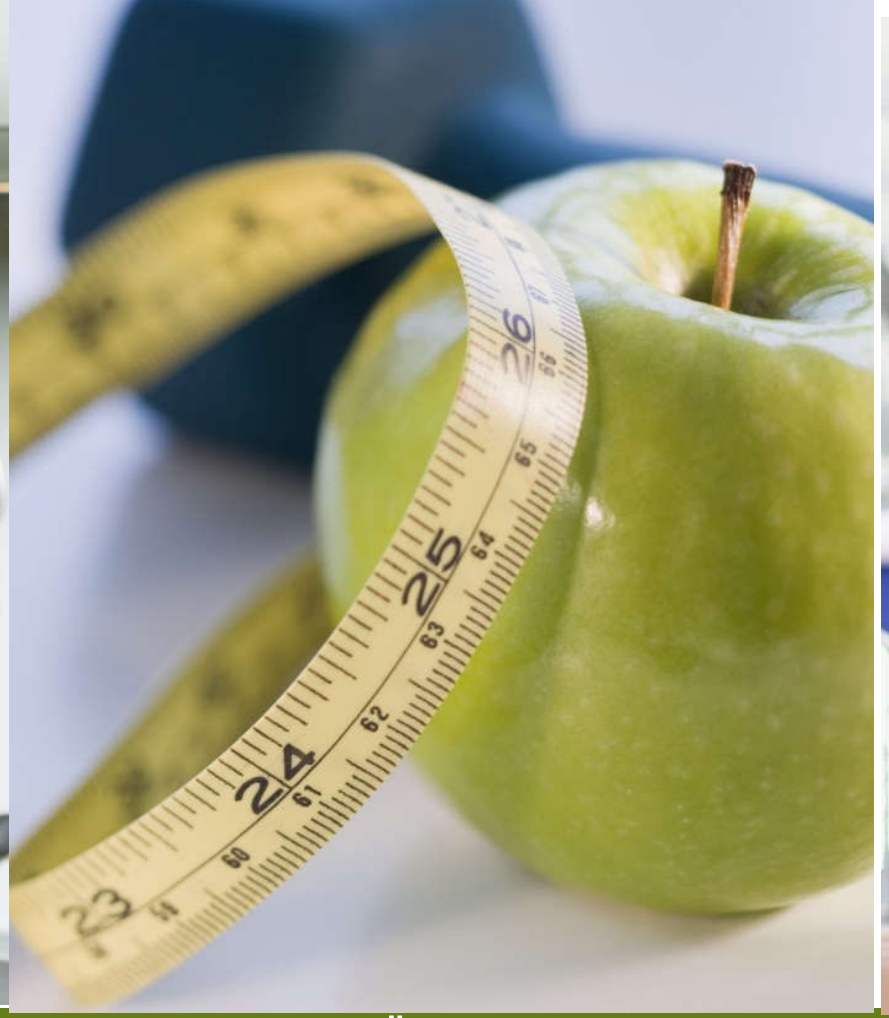
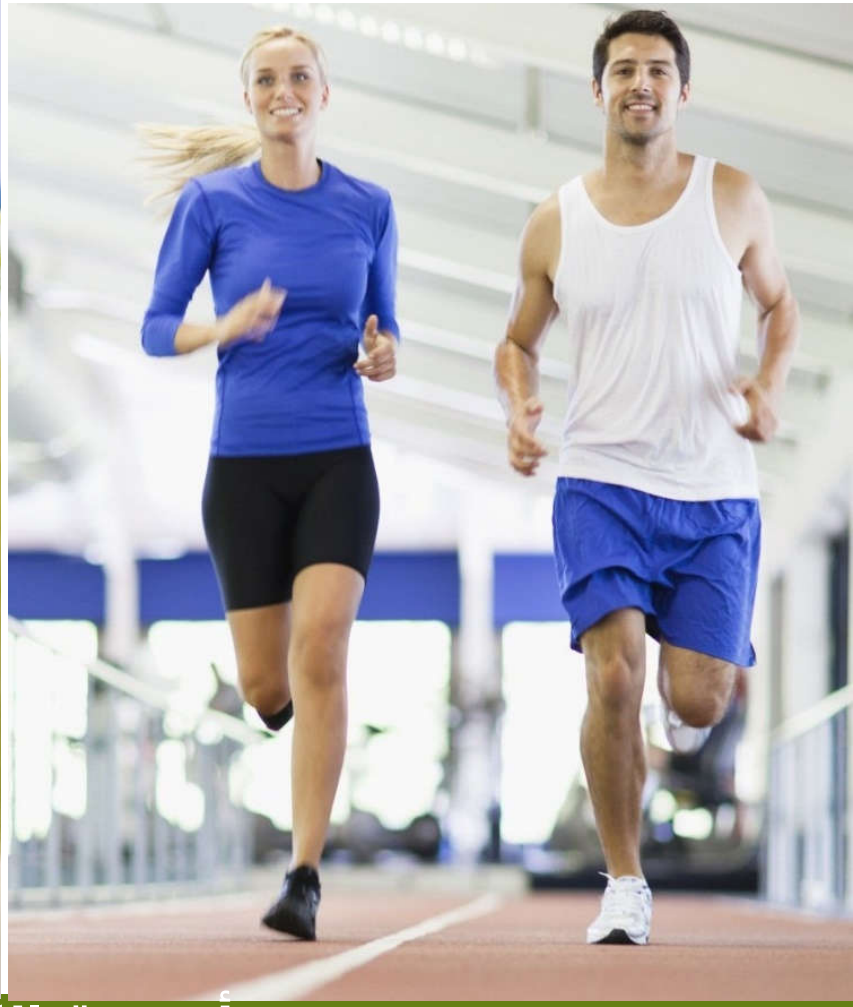




أهمية الكتلة والوزن وعلاقتهما بمتطلبات التدريب

THE IMPORTANCE OF MASS AND WEIGHT AND THEIR RELATIONSHIP WITH TRAINING REQUIREMENTS

تقديم:
أ.د. احمد وليد عبدالرحمن

مدخل:

الكتله هي مقدار فيزيائي او هي مقدار مايحتويه الجسم من ماده وهي تعتبر احدى خصائص الماده وهي عباره عن كمية المواد الموجودة في المادة وهي مقدار ثابت، ويعبر عنها كمية المادة التي يتالف منها جسم الكائن البشري ويرمز لها بالحرف (ك) ويتم قياسها بوحدات الكيلوجرام – جرام، وتقاس من خلال (m)وباللغة الانكليزية القصور الذاتي الذي يمتلكه الجسم، حيت ان الكتله اي كتلة جسم الانسان الكبيره تحتوي على قصور ذاتي كبير وتحتاج الى قوه مؤثره كبيره من اجل تحريكها وخير مجال على ذلك هم لاعبو المصارعه والشكل (1) يوضح الفرق بين الكتلتين ومدى تاثير القصور الذاتي والكتله على اللاعبين.

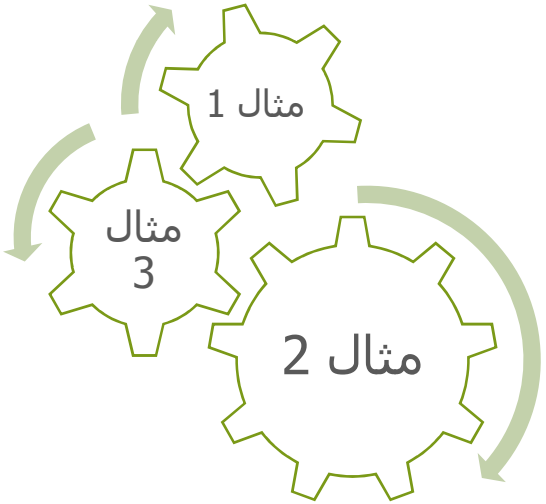
في ضوء ما تقدم فالكتلة هي كمية المادة التي يتألف منها الجسم وتقيس مباشرة القصور الذاتي الذي يمتلكه الجسم، وعلى ذلك فالحمل الخفيف سهل الحمل مقارنة مع الحمل الثقيل، وبالتشابه من السهل تبديل حركة الركض للاعب لديه كتلة صغيرة نسبياً بالمقارنة مع نفس تأثير التغيير في الحركة للاعب مهاجم لديه كتلة كبيرة.
أما الوزن فهو مجرد مقياس لقوة الجذب التي يخضع لها الجسم ولا علاقة له بالكتلة، فوزن الاجسام يختلف من مكان لاخر وبدون معرفة كتلة الجسم لايمكن معرفة وزنه.
من هنا وجب علينا التفريق بين الكتلة والوزن كمصطلحين لهما مفهومين مختلفين، حيث نلاحظ أن الكثير منا يعتقد أن التدريبات التي تتم بالاثقال والتي تقاس بالكيلو غرام هي عبارة عن كتل ولكنها في واقع الحال هي قوة او وزن مؤثر بإتجاه الاسفل بفعل الجاذبية الارضية ووحدة قياسه هي (النيوتن) كغم.م/ ث^2

مفاهيم الكتلة والوزن

الوزن	الكتلة
كمية قياسية متجهه	كمية قياسية
تقاس بالنيوتن – الداين	تقاس بالكيلوغرام – الغرام
تعبر عن مقدار قوة جذب الارض للجسم	تعبر عن مقدار مايحتوية الجسم من ماده
تتغير قيمتها بتغير موقع الجسم من حيث الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح الارض	لاتتغير قيمته بتغير موقع الجسم

الكتلة في الحركة الانتقالية (القصور الذاتي):

مثال1: لايمكن أن يتصارع مصارع كتلته 100كغم مع مصارع كتلته 70كغم، وذلك لأن القصور الذاتي للمصارع الاكبر كتلة سيكون اكبر بكثير من المصارع الاقل كتلة، وبالتالي سيكون صعب جداً على المصارع الاقل كتلة من تغيير حالة المصارع الاكبر كتلة.. ومن هنا جاء التقسيم لفعاليات رياضية مثل رفع الاثقال والمصارعة والملاكمة وغيرها من الالعاب والفنون القتالية حسب الفئات الوزنية وذلك لان صاحب الكتلة الاصغر سيكون من الصعب عليه جدا من تغيير حركة اللاعب ذو الكتلة الاكبر، حيث أن الكتلة تلعب دوراً حاسماً في كل الفعاليات الرياضية



مثال2: وتحتاج بعض الرياضات أن يمتلك اللاعب قصور ذاتي قليل لكي يبذل قوى تستطيع التغلب على قوة الجاذبية من أجل تحقيق إنجاز أكبر كما هو الحال بالنسبة للاعبي الجمناستك عند أداء الحركات الدورانية وزيادة هذا القصور عند الهبوط من الاجهزة.. من هنا فأن من الضروري جداً بالنسبة للاعبي الجمناستك أن يستمروا بالمحافظة على عدم زيادة كتلتهم مع العمل على تطوير القوة باتجاه التغلب على وزنهم أو القصور الذاتي لاجسامهم.

مثال3: وهناك رياضات اخرى تحتاج أن تكون كتلة الجسم قليلة من أجل أن تكون القوى التي تحاول تغيير الحالة الثابتة الى الحالة الحركية قادرة على تنفيذ هذا التغيير مثل لاعب الوثب العالي، إذ كلما اقترب اللاعب من تخفيف أو تقليل المقاومة (القصور الذاتي) التي يتعرض لها يكون قد اقترب من أداء الحركة بشكل ناجح.

يكون القصور الذاتي مفيداً عند اداء بعض المهارات، عندما:

- يحتفظ الجسم بإتزان عالي في أثناء الاداء على بعض الاجهزة/ مثال: الهبوط من الاجهزة أو من القفز في بعض فعاليات الجمناستك وغيرها من الرياضات.
- يكون المطلوب استمرار حركة الجسم في بعض المهارات/ مثال: في بعض الحركات في فعاليات الالتحام كالمصارعة والملاكمة والفنون القتالية.

يكون القصور الذاتي معوقاً عند أداء بعض المهارات، وكما:

- في بعض حالات البداية لبعض المهارات التي تتطلب قوة مميزة بالسرعة/ مثال: البداية من المكعبات في الاركاض.
- في حالات تغيير الاتجاه في الالعاب الجماعية (العاب الكرة) وكذلك الالعاب الفردية.
- في مرحلة النهاية لبعض المهارات التي تتطلب توقف في الحركة أو التوقف مرة واحدة مثل الهبوط من الاجهزة.

على هذا الاساس تبنى المباديء التدريبية باستخدام كتلة الجسم وما يضاف عليها من وزن لاجل تنمية وتطوير العضلات المسؤولة عن تغيير الحالة الثابتة الى الحالة المتحركة كما عند الانطلاق وحالات القفز من الثبات، إذ أن زيادة كتلة الجسم تعني زيادة قصوره وهذه الزيادة ستسبب عبء للعضلات العاملة ومن ثم زيادة كفائتها والتي تعني زيادة الكفاءة في التغلب على القصور الذاتي لجميع المهارات التي تتطلب تحركاً مفاجئاً.

الكتلة في الحركة الدورانية (عزم القصور الذاتي):

جميع حركات الجسم وأجزاءه تعتبر حركات دورانية ترتبط بمحاور دوران (مفاصل) وتتوزع كتل أجزاء الجسم حول هذه المحاور، وعندما يكون مركز الكتلة قريب من محور الدوران فأن الجسم يمتلك أقل قيمة لعزم القصور الذاتي وعندما تبتعد اكثر من محور الدوران يزداد العزم بسبب البعد العمودي بين مركز كتلة الجسم ومحور الدوران، وسرعة الدوران سوف تزداد أو تقل حسب هذا التغير.. وهذا المبدأ يمكن أن يستخدم كمبدأ تدريبي من خلال التحكم بأنصاف أقطار اجزاء الجسم عند التدريب على تطوير الاداء مثل حركات القفزات في العاب القوى والجمناستك وحركات التهديف بألعاب الكرة والهجوم بالكرة الطائرة.. أو يكون التحكم بكتل هذه الاجزاء عند التدريب بإضافة اوزان بنسب محددة عند التدريب..
والعلاقة الرياضية الاتية هي التي تحدد ذلك:

$$I = m \times k^2$$

في هذه المعادلة:

(I) Moment of inertia تمثل عزم القصور اذاتي

(m) mass تمثل كتلة الجسم

(K^2) gyration of radius المسافة التي تعرف نصف قطر العزم

وفق القانون أعلاه وفي مجال التدريب مثلاً، يمكن أن تكون كتلة الجسم او جزء الجسم تمثل مقاومة لحركة ذلك الجسم بحكم ارتباطها بقوة جذب الارض والتي تؤثر دائماً باتجاه الارض، لهذا فأن حركة هذه الكتلة ضد الجاذبية تعني أن الجسم يقاوم هذه الجاذبية، وتقوم العضلات بتنفيذ العمل ضد المقاومة ووفقاً لخصوصية جسم الانسان، ولما كانت كتلة الجسم أو اي جزء من اجزاءه تقريباً ثابتة لايمكن تغييرها، لذا يمكن زيادة قيمة المقاومة المتمثلة بعزم القصور الذاتي من خلال إتجاهين هما:

زيادة طول الجسم

حيث يمثل الزيادة في طول هذه الاجزاء زيادة في عزوم قصورها، إذ يمكن تطبيق بعض الحركات بزيادة نسبية في زوايا الاداء التي تتحقق في مفاصل الجسم/ مثال تدريبي: يمكن اداء حركات القفز على الاجهزة مثل الحواجز أو المساطب بحيث يكون الجسم ممدوداً عند اجتياز هذه الحواجز، وذلك يشكل مقاومة حقيقية لعضلات الجسم العاملة في هذه الحركات.

لعزم = كتلة الجسم × طوله^2 والذي يطلق عليه عزم القصور الذاتي الذي يرتبط بالحركة الخاصة بكل جزء لقيام ذلك الجزء بالحركة اولا، ولهذا يتم التحكم بطول ذلك الجزء من خلال الاقلال او زيادة الزوايا للبدء بالحركة، ولهذا نرى الاوضاع التحضيرية للحركات كلها ترتبط بثني هذه المفاصل العاملة لزيادة طول العضلات المرتبطة بهذه المفاصل بتقلصها لامركزيا والتغلب على القصور الذاتي (اي كتلة ذلك الجزء) للبدء بالحركة.

وعلى هذا الاساس يكون مؤشر عزم القصور الذاتي من المؤشرات التي يجب التأكيد عليها عند تطبيق المهارات المختلفة، وعند تدريس هذه الحركات يجب الاخذ بنظر الاعتبار الزوايا المناسبة والصحيحة والتي تسهل الاداء الحركي وتسهل عملية تعلم هذه الحركات، كحركات لاعب كرة القدم عند تغيير الاتجاه في حركات المراوغة وحركات لاعب كرة السلة عند أداء بعض المهارات الهجومية والدفاعية وحركات لاعب كرة اليد والقفز الطويل والثلاثية والعالي والزانة ولاعبي الرمي بألعاب القوى.

زيادة كتلة الجسم

عندما لايكون بإستطاعتنا استخدام مؤشر الطول ليمثل المقاومة المطلوبة، فيكون الاتجاه نحو زيادة كتلة هذه الاجزاء لزيادة المقاومة والتي ينتج عنها زيادة في القوة التي تتغلب على هذه المقاومة.. فعند أداء حركة الضربة الساحقة أو الارسال الساحق سواء للاعبي الطائرة او التنس الارضي أو حركات التهديف للاعبي كرة السلة، فإننا لايمكن تغيير زوايا الاداء لأجل تصعيب الحركة، وانما يمكننا أن نضيف كتلة الى اجزاء الجسم العاملة من أجل زيادة المقاومة والذي يعني زيادة عزوم قصورها، وهذه الزيادة في العزوم تعني زيادة العبء الملقى على العضلات العاملة والتي يجب ان تتكيف وفقاً للزيادة في هذا المتغير وبذلك نضمن تطوير القوة في هذه العضلات وفقاً لزوايا العمل وبالتالي تطوير القوة الخاصة بالاداء.

من الممكن زيادة كتلة الذراع للاعب القرص او الكرة الطائرة أثناء أداء الارسال أو لاعب كرة القدم أثناء اداء الرمية الجانبية، بزيادة 5% من كتلة الذراع الكلية والتي تحتسب وفقاً لنسب كتل اجزاء الجسم الى كتلته الحقيقية.

امثلة:

مثال: كتلة الذارع النسبية = 6,5كغم من مجموع كتلة الجسم، لذا فأن نسبة 5% من كتلة الذراع المحسوبة هذه والتي يمكن اضافتها الى الذراع = 0,325كغم، ومكن إيجاد (نق^2) بالطرق المباشرة والغير مباشرة وليكن مثلاً 0,8م، وبذلك يمكن ايجاد قيمة عزم القصور الذاتي لزيادة 5% من خلال:

$ا = k \times m^2$

$ا = 0,325 \times (0,8)^2 = 0,208$كغم.م^2

مثال:يمكن أن يكون عزم قصور الذراع في حالته الطبيعية $ا = k m^2$

$ا = 6,5 \times (0,8)^2 = 4,16$كغم.م2

وهذه القيمة تمثل شدة 100% عند التدريب بدون إضافة وزن، ويمكن أن تكون شدة التدريب عند العمل بهذا المبدأ وبعد إضافة وزن معين أكبر، وبذلك تتحدد على ضوء ذلك الشدة التدريبية الجديدة، حيث أن إضافة وزن بمقدار 0,5كغم يعني أن عزم القصور الذراع الجديد أصبح 4,48كغم.م^2 ، أي أن 90% من شدة التدريب الجديدة هذه تعادل 4,032كغم.م^2، ويمكن التدريب وفق هذه الشدة مع الاخذ بنظر الاعتبار فترات الراحة والتكرار.

في حالة جسم الانسان والذي يتكون من اجزاء متعددة، فأن عزم القصور الذاتي الدوراني يقاس بجمع عزم القصور الذاتي الدوراني لكل النقاط المكونة للجسم.

أهمية الكتلة في التطبيقات الميكانيكية لتطوير العمل التدريبي:

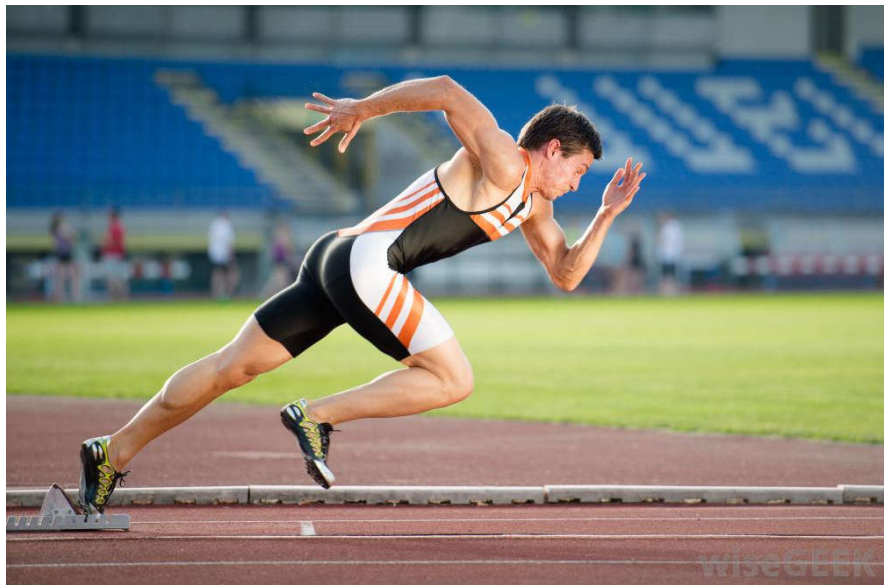
تطبيق1/ استخدام نظرية الطاقة احركية في تحديد شدة التدريب للاركاض القصيرة:

من المسلم به أن تحديد الشدة التدريبية لعداء المسافات القصيرة عند إجراء تدريبات السرعة ومطاولة السرعة الخاصة، تكون من خلال تحديد الزمن القصوي لقطع هذه المسافات والتي تمثل الشدة القصوية لها 100%، ثم يتم تحديد الشدة المراد التدريب عليها من هذه الشدة، فمثلاً عداء زمنه القصوي في 100م هو 10ثا، وهو يمثل الشدة القصوية له، واريد لهذا العداء التدريب بشدة 90% وبتكرار 3 مرات، فأن تحديد الشدة يكون بقسمة الزمن القصوي على الشدة المراد التدريب عليها، وتكون بذلك:

(زمن التدريب القصوي/ شدة التدريب المطلوبة)

10/ 0,90 = 11,11ثا الزمن بشدة 90%

وهذه الشدة يكون التدريب عليها من قبل العدائين الذين يمتلكون ازمان تقدر (10 – 10,1)ثا، دون مراعاة كتل العدائين او الفروق الفردية بينهم.. لهذا فقد جاءت نظرية الطاقة الحركية لتعطي واقع الفروق في ازمان هذه الشدد من خلال متغيرات الكتلة ومعدل السرعة لكل رياضي وكما يأتي:



الطاقة الحركية لعداء يمتلك 10ثا في سباق 100م وكتلته 70كغم هي:

$KE = 0,5 \times m\ v^2$

حيث Kinetic Energy (KE) تمثل الطاقة الحركية

$KE = 0,5 \times 70 \times (100/10)^2$

KE =3500جول

فلو اريد لهذا العداء أن يتدرب بـ 90% من طاقته الحركية فيكون:

90% من الطاقة الحركية= 0,90 × 3500 = 3150جول

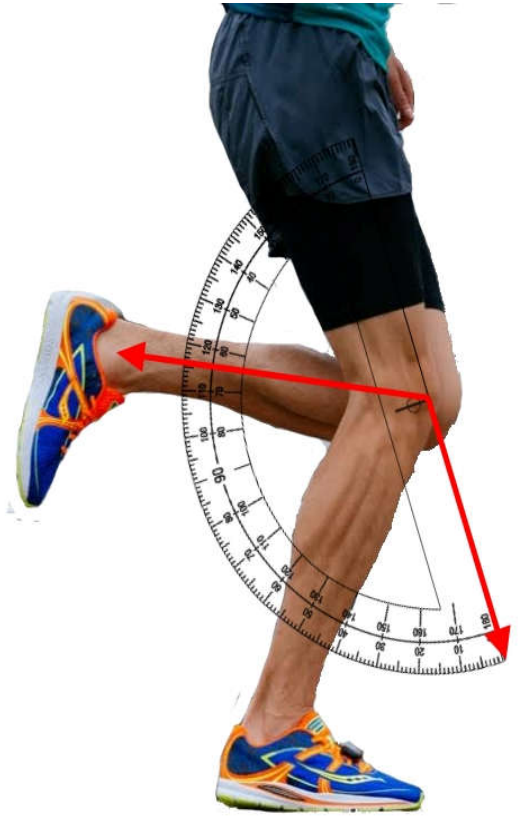
وبالرجوع بشكل عكسي الى المعادلة الاولى، نطبق:

$KE = 0,5 \times m\ v^2$

$3150 = 0,5 \times 70 \times (100/t)^2$

t =10,54ثا

وهو زمن التدريب بشدة 90% وهذا الزمن أخذ بنظر الاعتبار كتلة اللاعب والتي تعد أحد المقاومات المهمة التي يتعرض لها العداء اثناء أداء حركات الركض (عمليات الارتكاز والطيران) وبذلك فأن العداء يبذل القوة الحقيقية التي يفترض أن يبذلها ضد الجاذبية وبقوة تتناسب مع هذه المقاومة.. حيث يلاحظ بأن الزمن المستخرج بطريقة الطاقة الحركية وبدلالة الكتلة والسرعة هو أقل بكثير من الزمن المستخرج بالطريقة التقليدية وهو 11,11ثا، وهكذا نكون قد حققنا الفائدة المرجوة من التدريب بشكل أكثر فاعلية وتأثير.



تطبيق2/استخدام نظرية الطاقة الحركية الزاوية في تحديد شدة التدريب للحركات الزاوية:

يمكن تحديد شدة التدريب للحركات الزاوية من خلال قانون الطاقة الحركية الزاوية:

$$\text{Rotational Kinetic Energy} = 0.5 \times I \times w^2$$

حيث تمثل Rotational Kinetic Energy الطاقة الحركية الدورانية (الزاوية)

ويمثل I عزم القصور الذاتي أي $m \times k^2$

ويمثل W (ANGULAR VELOCITY) السرعة الزاوية
ولما كانت W= Q /T
حيث Q يمثل (ANGULAR DISPLACEMENT) الازاحة الزاوية
لذا يمكن تحديد شدة التدريب بإيجاد الطاقة الحركية الزاوية القصوية 100% وكما في التطبيق الاتي:
لو أردنا تدريب لاعب القرص بطاقة حركية زاوية 100% عند رمي القرص وكان زمن الحركة بالذراع 0,35ثا، وكتلة هذه الذراع 7كغم وطولها 0.8م، والازاحة الزاوية التي تقطعها الذراع أثناء المرجحة هي 160درجة، فإن الطاقة الحركية الزاوية لها تساوي:

ROTATIONAL KINETIC ENERGY = $0.5 \times I \times W^2$

$= 0.5 \times 7 \times (0,8)^2 \times (0,35 /160)^2$

= ؟؟؟؟؟؟ جول

فإذا اريد تدريب هذا اللاعب بشدة 90% من طاقته الحركية الزاوية عند اداء المرجحة وبنفس الازاحة الزاوية، فإن 90% من الطاقة الحركية= ؟؟؟؟؟؟ × 90%

= جول

وبالمقابل يمكن استخراج زمن التدريب المناسب لهذه الطاقة الحركية الزاوية من خلال الرجوع عكسياً بالمعادلة وكما يأتي:

؟؟؟؟؟؟؟= 0,5 × 7 × $(0,8)^2$ × $(T /160)^2$

T= ؟؟؟ ثا عند التدريب بشدة 90% من الطاقة الحركية الزاوية

بينما الزمن المستخرج بالطريقة التقليدية بشدة تدريب 90% هو 0.38ثاعند حسابه من خلال القانون

(زمن التدريب القصوي/ شدة التدريب المطلوبة)

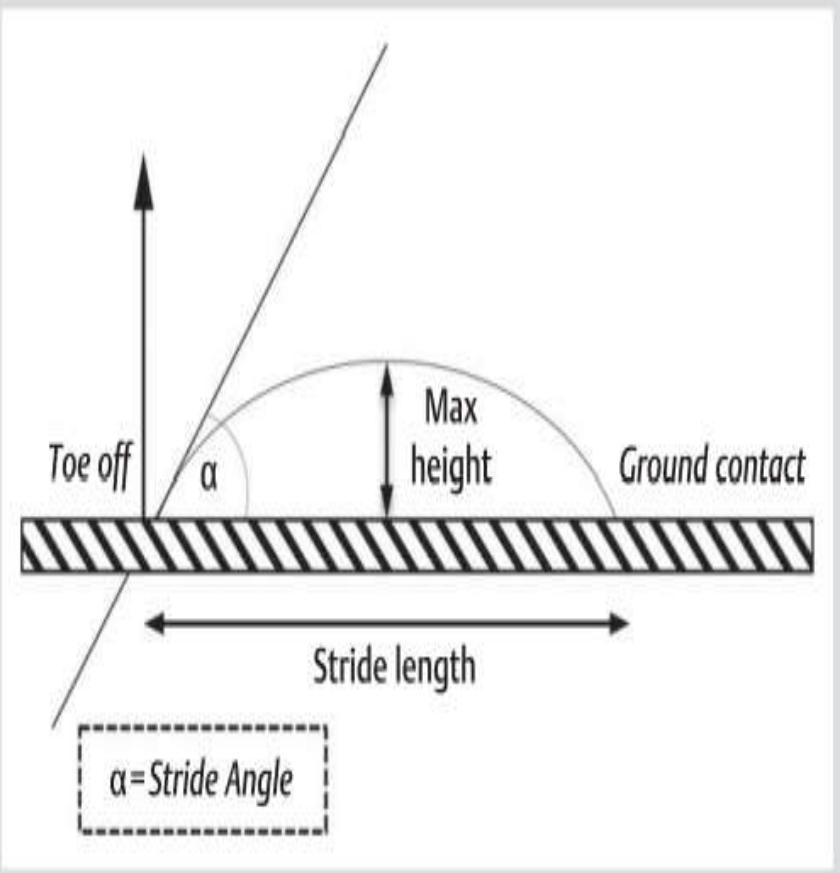


Fig. 1 Schematic representation of stride angle during running.

المصادر:

1.سمير مسلط الهاشمي؛ البايوميكانيك الرياضي، ط3: (بغداد، النبراس للطباعة والتصميم،2010).
2.صريح عبدالكريم الفضلي؛ تطبيقات السوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي، ط2: (بغداد، جامعة بغداد، 2010).
3.صريح عبدالكريم الفضلي ووهبي علوان البياتي؛ موسوعة التحليل الحركي، ج1: (بغداد، مطبعة دي العكيلي، 2007).
4.طلحة حسام الدين؛ مبادىء التشخيص العلمي للحركة: (القاهرة، دار الفكر العربي، 1994).
5.محمد جاسم محمد الخالدي؛ البايوميكانيك في التربية البدنية والرياضة: (بغداد، جامعة الكوفة، 2012).
6.ياسر نجاح حسين واحمد ثامر محسن؛ التحليل الحركي الرياضي: (النجف الاشرف، دار الضياء للطباعة، 2015
7.د.حسين مردان؛ محاضرات في البايوميكانيك: (كلية التربية الرياضية، جامعة القادسية).
8.James G.Hay; The Biomechanics of Sports Techniques, 3rd edition: (New Jersey, prentice – Hall,1985).
9.Susan J.Hall; Basic Biomechanics, sixth edition: (New York, McGraw – Hill, 2012).

شكرا لطيب الاستماع