# البايوميكانيك والتدريب الرياضي

تعد الشدة من مكونات حمل التدريب وتتنوع أدوات قياسها أو تقنينها فربما تقاس بالزمن أو بالوزن أو بالمسافة ، ففي ركض ١٠٠ متر تقاس الشدة بالزمن كانجاز قصوي ويتم تحديد الشدة المطلوبة بطريقة التناسب العكسي ، فمثلا انجاز لاعب ١٠٠ متر كان (١٠ ثانية) لتكرار هذا الانجاز بشدة اقل من القصوي ولنفترض (٩٥%) يتم إتباع الطريقة العكسية في التناسب وذلك لان الزمن يتناسب عكسيا مع الشدة أي كلما قلت الشدة زاد الزمن

| الانجاز(ثانية) | الشدة % |
|---|---|
| ١٠ | ١٠٠ |
| س | ٩٥ |

$$س = \frac{١٠ \times ١٠٠}{٩٥}$$

س= ١٠.٥٣ ثانية الزمن المطلوب انجازه وتكراره بشدة ٩٥%

في الفعاليات التي تتطلب قياس الشدة فيها بالوزن أو المسافة او بالسرعة فان الطريقة المتبعة هي طريقة التناسب الطردي ، ان معدل سرعة اللاعب أعلاه سيكون ١٠ م\ثا ويمكن تقنين الشدة وفقا للسرعة بطريقة التناسب الطردي (ضرب الطرفين في الوسطين) وذلك لان السرعة تتناسب طرديا مع الشدة أي كلما قلت الشدة قلت السرعة والعكس صحيح

| السرعة(متر\ثانية) | الشدة % |
|---|---|
| ١٠ | ١٠٠ |
| س | ٩٥ |

$$س = \frac{١٠ \times ٩٥}{١٠٠}$$

س=٩.٥٠ م\ثا السرعة المطلوبة انجازها بشدة ٩٥%

## السرعة وطول وتردد الخطوات كنظام لتقنين الشدة

ان السرعة من مصطلحات البايوميكانيك ومن هنا يمكن توضيح العلاقة بين علم التدريب والبايوميكانيك ويمكن حساب معدل السرعة وفقا للقانون العام

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

كما يمكن حساب معدل السرعة وفقا لمصطلحي معدل طول الخطوة وترددها وحسب القانون ادناه

معدل السرعة = معدل طول الخطوة × ترددها

ولتطبيق ذلك يتم قياس عدد الخطوات وايجاد معدل طول الخطوة بقسمة المسافة على عددها ولنفرض ان عداء استطاع إنهاء السباق بعدد (٤٥ خطوة) وعند قسمة المساقة (١٠٠ متر) على عدد الخطوات نحصل على (٢.٢٢ متر\خطوة) معدل طول الخطوة ، ويلاحظ ان وحدة قياس معدل طول الخطوة هي (متر\خطوة)

$$\text{معدل طول الخطوة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{عدد الخطوات}}$$

$$\text{معدل طول الخطوة} = \frac{١٠٠}{٤٥}$$

معدل طول الخطوة = ٢.٢٢ متر\خطوة

أما تردد الخطوات فهي عدد الخطوات في وحدة الزمن أي نقسم عدد الخطوات على الزمن النهائي (الانجاز) والناتج هو (٤.٥٠ خطوة\ثانية) أي ان اللاعب يقطع (٤) خطوات ونصف الخطوة في كل ثانية

$$\text{معدل تردد الخطوة} = \frac{\text{عدد الخطوات}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{معدل تردد الخطوة} = \frac{٤٥}{١٠}$$

معدل تردد الخطوة = ٤.٥ خطوة\ثانية

أما معدل السرعة فيتم حسابها على الشكل الاتي:

$$\text{معدل السرعة} = ٢.٢٢ \frac{\text{متر}}{\cancel{\text{خطوة}}} \times ٤.٥٠ \frac{\cancel{\text{خطوة}}}{\text{ثانية}}$$

معدل السرعة = ١٠ م\ثا (ربما تظهر اختلافات بسيطة جدا تعود الى التجزئة في بعض الارقام)

ويحسب زمن الخطوة من لحظة الارتكاز إلى لحظة قبل التماس للخطوة القادمة (زمن الارتكاز + زمن الطيران) أما طول الخطوة فيمكن حسابه من مشط قدم اليمين إلى مشط القدم اليسار) لحسابات زمن التماس والطيران من مشط القدم اليمين الى كعب القدم اليسار ، وفي حسابات الطول والتردد يحدث في الميدان عند خط النهاية ان لا تكتمل خطوة أي ان الخطوة تكتمل بعد خط النهاية فيترك معالجة ذلك إلى المحلل مع الأخذ بنظر الاعتبار المسافة بعد خط النهاية وزمن الانجاز ، واحتساب الخطوات الغير التامة على اساس تقاطع الخط الواصل بين القدمين مع خط النهاية او البداية .

ان قياس السرعة تم على اعتبار ان الحركة منتظمة (أي ان المسافة الكلية تمت قسمتها على الزمن الكلي) وان القياس الصحيح هو تجزئة المسابقة إلى مسافات كون ان مراحل عدو ١٠٠ متر تبدأ برد الفعل ثم تزايد السرعة ثم السرعة القصوى ثم مطاولة السرعة وتتغير السرعة وفقا لهذه الأجزاء ومن عداء الى اخر وحينذاك تكون الحركة غير منتظمة ويكون حساب السرعة صحيحا ولايمكن تدريب العداء على السرعات بالتلقين (المطلوب منك ان تعدو بزمن ١١ ثانية) بل باستخدام التقنيات كاجهزة تدريب السرعة او تنظيم السرعة على الحزام السيار.

**اطلع على فلم عن التدريب فوق القصوى**

www.hussein-mardan.com/OverSpeedTraining.avi

في الجدول ادناه تم حساب السرعة وفقا لطول وتردد الخطوة على اعتبار ان الحركة غير منتظمة ، وحسابها على اساس معدل السرعة على اعتبار ان الحركة منتظمة والجدول يوضح انجاز لثلاث عداءات في نهائيات عدو ١٠٠ متر إناث بطولة برلين ٢٠٠٩.

| Fraser Shelly-Ann | | | |
|---|---|---|---|
| المسافات | معدل طول الخطوة | معدل تردد الخطوة | السرعة |
| ٢٠-٠ | ١.٥٩ | ٤.١٥ | ٦.٦٠ |
| ٤٠-٢٠ | ٢.٠٩ | ٤.٩١ | ١٠.٢٦ |
| ٦٠-٤٠ | ٢.١٩ | ٤.٨٢ | ١٠.٥٦ |
| ٨٠-٦٠ | ٢.١٨ | ٤.٨٦ | ١٠.٥٩ |
| ١٠٠-٨٠ | ٢.٢٠ | ٤.٦٥ | ١٠.٢٣ |
| معدل السرعة كحركة غير منتظمة | ٩.٦٥ | | |
| معدل السرعة كحركة منتظمة | ٩.٣٢ | | |
| الانجاز | ١٠.٧٣ | | |
| Stewart Kerron | | | |
| ٢٠-٠ | ١.٥٩ | ٤.٠٥ | ٦.٤٤ |
| ٤٠-٢٠ | ٢.١٧ | ٤.٧٠ | ١٠.٢٠ |
| ٦٠-٤٠ | ٢.٢٨ | ٤.٦٥ | ١٠.٦٠ |
| ٨٠-٦٠ | ٢.٣٣ | ٤.٦٢ | ١٠.٧٦ |
| ١٠٠-٨٠ | ٢.٤٢ | ٤.٢٨ | ١٠.٣٦ |
| معدل السرعة كحركة غير منتظمة | ٩.٦٧ | | |
| معدل السرعة كحركة منتظمة | ٩.٣٠ | | |
| الانجاز | ١٠.٧٥ | | |
| Sturrup Chandra | | | |
| ٢٠-٠ | ١.٥١ | ٤.٢٦ | ٦.٤٣ |
| ٤٠-٢٠ | ١.٩٩ | ٥.٠٣ | ١٠.٠١ |
| ٦٠-٤٠ | ٢.٠٨ | ٤.٩٠ | ١٠.١٩ |
| ٨٠-٦٠ | ٢.٠٨ | ٤.٩٣ | ١٠.٢٥ |
| ١٠٠-٨٠ | ٢.١٧ | ٤.٥٤ | ٩.٨٥ |
| معدل السرعة كحركة غير منتظمة | ٣٥.٩ | | |
| معدل السرعة كحركة منتظمة | ٩.٠٥ | | |
| الانجاز | ١١.٠٥ | | |

**12. IAAF World Championships in Athletics Berlin, 15. - 23.08.2009**

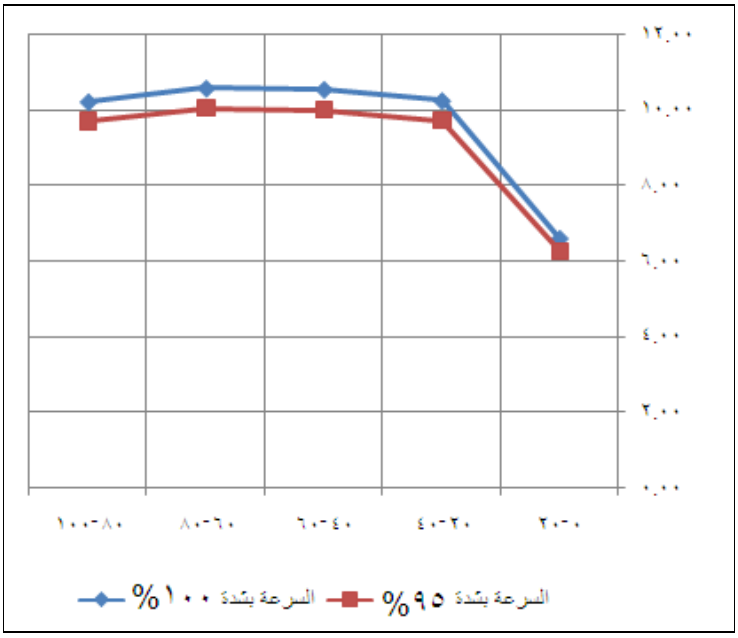
وعندما نطلب من العداء في تقنين شدته إلى ٩٥% فانه (وبنسبة إدراك معينة منه) سيجري بعض التعديلات على أطوال الخطوات وترددتها لكي ينهي سباقه بزمن أكبر من زمنه السابق أو بسرعة اقل من سرعته السابقة لإغراض التكرار، فهل يمكن تدريب العداء وفقا لطول وتردد الخطوات ؟ نعم هناك مجموعة من الدراسات اهتمت بإطالة الخطوة أو زيادة ترددها وكان الغرض منها هو تطوير السرعة ، كما استخدمت العديد من الدراسات المرتفعات صعودا ونزولا لغرض تطوير طول وتردد الخطوات واستخدمت أيضا في كسر حاجز السرعة.

يقع على العداء واجب التوافق بين طول الخطوة وترددها إذ تكون الخطوات الأولى قصيرة وتتغلب زمن الارتكاز على زمن الطيران وما يلبث ان يتغير هذا التوقيت فتطول الخطوات ويقل زمن الارتكاز وتعتمد ذلك في بعض المسابقات على اعتدال الجذع ويلاحظ ان السرعة القصوى يمكن اكتشافها من خلال تساوي أطوال الخطوات كل هذه الأمور يجب الأخذ بها وتوقيتها وفقا للعمل العصبي العضلي.

وطالما ان معدل السرعة يقيس عاملين بينهما علامة الضرب إذن يمكن ان يزيد احد العاملين مع نقصان العامل الأخر للحصول على السرعة نفسها وهذا يعود إلى الفروق الفردية في عاملي الطول والقوة المبذولة بين العدائين.

حساب شدة ٩٥% من معدل السرعة

| المسافات | معدل طول الخطوة | معدل تردد الخطوة | السرعة بشدة ١٠٠% | السرعة بشدة ٩٥% |
|---|---|---|---|---|
| ٢٠-٠ | ١.٥٩ | ٤.١٥ | ٦.٦٠ | ٦.٢٧ |
| ٤٠-٢٠ | ٢.٠٩ | ٤.٩١ | ١٠.٢٦ | ٩.٧٥ |
| ٦٠-٤٠ | ٢.١٩ | ٤.٨٢ | ١٠.٥٦ | ١٠.٠٣ |
| ٨٠-٦٠ | ٢.١٨ | ٤.٨٦ | ١٠.٥٩ | ١٠.٠٦ |
| ١٠٠-٨٠ | ٢.٢٠ | ٤.٦٥ | ١٠.٢٣ | ٩.٧٢ |




## الكتلة كنظام لتقنين الشدة
## كمية الحركة

ان الغرض من إدراج كمية الحركة كنظام بايوميكانيكي لتقنين الشدة هو وضع كتلة اللاعب ضمن النظام ، فهل يمكن استخدام كمية الحركة في حساب الزمن كنظام لتقنين الشدة (ورغم إننا سنراعي الكتلة ونخطأ في حسابات السرعة لأننا سنفترض ان السرعة منتظمة وهي بغير ذلك) فإننا نحصل على الزمن نفسه عند عكس المعادلة ، مما يدل على عدم جدوى استخدام كمية الحركة للاستفادة من كتلة اللاعب في تقنين الشدة فضلا عن سرعته.

كمية الحركة = الكتلة ×السرعة

لو افترضنا ان كتلة عداء ١٠٠ متر هو ٧٠ كغم وان معدل سرعته ١٠ م\ثا (وفقا لجهاز Sport Radar) فان ما يمتلكه من الزخم تساوي (٧٠٠ كغم.م\ثا) وإذا كانت السرعة تساوي المسافة على الزمن فعكس المعادلة هو جعل الزمن مجهولا

Sports Radar Guns

$$\text{كمية الحركة} = \text{الكتلة} \times \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{الزمن} = \frac{\text{الكتلة} \times \text{المسافة}}{\text{كمية الحركة}}$$

$$\text{الزمن} = \frac{٧٠ \times ١٠٠}{٧٠٠}$$

الزمن = ١٠ ثانية

هل ان زمن عداء كتلته ٨٠ كغم يعدو بمعدل سرعة ١٠ م\ثا هو نفس زمن عداء كتلته ٧٠ كغم

$$\text{الزمن} = \frac{٨٠ \times ١٠٠}{٨٠٠}$$

الزمن = ١٠ ثانية

يلاحظ بان كتلة اللاعب سيتم اهماله في هذا القانون لانها متواجدة في البسط وفي المقام ، مما يجعل الزمن يعود الى المعادلة القديمة ، الا ان الواقع يفرض نظريات اخرى فان كمية الحركة للعداء الثاني اكبر مما يعني قابليته على الاستمرار في مرحلة السرعة القصوى اكبر بسبب كمية الحركة وبالتأكيد فان زمنه اقل ، فهل من المجدي ان يتدرب بشدة ٩٥% من زمنه ؟ الى اين تستمر سرعته ؟ ان خصوصية بعض المسابقات تفرض مهام كبيرة على المدربين اذ يجب التفكير العميق باهمية الكتلة في تقنين الشدة .

التقنين وفقا لكمية الحركة بالتناسب الطردي عند شدة ٩٥%

٧٠٠ × ٠.٩٥ = ٦٦٥

٨٠٠ × ٠.٩٥ = ٧٦٠

كمية الحركة = الكتلة × السرعة

$$\text{الزمن} = \frac{٧٠٠٠}{٦٦٥}$$

= ١٠.٥٣

$$\text{الزمن} = \frac{٨٠٠٠}{٧٦٠}$$

=١٠.٥٣

نصل الى الازمنة نفسها في التناسب الطردي عند ايجاد السرعة في بداية الموضوع

## الطاقة الحركية

كما يمكن احتساب الطاقة الحركية كأنظمة لتقنين الشدة فمن الممكن ان يحصل عدائين على الزمن نفسه رغم امتلاكهما كتل وسرع مختلفة كما حدث في كمية الحركة إلا ان الطاقة الحركية تعّظم السرعة وتنصف الكتلة وهذه الحسابات ستؤدي إلى بعض الأخطاء في حساب الزمن الحقيقي وربما بالتجارب تكون هذه الحسابات هي الصحيحة ، تدعم نظرية الطاقة الحركية علم التدريب الرياضي من خلال القانون البايوميكانيكي الأتي:

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

الطاقة الحركية لعدائنا السابق الذي يمتلك ١٠ ثانية في مسافة ١٠٠ مثلا وكتلته ٧٠ كغم ، هي

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^{٢}}{٢}$$

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{٧٠ \times (١٠)^{٢}}{٢}$$

الطاقة الحركية = ٣٥٠٠ جول الطاقة الحركية عند شدة ١٠٠ %

فلو أريد لهذا العداء إن يتدرب بـ (٩٥%) من طاقته الحركية:

٩٥% من طاقته الحركية = ٣٥٠٠×٠.٩٥

= ٣٤٠٥ جول تمثل شدة ٩٥% من طاقته الحركية الكلية

ويمكننا عكس المعادلة للتأكد من تطابق الزمن الناتج مع الزمن السابق المحسوب بطريقة التناسب العكسي أو الطردي :

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{١}{٢} \times \text{الكتلة} \times \frac{(\text{المسافة})^{٢}}{(\text{الزمن})^{٢}}$$

$$٣٤٠٥ = \frac{١}{٢} \times ٧٠ \times \frac{(١٠٠)^{٢}}{(\text{الزمن})^{٢}}$$

$$٣٤٠٥ = \frac{٣٥ \times (١٠٠)^{٢}}{(\text{الزمن})^{٢}}$$

$$(\text{الزمن})^{٢} = \frac{٣٥ \times (١٠٠)^{٢}}{٣٤٠٥}$$

$$(\text{الزمن})^{٢} = \frac{٣٥٠٠٠٠}{٣٤٠٥}$$

ن = ١٠.١٤ ثا الشدة المطلوبة للتدريب بنسبة ٩٥% ، وهذا الزمن يختلف عن الزمن الذي تم إيجاده بطريقة التناسب العكسي والذي بلغ (١٠.٥٣ ثا) وان السبب في هذا التغير هو نصف كتلة اللاعب وضعف سرعته كيف حدث ذلك ولماذا لم يختلف الزمن في قانون كمية الحركة رغم استخدامنا لمصطلحي السرعة والكتلة ؟ الجواب بسيط وتفسرها النظرية النسبية (الخاصة) اذ أنه كلما زادت سرعة الجسم فان كتلته تزيد وتشاهد هذه الظاهرة عمليا في معجلات الجسيمات ، حيث صنعت أجهزة تعطي الجسيمات الأولية كالنيوترونات والبروتونات سرعات عالية كالتي تستخدم في التجارب النووية وهذه الجسيمات والتي هي متناهية في الصغر في كتلتها تزداد كتلتها بالتدريج كلما زادت سرعتها، حتى يصل الأمر إلى استحالة زيادة سرعتها عمليا بعد حد معين من الاقتراب لسرعة الضوء. ولكن ما مدى تطبيق ذلك في المجال الرياضي ؟ باعتقادي غير مجدية.

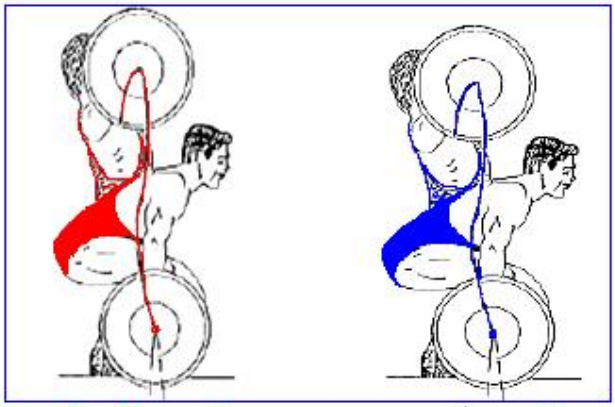
كما يمكن حساب الطاقة الحركية الزاوية وتقنين الشدة وفقا للتثقيل على الذراع مثلما يحدث في السرعة الحركية للذراعين أثناء السباق ويجب معرفة موقع الثقل الموضوع على الذراع هل هو على العضد أم الساعد؟ أم تقسيم مقدار الثقل على الجزئين؟ لان الطاقة الحركية الزاوية تعتمد على عزم القصور الذاتي أي تهتم بأنصاف الأقطار

## قوة المثير وفترة دوامه

يمكن توظيف القوانين البايوميكانيكية في تقنين الشدة في أمثلة أخرى فمثلا في رفع الأثقال يكون التقنين بمقدار الثقل المطلوب رفعه أو التدريب عليه كرفعة ، ومن المعلومات السابقة فان الشغل والقدرة هي مواضيع يمكن ان تخدم الجانب أعلاه

ولنفترض ان رباع يستطيع خطف ١٠٠ كغم وهذا يشكل انجازه القصوي (١٠٠%) وان التدريب بأقل من هذه الشدة ولنفترض (٩٥%) يعني ان الثقل المطلوب رفعه هو ٩٥ كغم ، هل يمكننا باستخدام قانون الشغل بتقنين الشدة ؟ الجواب نعم فبما ان الشغل يعتمد على مصطلحي القوة والمسافة (طول الرفعة محسوبا من الطبلة إلى أقصى ارتفاع للثقل فوق الرأس في القرفصاء ثم إلى فوق الرأس عند الوقوف) فلو اختلف رباعين في الطول مع حصول الاثنين على الانجاز نفسه فهل ان تقنين الشدة هي نفسها للرباعين ؟ الإجابة ليست بالعملية السهلة فان تقنين الشدة هنا تنصب على سرعة الانجاز إذ ان رفع الثقل بأسرع ما يمكن هو المطلوب لان التغلب على القصور الذاتي للثقل يتطلب قدرة انفجارية ، وكما واضح من الشكل ادناه ففي كل مرحلة ستختلف

الشدة بين الطويل والقصير باستخدام الوزن نفسه والسرعة نفسها وتكون هذه الشدة متعلقة بالزمن أيضا وأشارت بعض المصادر الى ان سحب الثقل الى الأعلى تشكل نسبة لا تقل عن ٦٥% من طول الرباع.




.

ان قانون القدرة هو أفضل مصطلح لتقنين الشدة لأنه يتعامل مع القوة (والتي تتمثل هنا بالوزن المرفوع) والسرعة (والتي تتمثل بسرعة أداء الحركة)

القدرة الانفجارية = القوة × السرعة

وتتعاظم القدرة بأحد المكونتين إما بزيادة القوة مع ثبات السرعة أو بالعكس أو بالتناسب النسبي

ان تقنين الشدة لا يعتمد على مقدار الثقل فقط وإنما على انتقاله أيضا ؟ ولكن ما هي السرعة المطلوبة ؟ ربما يمتلك الربّاع الطويل سرعة اكبر لطول المسافة ، في مثالنا الحالي فان القوة اذا كانت ثابتة للرباعين يبقى الاختلاف على التدريب بالسرعة على القوة المطلوبة ، ان قانون القدرة هو الأفضل في هذه الناحية نظريا ولكن هل يصح ذلك عمليا ؟ على الأغلب سيكون الاعتماد على قانون القدرة هي الأصح ويمكن اشتقاقه من قانون الشغل وكما موضح أدناه:

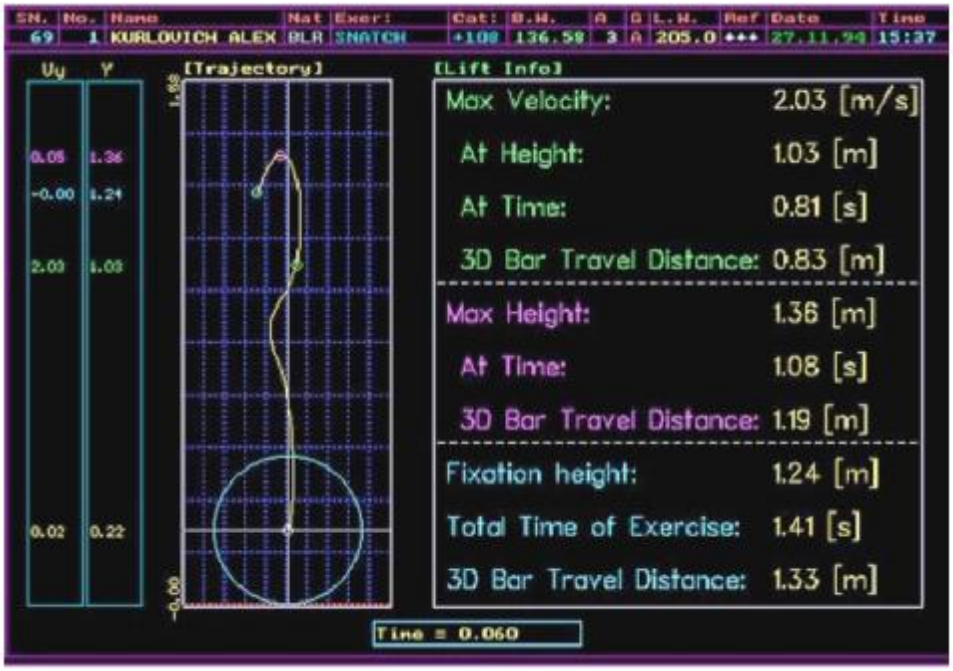
الشغل = القوة × المسافة

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

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

القدرة = القوة × السرعة

مثال
من معطيات جهاز (V-Scope VS-120 provides) تبين ان الرباع يرفع ثقل مقداره (٢٠٥ كغم) وان المسافة المطلوبة للوصول الى القرفصاء بلغت (١.٢٤ متر) وتنتهي المرحلة من لحظة انتزاع الثقل الى أقصى ارتفاع في القرفصاء بزمن قدره (١.٤١ ثا)



The barbell weight is 205 kg, lifted by Alexander Kurlovich a super heavy weight lifter from Belarus on the 1994 World Weightlifting Championships in Istanbul Turkey. This lift gave Alexander 1st place and gold medal in snatch competition

$$\text{القدرة} = \frac{١.٢٤}{١.٤١} \times ٩.٨١ \times ٢٠٥$$

القدرة =١٧٦٩ واط

## امثلة عن تغير الطول بثبات الزمن

مثال (لاعب قصير)
لو افترضنا ان الكتلة المطلوب رفعها تقدر بـ(١٠٠ كغم) وان المسافة المطلوبة للمرحلة الأولى (القرفصاء) لدى اللاعب القصير تقدر بـ(٠.٩٠ متر) وتنتهي المرحلة من لحظة انتزاع الثقل الى أقصى ارتفاع في القرفصاء بزمن قدره (٠.٩٢ ثا)

١- حساب القدرة لشدة ١٠٠%

$$\text{القدرة} = \frac{٠.٩٠}{٠.٩٢} \times ٩.٨١ \times ١٠٠$$

القدرة = ٩٦٠ واط

٢- حساب الزمن للقدرة بشدة ٩٥%

القدرة بشدة ٩٥% = القدرة بشدة ١٠٠% × ٠.٩٥

=٩٦٠ × ٠.٩٥ = ٩١٢ واط

٠.٩٠

٩١٢ = ١٠٠ × ٩.٨١ × ———

الزمن

الزمن = ٠.٩٧ ثا ان هذه الزيادة في الزمن يعني اداء الفعالية ببطئ (ولكن هل القوة انخفضت الى ٩٥ كغم ؟ ام بقيت ١٠٠ كغم ؟) ان خفض القدرة الى ٩٥% يعني خفض القوة ولكن كم يقدر الخفض؟

٣- حساب الزمن للقوة بشدة ٩٥%

القوة بشدة ٩٥%= القوة بشدة ١٠٠% × ٠.٩٥

=١٠٠ × ٩.٨١ × ٠.٩٥ = ٩٣٢ نيوتن

٠.٩٠

٩٦٠ = ٩٣٢ ———

الزمن

الزمن = ٠.٨٧ أي حدث تقليل في الزمن والثقل يبلغ ٩٥ كغم أي ان الاداء سريع وهنا تحقق مبدأ التغير في الشدة من حيث مصطلحي قوة المثير وفترة دوامه.

ونستنتج مما سبق انه يمكن تحقيق مبدأين يستخدمان في التدريب وهما

- تقليل القوة مع زيادة الزمن (زيادة في فترة دوام القوة – نوع الاداء:بطيء )
- تقليل القوة مع تقليل الزمن (نقصان في فترة دوام القوة – نوع الاداء:سريع)

مثال (لاعب طويل)

لو افترضنا ان المسافة المطلوبة للمرحلة الأولى (القرفصاء) في المثال السابق تقدر بـ(١.٠٢ متر) وتنتهي المرحلة من لحظة انتزاع الثقل الى أقصى ارتفاع في القرفصاء بالزمن نفسه ؟ هل هناك فرق بسبب الطوا؟

١- حساب القدرة لشدة ١٠٠%

١.٠٢

القدرة = ١٠٠ × ٩.٨١ × ———

٠.٩٢

القدرة = ١٠٨٨ واط

٢- حساب الزمن للقدرة بشدة ٩٥%

القدرة بشدة ٩٥% = القدرة بشدة ١٠٠% × ٠.٩٥

=١٠٨٨× ٠.٩٥ = ١٠٣٤ واط

١.٠٢

١٠٣٤= ١٠٠ × ٩.٨١ ———

الزمن

الزمن = ٠.٩٧ ثا وهو نفس زمن الرباع القصير.

٣- حساب الزمن للقوة بشدة ٩٥%

القوة بشدة ٩٥%= القوة بشدة ١٠٠% × ٠.٩٥

=١٠٠ × ٩.٨١ × ٠.٩٥ = ٩٣٢ نيوتن

$$١٠٨٨ = \frac{٩٣٢ \quad ١.٠٢}{\text{الزمن}}$$

الزمن = ٠.٨٧ وهو نفس زمن الرباع القصير.

ونستنتج مما سبق ان الطول ليس عامل حاسم في تقنين الشدة لرفع الاثقال او التدريب بالاثقال

**مثال بتغير الزمن والطول**

اما اذا بلغ زمن الاداء ٠.٩٨ ثانية وهذا متوقع للطويل فان الزمن يتغير وذلك بسبب تغير عاملين هما الطول والزمن

$$\text{القدرة} = ١٠٠ \times ٩.٨١ \times \frac{١.٠٢}{٠.٩٨}$$

القدرة = ١٠٢١ واط

ولايجاد الزمن المطلوب لشدة ٩٥% للقدرة البالغة ١٠٢١واط أي (١٠٢١× ٠.٩٥ = ٩٧٠ واط)

$$٩٧٠ = ١٠٠ \times ٩.٨١ \times \frac{١.٠٢}{\text{الزمن}}$$

الزمن = ١.٠٣ ثا أي حدث زيادة في الزمن مقارنة باللاعب القصير

ولايجاد الزمن المطلوب لشدة ٩٥% للقوة البالغة ١٠٠ كغم أي (١٠٠ × ٩.٨١ × ٠.٩٥ = ٩٣٢ نيوتن )

$$١٠٢١ = \frac{٩٣٢ \quad ١.٠٢}{\text{الزمن}}$$

الزمن = ٠.٩٣ ثا أي حدث تقليل في الزمن مقارنة باللاعب القصير

**مثال بتغير الزمن وثبات الطول**

مثال (لاعبين بزمنين مختلفين)

لو افترضنا ان الكتلة المطلوب رفعها تقدر بـ(١٠٠ كغم) وان المسافة المطلوبة للمرحلة الأولى (القرفصاء) لدى لاعب تقدر بـ(٠.٩٠ متر) وتنتهي المرحلة من لحظة انتزاع الثقل الى أقصى ارتفاع في القرفصاء بزمن قدره (٠.٩٢ ثا) ولاعب اخر تنتهي الرفعة بزمن قدره (١ ثا)

من المثال السابق علمنا زمن اللاعب (٠.٩٢ ثانية) وكانت

بثبات القوة = ٠.٩٧

بثبات القدرة=٠.٨٧

١- حساب القدرة لشدة ١٠٠% بزمن ١ ثانية

$$\text{القدرة} = ١٠٠ \times ٩.٨١ \times \frac{٠.٩٠}{١}$$

القدرة = ٨٨٣ واط

٢- حساب الزمن للقدرة بشدة ٩٥%

القدرة بشدة ٩٥% = القدرة بشدة ١٠٠% × ٠.٩٥

=٨٨٣ × ٠.٩٥ = ٨٣٩ واط

٠.٩٠

٨٣٩ = ١٠٠ × ٩.٨١ × ـــــــ

الزمن

الزمن = ١.٠٥ ثا أي حدثت زيادة في الزمن وتتم الرفعة ببطء

٣- حساب الزمن للقوة بشدة ٩٥%

القوة بشدة ٩٥%= القوة بشدة ١٠٠% × ٠.٩٥

=١٠٠ × ٩.٨١ × ٠.٩٥ = ٩٣٢ نيوتن

٠.٩٠

٨٨٣ = ٩٣٢ ـــــــ

الزمن

الزمن = ٠.٩٥ أي حدث تقليل في الزمن وتتم الرفعة بسرعة

لقد تغير كل شيء بتغير الزمن

نستنتج مما سبق ان فترة دوام المثير لدى الطويل والقصير تبقى مثلما هي في حالة ثبات زمن الاداء ولو تغير زمن الاداء للطويل وهذا متوقع جدا فيتغير فترة دوام المثير ، مما يعني ان القدرة تتأثر بزمن الاداء بشكل اكبر من تأثرها بمسافة الاداء . كما تبين ان تقنين الشدة بتغيير عاملين ممكن باستخدام قانون القدرة