المحاضرة الثالثة
قوانين السرعة الميكانيكية في تصميم وتحديد شدة التدريب الرياضي

الاستاذ الدكتور صريح عبدالكريم

© جميع الحقوق محفوظة للأكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2006

- عند دراسة ***قانون السرعة*** والذي يعني النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم إلى زمن قطع هذه المسافة، فإنه يمكننا من التعرف على العديد من المميزات البدنية والتدريبية التي يمكن أن نطورها بالتدريب لدى اللاعب.
فمثلا عند دراسة أحد الأرقام العالمية المتحققة بركض (100) متر مثلا كلعبة فرديه تعتمد في انجازها على الزمن المتحقق والذي يعني الإنجاز المتحقق، نلاحظ إن هذا الإنجاز يتأثر بكميات ميكانيكية متعددة وهي كل من معدل السرعة والذي يرتبط بكل من المسافة والزمن المستغرق لقطعها، من جهة، ومن جهة أخرى يرتبط هذا الرقم أيضا بمميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المميزات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لاداء هذه الخطوة وهي زمن الارتكاز وتكراره (تردد الخطوات، وزمن الطيران وتكراره ، أي طول الخطوات ، وبهذا يمكن إن يكون معدل السرعة هو نتاج لكل من طول الخطوة وترددها ويمكن إن تكون العلاقة التي تربطهم معا هي
- **معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها**
- **فمعدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على أداء حركات متكررة متتالية من نوع واحد في اقل زمن ممكن**
- **السرعة = المسافة / الزمن**
- **وكذلك معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها**
- **- طول الخطوة هو مقياس كمي يقاس بالمتر (ويعبر عنه بالطول الزمني)**
- **إما تردد الخطوات فهو يعني عدد الخطوات في زمن محدد (ويعبر عنه بالتردد الزمني)**

- زمن الخطوة هو عبارة عن مجموع زمنين هما زمن الارتكاز (مس الارض بالقدم في كل خطوة ،والذي له علاقة بزمن دفع القوة (**القوة × الزمن**) والتي أطلقنا عليها اللحظة الزمنية ، وهي العامل الحاسم في تغير كمية حركة الجسم ايجابيا أو سلبيا(**الكتلة × السرعة**) ، وزمن الطيران وهو الزمن الذي يستغرقه الجسم بين لحظتين زمنيتين ويسمى ايضا بالطول الزمني.
- عدد الخطوات التي يقطعها العداء في زمن محدد يتحدد بمعرفة الزمن المستغرق في الخطوة الواحدة، فإذا كان هذا الزمن (اي الطول الزمني كبير) نجد عدد الخطوات قليلة والعكس صحيح ، ووفقا لمعادلة سرعة التردد والزمن المستغرق لاداء الخطوة يتحدد زمن الارتكاز وزمن الطيران.
- ويشير بعض العلماء إلى إن النسبة بين زمني الارتكاز والطيران عند كل خطوة ركض يكون كما يلي:
- في مرحلة البداية بعد الانطلاق (مثل الجزء الاول من مسافة 100 متر لمتسابق هذه المسافة على سبيل المثال) تتراوح النسبة بين (2-1) تقريبا بين كل من زمن الارتكاز والطيران (أي ان زمن ارتكاز يكون ضعف زمن الطيران)
- وعند أقصى سرعة (في منتصف المسافة تقريبا) تتراوح النسبة بين زمن الارتكاز وزمن الطيران ما بين (1.30-1.50) تقريبا.
- يبذل العداء حوالي 67% من زمن الخطوة في ملامسة الأرض أثناء الخطوات القلائل الأولى بعد الانطلاق ، ويتناقص هذا الرقم إلى 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 آخر ، وهنا تدخل العوامل الوراثية ، وهذا يتطلب أيضا سرعة انقباض وانبساط العضلات العاملة والتي تتأثر بعمل الجهازين العصبي والعضلي.

- وقد أوضح الكثير من الباحثين إن كلا العاملين يكونان في حالة توازن تقريبي ، لكن في حالة بذل القوة بتكرار عالي فان ذلك سوف يؤدي الى زيادة التردد ويؤدي في المقابل إلى الإقلال من طول الخطوة .. إلى جانب إن طول اللاعب الكلي وطول الرجلين والقوة العضلية النسبية للعضلات الرجلين يلعب دور كبير في هذا المقدار ، نلاحظ إن العلاقة بين طول الخطوة وترددها من خلال المثال التالي:

جدول 1
يمثل تنظيم السرعة وفقاً لطول وتردد الخطوات

معدل السرعة	ترددها	طول الخطوة	تنظيم السرعة
6م/ث	3 خ/ث	2م	طول خطوة جيد ، تردد ضعيف
8م/ث	4خ/ث	2م	طول(خطوة + تردد)جيدين
6م/ث	3خ/ث	2م	طول خطوة جيد ، تردد ضعيف
6م/ث	4خ/ث	1.50م	تردد جيد ، طول خطوة اقل
6م/ث	3خ/ث	2 م	طول خطوة جيد+ تردد ضعيف

- يمكن من خلال تحليل زمن الـ (100متر) وبمعرفة مجموع الخطوات التي يقطع بها العداء هذه المسافة ، التعرف على قيم كل من طول الخطوة وترددها وتحديد الضعف في هذه العوامل الذي يؤدي الى ضعف في معدل السرعة والانجاز الكلي والذي يعطي فكرة عن الصفات البدنية التي تؤثر بشكل مباشر على هذه المتغيرات ، وبالتالي المساعدة في بناء برنامج تدريبي لتطويرها ، ويمكن توضيح ذلك من المثال التالي :
- عندما يكون لدينا عداءين اثنين يمتلكان الأزمان التالية في 100 متر :

–الأول يحقق زمن 9.92 ث (زمن إنجاز العداء لأول) ويعمل 44 خطوة على طول مسافة السباق عل سبيل المثال.

–الثاني يحقق زمن 10.50ث (زمن إنجاز العداء الثاني) ويعمل 48 خطوة على طول مسافة السباق أيضا على سبيل المثال.

فإنه من خلال هذين الزمنيين يمكن التوصل إلى المتغيرات الميكانيكية الآتية والتي تعطي للمدرب الأسباب الحقيقية للضعف في الجانب البدني والذي يكون مسئولا عن هذه المتغيرات الميكانيكية للعداء الثاني:

–أولا- نستخرج معدل السرعة لكل عداء من خلال معطيات المسافة والزمن(س= م/ن)

– يكون معدل سرعة العداء الأول 10.08 م/ث وللثاني 9.52 م/ث

ثانيا- نستخرج طول خطوة الركض لكل عداء (كمعدل) **بقسمة المسافة الكلية على عدد الخطوات** لكل عداء

- فيكون معدل طول خطوة العداء الأول 2.27 متر وللثاني 2.08 متر، أذن الفرق بين طول الخطوتين هي0.18 سم أي انه في كل خطوة يكون الفرق ثابت وهو (0.18 سم وهذا الفرق يكون لصالح العداء ذو الزمن الأقل ويكون 0.18 × 44 خطوة =7.92 متر) أي يصل العداء ذو الزمن الأقل قبل الاخر بمسافة (7.92 متر) ، وإذا أريد زيادة كفاءة العداء الثاني ، فيجب أن نعمل إما على زيادة طول خطوته أو زيادة تردد خطواته، فلو فرضنا أننا نعمل على زيادة طول خطوته من 2.08 متر إلى 2.12 متر إي بزيادة 4 سم وهذه الزيادة ممكنة جدا لأنها لا تؤثر على زوايا جسم الرياضي أثناء الركض ولأنها من الممكن تحقيقها بسهولة أما بالتأكيد على تطوير تكنيك الخطوة أو بأجراء تدريبات الوثب المختلفة لتطوير القوة السريعة ، وبذا نرجع إلى المعادلات السابقة لنرى مدى الفائدة من هذه زيادة معدل طول الخطوة فنقول:
- **أولا-** إن **معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها**

  في هذه الحالة يكون تردد الخطوة بالنسبة للعداء الثاني هو:

  9.52 \2.08= 4.57 خ/ث

  (ملاحظة يمكن ان نستخرج تردد الخطوات بقسمة عدد الخطوات على الزمن ، وفي هذه الحالة يكون ناتج 48 خ / 10.50ث = 4.57 خ/ث وهو نفس الناتج أعلاه)
- **ثانيا- الان لو فرضنا إن هذا التردد يمكن تحقيقه مع الزيادة في طول الخطوة (4 سم) فيكون معدل السرعة هنا = 2.12م ×4.57 خ/ث**

  وهو يساوي = 9.70 م/ث
- **ثالثا - فلو رجعنا إلى معادلة السرعة (س= م/ن) وطبقناها لاستخراج الزمن الجديد بعد تطوير طول الخطوة ، فنقول**
- **بما أن السرعة هي 9.70م /ث= المسافة100م \ الزمن)مجهول)**
- **آذناً الزمن = 10.30 ثانية أي بنقصان 0.20 ثانية عن الوقت الأصلي**
- **وهذا يمكن تحقيقه فقط بالتركيز على تكنيك الخطوات وتدريباتها (رفع الركبة أثناء الركض والمرجحة الصحيحة وتطبيقات عزوم قصور الرجلين الذاتية الصحيحة وكذلك تناسق عزوم قصور الذراعين والجذع بما يتناسب وتحقيق التناسق بالشكل الصحيح والامثل والذي يعطي امكانية لتحقيق المسافة المناسبة لمرحلة الطيران)، فضلا عن ذلك يمكن تنفيذ تدريبات القوة المميزة بالسرعة بالصورة الصحيحة وتمارين البلايومتركس الخاصة، والتي تطور من زمني الارتكاز والطيران لخطوات ركض العداء وهذا يعني إن زمن الدفع اللحظي يكون جدا قصير ويعطي ردود أفعال عالية أثناء الدفع لتطبيق حركات الارتكاز والطيران عند الركض.**

- هذه واحدة من المشاكل العلمية التي تخص الأداء الفني لاحد الفعاليات ذات الأداء المميز بالسرعة القصوية والتي يجب الانتباه لها إذا كان لدينا عداء يمتلك مواصفات بدنية وفسيولوجية وجسمانية جيدة والذي من الممكن إن يكون لديه مؤهلات عداء سرعة.وماتم تطبيقه من تطوير في سرعة عداء 100 متر ، يمكن إن نطبقة على تدريبات السرعة لمختلف الألعاب بالاعتماد على هذه القيم الرقمية. وكذلك في تدريبات السباح.

- **ويمكن استخدام *نظرية الطاقة الحركية* في تحديد شدة التدريب للاركاض القصيرة:**
- من المسلم به إن تحديد الشدة التدريبية عند تدريبات السرعة لعدائي المسافات القصيرة، لغرض تطوير السرعة اومطاولة السرعة الخاصة فان ذلك يتطلب منا اولاً تحديد الزمن القصوى لقطع هذه المسافة القصيرة التي نريد نتدريب لاعبينا عليها، وهذا الزمن يمثل الشدة القصوي له (أي الشدة القصوية 100%) ثم يتم تحديد الشدة المراد التدريب عليها من هذه الشدة، فمثلا لاعب 100 متر زمنه القصوى في هذه المسافة هو (10 ثانية) وهو يمثل الشدة القصويه له (100%) واريد لهذه العداء التدريب بشدة 90% وبتكرار (3 مرات لهذه المسافة) فان تحديد الشدة بالطريقة المعروفة في التدريب يكون بقسمة الزمن القصوى على الشدة المراد التدريب عليها وتكون بذلك:
- 10 ثانية \ 0.90 = 11,11 ث هذا الزمن يمثل بشدة 90%
- وهذه الشدة يكون التدريب عليها من قبل العداءين الذين يمتلكون زمن (10 ثانية) دون مراعاة أوزانهم أو الفروق الفردية لهم. لهذا فقد جاءت نظرية الطاقة الحركية لتعطي واقع الفروق في أزمان هذه الشدة من خلال متغيرات معدل السرعة والكتلة لكل رياضي وكما يلي:
- الطاقة الحركية لعداء يمتلك 10 ثانية في مسافة 100 مثلا وكتلته 70 كغم ، هي
- ط ح = 0.5 الكتلة × مربع السرعة
- = 0.5 ×70× (100\ 10)2
- =3500 جول وهي تمثل طاقته الحركية 100 %
- فلو أريد لهذه العداء إن يتدرب بـ (90%) من طاقته الحركية فنقول:
- 90% من طاقته الحركية = 0.90×3500
- = 3150 جول تمثل شدة 90% من طاقته الحركية الكلية
- وبالرجوع بشكل عكسي الى المعادلة الأولى نقول :
- ط ح= 0.5 ك س 2
- 3150= 0.5×70× (100\ن)2
- ن = 10.50 ث

- إذاً في (الزمن = 10.50 ث) وهو زمن التدريب بشدة 90% وهذا الزمن يأخذ بنظر الاعتبار كتلة اللاعب والتي تعتبر أحد المقاومات الهامةالتي يتعرض لها العداء أثناء أداء حركات الركض (عمليات الارتكاز والطيران) ، وبذلك فإن العداء يبذل القوة الحقيقية التي يفترض إن يبذلها ضد الجاذبية وبقوة تتناسب مع هذه المقاومة (كتلة جسمه),و يلاحظ إن الزمن بشدة 90% المستخرج بطريقة الطاقة الحركية هو اقل بكثير من الزمن المستخرج بالطريقة التقليدية وهو (11,11 ث) والمستخرج من قانون الشدة التقليدية ، وبهذا نكون قد حققنا الفائدة المرجوة من التدريب بشكل اكثر فاعلية وتاثيراً من الطريقة التقليدية مع مراعاة الفروق الفردية بين اللاعبين.
- وللسهولة في حساب الشدة التدريبية بطريقة الطاقة الحركية ، فقد تم اشتقاق القانون التالي والذي يعطي الشدة التدريبية ذاتها التي نستخرجها بطريقة الطاقة الحركية وهو :

- التدريب للحركات الزاوية باستخدام قانون الطاقة الحركية الزاوية وكما يلي:
- **ويمكن استخدام نظرية *الطاقة الحركية الزاوية* في تحديد شدة التدريب للحركات الزاويه:**
- كما تم ذكره سابقا فيم ة ، فأنه يمكن ايضا تحديد شدة التدريب الزاوية وقانونها :

شدة التدريب = الزمن القصوي / شدة

- التدريب للحركات الزاوية باستخدام قانون الطاقة الحركية الزاوية وكما يلي:
- **ويمكن استخدام نظرية *الطاقة الحركية الزاوية* في تحديد شدة التدريب للحركات الزاويه:**
- كما تم ذكره سابقا فيما يخص تحديد شدة التدريب بنظرية الطاقة الحركية ، فأنه يمكن ايضا تحديد شدة التدريب للحركات الزاوية من خلال نظرية الطاقة الحركية الزاوية وقانونها :
- **الطاقة الحركية الزاوية = ½ ك (نق × س ز) 2**
- ولما كانت السرعة الزاوية = الازاحة الزاوية / الزمن
- لذا يمكن تحديد شدة التدريب بايجاد الطاقة الحركية الزاوية القصوية (100%) وبنفس الاجراءات التي استخدمناها في الطاقة الحركية الخطية ، ولايضاح ذلك ، نأخذ المثال التالي:
- أريد تدريب لاعب القرص بطاقة حركية زاوية 100 % عند رمي القرص ، فأذا كان زمن الحركة بالذراع 0.35 ث ، وكتلة هذه الذراع(7كغم) وطولها (0.80 م)، والازاحة الزاوية التي تقطعها الذراع اثناء المرجحة هي(160) فأن الطاقة الحركية الزاوية لها تساوي :
- **ط ح ز = ½ ×7 (0.80 × 110 / 0.35) 2**
- **وهي تساوي =67.34 جول**
- فأذا أريد تدريب هذا اللاعب بشدة 90 % من طاقته حركته الزاوية عند اداء حركات المرجحة وبنفس الازاحة الزاوية ، فأن الزمن المطلوب للتدريب يكون :
- 90% الطاقه الحركية الزاوية = 67.34 × 0.90
- = 60.60 جول

- وبالمقابل يمكن استخراج زمن التدريب المناسب لهذه الطاقة الحركية الزاوية ويكون زمن التدريب في هذه الحاله كما يلي وبالرجوع عكسيا بالمعادلة اعلاه وكما يلي:

- 60.60 = ½ ×7 (0.80 × 160 / ن) 2
- **ن = 0.36 ث عند التدريب بشدة 90% من الطاقة الحركية الزاوية.**
- بينما شدة التدريب الحقيقية التقليديه هي 0.38 ث بشدة 90 % عند تحديدها من القانون
- **(زمن التدريب القصوي / شدة التدريب المطلوبة)**
- ويمكن من خلال ماتقدم من معلومات في المثال اعلاه الاستفادة عند تدريب الحركات الدائرية في الجمناستك او بعض حركات الرمي بالعاب القوى ، حيث ترتبط هذه التدريبات بمبدأ عزم القصور الذاتي والذي يعني التحكم بانصاف اقطار الجسم (زوايا الاجزاء عند التدريب) من اجل زيادة السرعة الزاوية او انقاصها بما يؤمن تحقيق طاقة حركية زاوية مناسبة للشدة المطلوبة.
- 60.60 = ½ ×7 (0.80 × 160 / ن) 2
- **ن = 0.36 ث عند التدريب بشدة 90% من الطاقة الحركية الزاوية.**
- بينما شدة التدريب الحقيقية التقليديه هي 0.38 ث بشدة 90 % عند تحديدها من القانون
- **(زمن التدريب القصوي / شدة التدريب المطلوبة)**
- ويمكن من خلال ماتقدم من معلومات في المثال اعلاه الاستفادة عند تدريب الحركات الدائرية في الجمناستك او بعض حركات الرمي بالعاب القوى ، حيث ترتبط هذه التدريبات بمبدأ عزم القصور الذاتي والذي يعني التحكم بانصاف اقطار الجسم (زوايا الاجزاء عند التدريب) من اجل زيادة السرعة الزاوية او انقاصها بما يؤمن تحقيق طاقة حركية زاوية مناسبة للشدة المطلوبة.

- ويمكن استخدام ***قانون الشغل وقانون القدرة*** في تحديد شدة التدريب، حيث يعتمد الشغل الذي ينجزة جسم الرياضي عند أداء أي جهد بدني على بذل قوة بسرعة معينة :
- فلو رمزنا للشدة بالحرف (ش)
- وللجهد بالحرف (ع)
- ولزمن الجهد بالحرف (ن)
- فأن الشدة = الجهد المبذول / الزمن (أي ع / ن)
- أن أي عمل أو جهد إنما يتم من خلال بذل قوة منتجة مضروبة في طريق بذلها (المسافة التي تدفع بها هذا القوة الجسم)
- اذناً الشدة = القوة × المسافة / الزمن
- إذناً الشدة = القوة × السرعة (باعتبار إن المسافة / الزمن = السرعة)
- لذا فالشدة ترتبط بسرعة الحركة وحجم القوة المنتجة فيما لو اقترنت هذه الشدة بامتزاج القوة والسرعة ،ويرتبط الشغل المنجز بمقدار الطاقة الحركية التي ينجزها الجسم حيث أن
- **الشغل = الطاقة الحركية**
- **وحيث إن الشغل هو المسبب الحقيقي لاكتساب الجسم الطاقة الحركية ، لهذا فأن شغل القوة هنا يساوي الطاقة الحركية حيث إن:**
- **الطاقة الحركية = 1\2 الكتلة × مربع السرعة**
- **والشغل القوة = القوة المبذولة × المسافة**
- **وبما أن ق = ك ج**
- **ولما كان ج = س2 \ 2م (س 2 = 2ج م)**
- **إذن ق = ك × س2 \ 2م ومن هذه العلاقة نستخرج مايلي**
- **ق م (شغل) = 1\2 ك س2 (طاقة حركية)**
- **أي إن الشغل = الطاقة الحركية**

- ويمكن من خلال ماتقدم من معلومات في المثال اعلاه الاستفادة عند تدريب الحركات الدائرية في الجمناستك او بعض حركات الرمي بالعاب القوى ، حيث ترتبط هذه التدريبات بمبدأ عزم القصور الذاتي والذي يعني التحكم بانصاف اقطار الجسم (زوايا الاجزاء عند التدريب) من اجل زيادة السرعة الزاوية او انقاصها بما يؤمن تحقيق طاقة حركية زاوية مناسبة للشدة المطلوبة.

- وعندما يرتبط الشغل بالزمن المنجز ،فأن ذلك يعبر عن القدرة المنجزة ، لهذا فأن المعادلة تكون
- ق م / ن = 1/2 ك (م/ن) 2
- إذن يمكن إن تكون القدرة مساوية للطاقة المنجزة ويمكن حساب الشدة المطلوبة من الزمن القصوي باستخدام المعادلة التالية:

شدة التدريب = الزمن القصوي / الشدة المطلوبة 3

- فشدة التدريب للعداء السابق الذي زمنه القصوى 10 ثانية التي تعادل 0.90 تكون
= 10.36 ث
- وهذه الشدة تختلف عن الشدة التي تم حسابها بالطاقة الحركية وتختلف أيضا عن شدة التدريب التقليدية ، لارتباطها بطاقة الفرد وقوته التي تختلف من لاعب إلى آخر ، أي أن اللاعب الذي يمتاز بمقادير قوة عالية في عضلاته يكون قدرته على إنجاز الشغل أعلى بكثير من اللاعب الأقل قدره ، وعلى هذا الأساس يكون عداء المسافات القصيرة ضخم العضلات ، والضخامة تعني زيادة المقاطع الفسيولوجية للعضلات العاملة والتي تعني زيادة قوة هذه العضلات لارتباط زيادة مساحة العضلات بإنتاج القوة.

3

- أن السبب في استخدام الشدة بجذر الشدة المطلوبة هو انه إذا حافظ اللاعب علة وزنه نسبيا طول فترة التدريب والمنافسات ، ففي هذه الحالة يكون حساب الشدة ببساطة وفق الطريقة التقليدية :

الزمن القصوي

شدة التدريب =

شدة التدريب المطلوبة

- وعندما نستخدم نظرية الطاقة الحركية أو الشغل الناتج على فرض إن الكتلة ثابتة نسبيا والمسافة أيضا ثابتة :

الزمن القصوي

شدة التدريب =

شدة التدريب المطلوبة

- الطاقة الحركية لاتعطينا واقع حقيقي لما تمثله النسبة من مجمل الطاقة المستنفذة ، لذا فأن القدرة تكون في هذه الحالة مساوية للشغل المنجز ، أو بتعبير أخر للطاقة الحركية المنجزة مقسومة على مقسومة على زمن التدريب أو(المسافة) القصوى :
- أي الشدة = القدرة / الزمن
- وفي هذه الحالة يكون تحديد الشدة كما يلي:

0.5 ك (م / ن) 2

- الشدة المطلوبة =

ن

- إذن الشدة المطلوبة هي ن 3 = 0.5 ك م

- أي بثبات الكتلة والمسافة لذا
-

فأن الشدة المطلوبة = $3^{\frac{\text{الزمن القصوي}}{\text{الشدة المطلوبة}}}$

- أن القوانين النظرية التي تم الإشارة إليها سابقا تتضمن جميعها احتساب الزمن بالشدة المطلوبة من الشدة القصوى وهذه القيم تشير إلى أن هناك تناقص في الزمن المطلوب التدريب عليه عندما نستخدم هذه الطرق النظرية الثلاثة.