البايوميكانيك والتدريب الرياضي
Biomechanics and Sport Training



Prepared by:

Prof. Dr. Ahmed Waleed Abdulrahman

Postgraduate Studies (Ph.D)

2026 – 2027

مدخل:



إن التعامل مع جسم الرياضي يعتمد على المحاولات العلمية لدراسة الترابط بين عمليات التدريب الرياضي وبين طرق تطوير الاداء والانجاز الرياضي، من خلال تحسين الادوات والمستلزمات الخاصة بالرياضي والتي تساعده في الحصول على أنسب المسارات الحركية ووفقاً لحدود الحركة التي يؤديها وبالشكل الاقتصادي.. حيث أن اتباع نتائج التحليل الميكانيكي واعتماد النظريات الميكانيكية في التدريب وتطبيقها بشكل ميداني وعملي سوف يؤدي بشكل مباشر الى تحسين التكنيك والاداء وبالتالي تحقيق الانجازات الرياضية من خلال بناء فلسفة خاصة لتقويم هذا الاداء والتعرف بشكل علمي على نواحي الضعف والقوة في الصفات البدنية ذات العلاقة بتحقيق الشروط الميكانيكية الصحيحة..

وهناك عدد من التطبيقات التي يتم من خلالها تحقيق الترابط بين القوانين الميكانيكية والتدريب الرياضي:

- **تطبيق1 (طول الخطوة وترددها) وعلاقته بالعملية التدريبية:**
- عند دراسة أحد الارقام العالمية المتحققة بركض m100، نلاحظ أن هذا الرقم يتأثر بكميات كل من معدل السرعة (المسافة والزمن) من جهة، ومن جهة اخرى يرتبط هذا الرقم مميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المتطلبات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لاداء هذه الخطوة.. وبهذا يكون معدل السرعة هو نتاج لكل من طول الخطوة وترددها وحسب العلاقة الاتية:
- معدل السرعة= طول الخطوة × ترددها
- طول الخطوة: هو مقياس كمي يقاس بالمتر ويعبر عنه (بالطول الزمني)
- تردد الخطوة: هو عدد الخطوات في زمن محدد ويعبر عنه (بالتردد الزمني)
- زمن الخطوة: له علاقة بزمن دفع القوة (القوة × الزمن) ويطلق عليها (اللحظة الزمنية)، وهي ترتبط بعلاقة بتغير كمية الزخم (الكتلة × السرعة)
- عدد الخطوات التي يقطعها العداء في زمن محدد، يتحدد بمعرفة الزمن المستغرق في الخطوة الواحدة، فإذا كان الزمن كبير نجد عدد الخطوات قليلة والعكس صحيح.
- يبذل العداء حوالي 67% من زمن الخطوة في ملامسة الارض أثناء الخطوات القلائل ألاولى بعد الانطلاق، وتتناقص هذه النسبة الى 40% أو اقل عند بلوغ السرعة القصوى.
- يستطيع العداء التحكم بالزمن عن طريق سرعة عمل عضلات الرجلين والتي قد تكون جيدة عند عداء وضعيفة عند اخر، وهنا تدخل العوامل الوراثية ،وهذا يتطلب أيضاً سرعة إنقباض وإنبساط العضلات العاملة والتي تتأثر بعمل الجهازين العصبي والعضلي..



لاحظ العلاقة بين طول الخطوة وترددها من خلال الجدول الأتي:



تنظيم السرعة	طول الخطوة	ترددها	معدل السرعة
طول خطوة جيد + تردد ضعيف	2م/خ	3خ/ث	s/m6
طول خطوة جيد + تردد جيد	2م/خ	4خ/ث	s/m8
طول خطوة أقل + تردد جيد	1,50م/خ	4خ/ث	s/m6
طول خطوة جيد + تردد جيد	1,75م/خ	4خ/ث	s/m7

التعرف على قيم كل خطوة وترددها وتحديد الضعف في هذه m.يمكن من خلال تحليل زمن 100 العوامل والتي تساعد في بناء برنامج تدريبي لتطويرها.. ويمكن توضيح ذلك من خلال التطبيق الاتي:



- عندما يكون لدينا عدائين اثنين يمتلكان الازمان أدناه في m100:
- s9,92 (زمن إنجاز العداء الاول) ويعمل 44 خطوة على طول مسافة السباق
- s10,50 (زمن إنجاز العداء الثاني) ويعمل 48 خطوة على طول مسافة السباق
- من خلال هذين الزمنيين يمكن التوصل الى المتغيرات الميكانيكية التي تعطي للمدرب الاسباب الحقيقية للضعف في الجانب البدني والذي يكون مسؤولاً عن هذه المتغيرات:
- أولاً/ نستخرج معدل السرعة لكل عداء من خلال معطيات المسافة والزمن.. حيث
- (V= d/t)
- فيكون معدل سرعة العداء الاول s/m10,08
- ومعدل سرعة العداء الثاني s/m9,52
- ثانياً/ نستخرج طول خطوة الركض لكل عداء كمعدل بقسمة المسافة الكلية على عدد الخطوات لكل عداء، فيكون معدل طول خطوة العداء الاول 2,27م/خ
- ومعدل طول خطوة العداء الثاني 2,08م/خ

- إذاً الفرق بين طول الخطوتين هو m0,19، أي إنه في كل خطوة يكون الفرق ثابت وهو m0,19، وهذا الفرق يكون لصالح العداء ذو الزمن الاقل.. 0,19 × 44= m8,36 ... أي يصل العداء ذو الزمن الاقل قبل الاخر بمسافة m8,36.
- إذا اريد زيادة كفاءة العداء الثاني، فيجب أن نعمل إما على زيادة طول خطوته أو زيادة تردد خطوته، ولو فرضنا إننا نعمل على زيادة طول خطوته من 2,08م/خ الى 2,12م/خ، أي بزيادة 4سم وهذه الزيادة ممكنة جداً لانها لاتؤثر على زوايا الرياضي أثناء الركض ولانها من الممكن تحقيقها بسهولة أما بالتاكيد على تطوير تكنيك الخطوة أو بإجراء تدريبات الوثب المختلفة لتطوير القوة السريعة.. وبذلك نرجع الى المعادلات السابقة لنرى مدى الفائدة من زيادة معدل طول الخطوة

- فيكون معدل السرعة هنا 2,12م/خ × 4,57خ/ث= 9,70m/s
- - لو رجعنا الى معادلة السرعة V= d/t وطبقناها
- فتكون 9,70m/s= 100m/ t
- اذاً t= 10,30s أي بنقصان 0,20s عن الوقت الاصلي.. وهذا قد تم تحقيقه من خلال:
- التركيز على تكنيك الخطوات وتدريباتها (رفع الركبة أثناء الركض والمرجحة الصحيحة وتطبيقات عزوم قصورالرجلين الذاتية بالشكل الصحيح)
- تنفيذ تدريبات القوة المميزة بالسرعة بالصورة الصحيحة والتي تطور من زمني الارتكاز والطيران لخطوات ركض العداء، وهذا يعني إن زمن الدفع اللحظي يكون قصير جداً ويعطي ردود أفعال عالية اثناء الدفع لتطبيق حركات الارتكاز والطيران عند الركض.



أسباب استخدام هذا التطبيق:

ما ذكر أعلاه يمثل واحدة من المشاكل العلمية التي تخص الاداء الفني لاحد الفعاليات ذات الاداء المميز بالسرعة القصوية، والتي يجب الانتباه لها أذا كان لدينا عداء ذو مواصفات بدنية وفسيولوجية وجسمانية جيدة والذي من الممكن أن يكون لديه مؤهلات عداء سرعة وما تم تطبيقه من تطوير في سرعة عداء m100، يمكن أن نطبقه على تدريبات السرعة لمختلف الالعاب بالاعتماد على هذه القيم الرقمية.

تطبيق2 قانون الطاقة الحركية وعلاقته بالعملية التدريبية :

تطبيق3 قانون قوة الدفع وعلاقته بالعملية التدريبية:



تطبيق 4استخدام الزمن القصوي في تدريبات الوثب:



- مثال ركض على شكل وثبات لمسافة m10 او m20
- اولا: تحسب عدد القفزات للمسافة (5,5 قفزة)
- ثانيا :يحسب الزمن لهذه المسافة (s3)
- ثالثا:يتم قياس الشدة القصوية من خلال قسمة عدد القفزات على زمنها:
- 5,5 ÷ 3 = 1,83 ق/ث وهو يمثل 100%
- نريد ان نطور هذا القفز الى 110%
- 1,83 × 110% = 2 ق/ث وهكذا.. وللوصول الى هذه الشدة يعني علينا تطوير زمن تماس القدم بالارض والقوة اللحظية.



تطبيق 5 مفهوم السرعة الحرجة (Critical speed):

- السرعة الحرجة: اعلى سرعة للاعب يمكنه الاستمرار بها دون استنفاذ الجهد ودون الوصول للعتبة اللاكتيكية.
- قانون السرعه الحرجة: السرعة الحرجة = $(_1d - _2d) \div (_1d\ t - _2d\ t)$
- الناتج هو السرعة التي تستخدم في التدريب لتطوير التحمل الخاص سواء في الركض (جميع الالعاب التي يدخل الركض فيها كحركه اساسية بها) او السباحه.

مثال تطبيقي:



- اذا كان زمن m50 لسباح هو s31، وزمن m400 سباحة هو 291ث (بمعدل سرعه s/m1,37)، اوجد السرعة الحرجة واستخدمها لتدريب التحمل الخاص لهذا السباح؟
- $CS = (d_1 - d_2) \div (t_2 - t_2)$
- $= (50\ m - 400\ m) \div (31\ s - 291\ s)$
- $= 350 \div 260 = 1.35\ m/s$
- يمكن استخدام CS المحسوبه لتحديد ازمان التدريب الهوائي وكما يأتي:
- 400 ÷ 1,35 =296.3ث
- اي (4,56,3دقيقة) بشدة 100% من CSويمكن استخدام اي شدة اخرى اقل من القصوية وفقا للطرق التي تم التطرق اليها.

واجب

- ركض 400 m بزمن 52 s، وركض 50 m بزمن 6,70 s؟
- لاعب كرة (سلة – يد - قدم) يقطع مسافة 1000 m خلال شوط من اشواط المباراة بزمن 240 s، ويقطع مسافة 30 m بزمن 4,3 s ؟





شكرا لطيب الاستماع