.Philadilpia ,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.Photgrammetry Applied to the Spatial Cnaracteristics of an arm morement in Swimming ,Biomechanics, VII-B.un.Park Press Baltimore 1982 PP.430-411.

11-Cooper and Glassow,Kinesiology .The Gr.Mosby Co. stlous 1976.

www.hollanduniversity.org

12-Disch,G.J.and Hudson,L.T?.Measurment Aspects of Biomechincal Analysis Biomechanics symposiums proceddings 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 Frequencty Stroke Length and Performan ce 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 Frequpncy of Stride of the worids 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 intermational Discuss Throwing , Track and Field Quarterly Reriew, LV,March 1975PP.54-57.

www.hollanduniversity.org

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, Arbeitspysiology XX 1963P.291.

28-Ramy,M.R.The use of Angular momentum in the study of long Jump take-off. Inc. Nelson and Morhause,C.A. ed: Biomechanics IV,mn. Park Press ,Baltimore.1974.

29-Rasch and Burke,Kinesiology and Applied Anatomy 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.AnElectrogoniometic 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

www.hollanduniversity.org

soccer players when cxccuting along range and amedium range in-stop Soccer kick Biomechanics ,VII Bun ,Park Press Baltimor 1982 PP. 337-341.

36-Sweringen ,J.J. and Wallace , T.F. Determination of Centers of Gravity in Children , Federall 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 determing the Angular Momontum of Human Body. ed. Int Series on Biomech.vol.Ib., Baltimore ,Mn Praopress 1976.

40-Wyhitestt,C.E,Some Dynamic Resources Ch3aracteristics of Wieghtless man Tech-Docnm. Rep.AMR ,L-TOR-63-18 Wrighpatterson Air Force Base,Phio.

www.hallauniversity.org

محتويات الكتاب

«الباب الاول»

الفصل الاول:

- علاقة التقويم والقياس في التحليل الحركي ——— ٩
- مفهوم التقويم والقياس وانواعه ——— ٩
- الفرق بين التقويم والقياس ——— ١٠
- طرق ووسائل التقويم في الميكانيكا الحيوية ——— ١١

الفصل الثاني:

- انواع التحليل الحركي ——— ١٣
- أشكال الحركات ——— ١٤
- الحركات الاساسية لمفاصل جسم الانسان ——— ١٥
- المحاور والمستويات ——— ١٦
- المفاصل في جسم الانسان ——— ١٨
- نسبية الحركة والنظام الاحداثي. ——— ٢١

الفصل الثالث:

- قواعد التحليل الحركي ——— ٢٣

الفصل الرابع:

- التحليل الميكانيكي الحيوي للمهارات الحركية. ——— ٢٩

«الباب الثاني»

الفصل الاول:

- التحليل الكيناتيكي الحيوي لحركات الخطية والزاوية. ——— ٣٢
- تعيين المسار الحركي ——— ٣٣
- تعيين المسار الزمني ——— ٣٨

www.hollanduniversity.org

- تعيين مسار السرعة اللحظية ٤٠
- تعيين مسار التعجيل الارضي ٤٣
- تعيين زاوية انطلاق الجسم لحظة كسر الاتصال ٤٧
- تعيين مسار السرعة الزاوية ٥٣
- تعيين مسار التعجيل الزاوي ٥٨
- حساب زمن الاجسام المقذوفة ٦٢

الفصل الثاني:

- التحليل الكيناتيكي الحيوي لحركات الخطية والزاوية. ٦٧
- تحديد القوى كدالة للزمن خلال مرحلة الاتصال. ٦٨
- تحديد دفع القوى للزمن خلال مرحلة الاتصال. ٧٨
- تحديد منحني دفع الدوران خلال مرحلة الاتصال. ٨١
- تحديد منحني طاقة الحركة الدورانية كدالة للزمن خلال مرحلةالاتصال. ٩٤
- تحديد منحني طاقة الوضع للجسم كدالة لزمن خلال مرحلة الاتصال. ٩٦

«الباب الثالث»

التحليل الحركي لفعاليات العاب الساحةوالميدان

الفصل الاول:

- التحليل الحركي للفعاليات التالية ٩٩
- المشي Walking ١١٠
- الركض بانواعه « الجري» Running ١١٥
- الركض ١١٠م حواجز Hurdling ١٣٤

الفصل الثاني:

- التحليل الحركي لفعاليات الرمي Throwing ١٥٣
- قذف الثقل Shot Puting ١٥٧
- رمي القرص Discus ١٧٨
- رمي الرمح Javelin ٢١٤

www.hollanduniversity.org

الفصل الثالث:

- التحليل الحركي لفعاليات القفز والوثب Jumping ـــــــــــــــ ٢١٩
- الوثب العالي High Jump ـــــــــــــــ ٢٢٠
- الوثب الطويل العريض Long Jump ـــــــــــــــ ٢٣٢
- القفز بالزانة Pole voulting ـــــــــــــــ ٢٤٢

«الباب الرابع»
التحليل الحركي للالعاب الفرقية والفردية

الفصل الاول:

- التحليل الحركي للسباحة Swiming ـــــــــــــــ ٢٥٦

الفصل الثاني:

- التحليل الحركي لرفع الاثقال Weight Lifting ـــــــــــــــ ٣٠٢

الفصل الثالث:

- التحليل الحركي للتصويب في كرة السلة Shooting ـــــــــــــــ ٣٢٨

الفصل الرابع :

- التحليل الحركي للرفس بكرة القدم Kicking ـــــــــــــــ ٣٣٨

«الباب الخامس»
التحليل الحركي للجمباز Gymnastics

الفصل الاول

- الاداء الحركي في الجمباز ـــــــــــــــ ٣٤٨

الفصل الثاني:

- بعض القوانين الميكانيكية للجمباز. ـــــــــــــــ ٣٥٧

الفصل الثالث:

- الاسس والمبادئ الميكانيكية في الجمباز. ـــــــــــــــ ٣٦٣

المراجع: ـــــــــــــــ ٣٧١