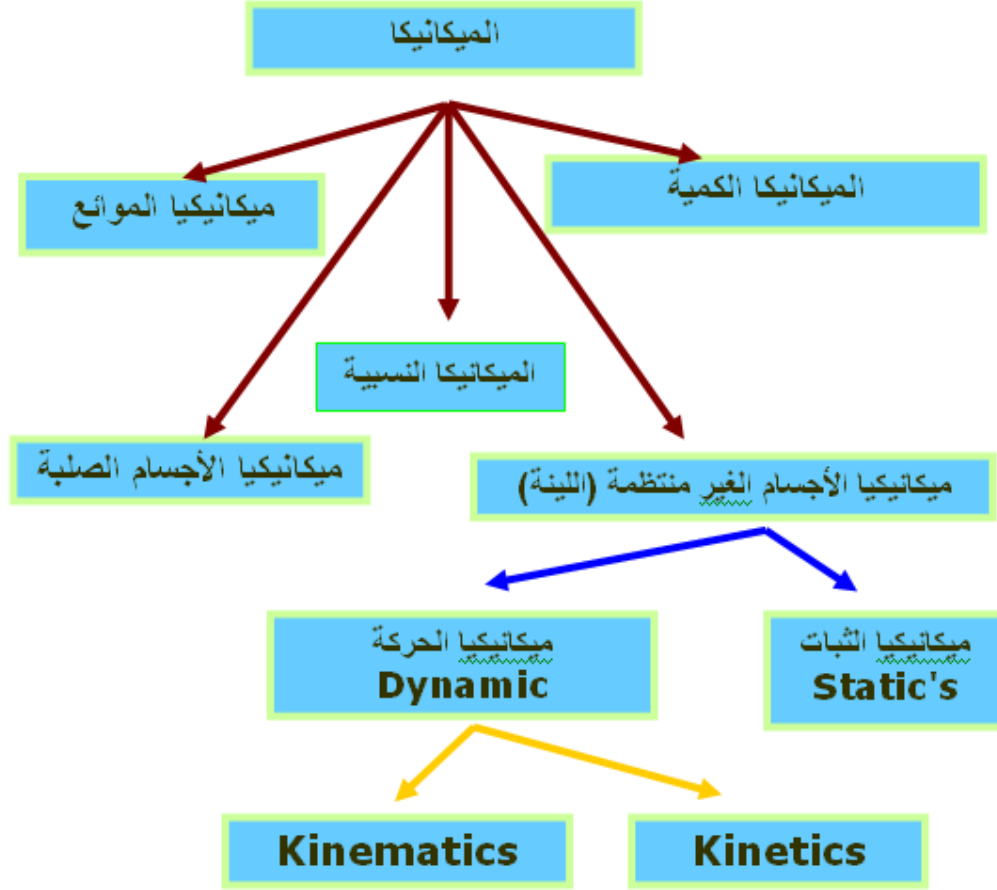


## استخدام المؤشرات البيوميكانيكية لقياس بعض مظاهر الحركة والاداء الحركي

الاستاذ الدكتور صريح عبد الكريم الفضلي



### الانسياب الحركي

n قبل التكلم عن معنى الانسيابية ، تكلم عن الاداء المهاري المثالي والذي يفترض ان يتميز به لاعبي المستويات العليا والإبطال الدوليين ، فقد ذكرت بعض المصادر ملخصاً لمعنى الاداء المهاري وكما يلي:

n الاداء المهاري المثالي = سرعة الاداء × الدقه ×التوافق العصبي العضلي× فن الأداء

n وترتبط جميع الحركات بالزمن الذي تستغرقه هذه الحركات ويمكن أن توصف الحركة من ناحية الزمن من خلال ما يأتي:

n - اللحظة الزمنية

n ( متى بدأت ومتى انتهت) وهذه اللحظة الزمنية لها علاقة بالمقياس الزمني لموضع نقطة الجسم أو جزء الجسم (يجري تعين اللحظة الزمنية عند بداية ونهاية الحركة للوضع اللحظي الذي ينفذه الجسم أو جزء الجسم لحظة بداية القياس. وهذه الأوضاع اللحظية الهامة - هي في المقام الأول - لحظات التغيرات الجوهرية في الحركة والتي ينتهي عندها أحد أجزاء ( أو فترات ) الحركة ليبتدئ الجزء ( أو الفترة ) التالي له

(مثلا - مس وترك القدم للأرض وكذلك لحظة انتهاء فترة الدفع وابتداء فترة الطيران) ومن خلال اللحظات الزمنية يجري تعيين الطول الزمني للحركة.

n واحد هذه الحلول التدريبية هي إمكانية ربط هذه اللحظة الزمنية بعد قياسها بتغير زخم الجسم في نفس اللحظة ، والذي له علاقة مباشرة بدفع القوة الذي تحدده هذه اللحظة الزمنية ووفق القانون التالي:

n دفع القوة = التغير في الزخم

n حيث إن تغير الزخم إذا كان كبيرا ( أي ناتج ضرب كتله اللاعب في سرعته الاولى لحظة مس الأرض تكون اكبر بكثير من ناتج ضرب نفس الكتلة في السرعة الثانية لحظة ترك الأرض ). وذلك مؤشر على ضعف اللحظة الزمنية التي يؤدي اللاعب بها الدفع في أثناء الارتقاء.

n يمكن التعبير عن علاقة الدفع والزخم بالمعادلة اللاتية :-

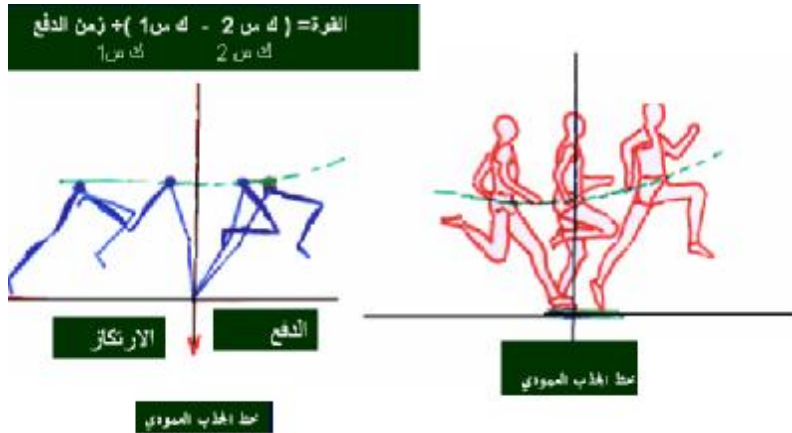
n الدفع = التغير بالزخم

n ولتوضيح عناصر المعادلة السابقة نوجزها بالنتيجة الآتية :-

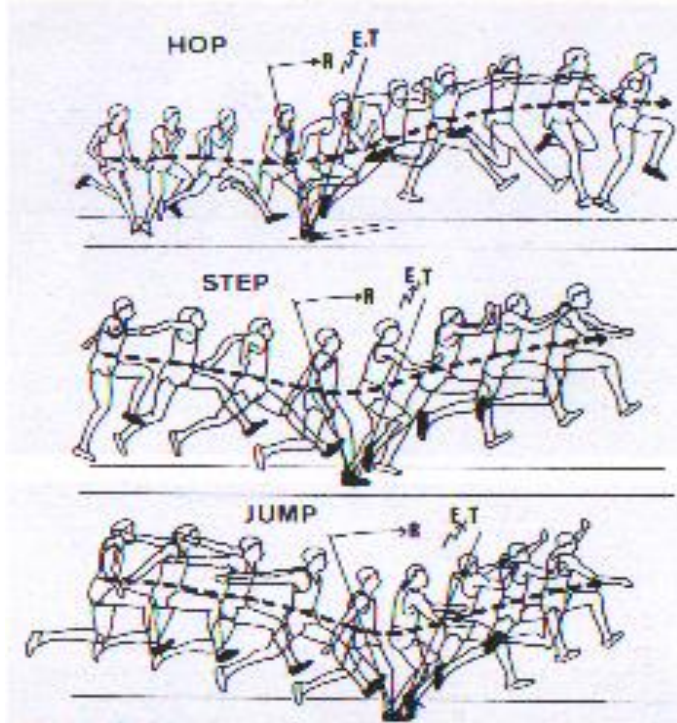
n القوة × الزمن = الكتلة × التغير بالسرعة



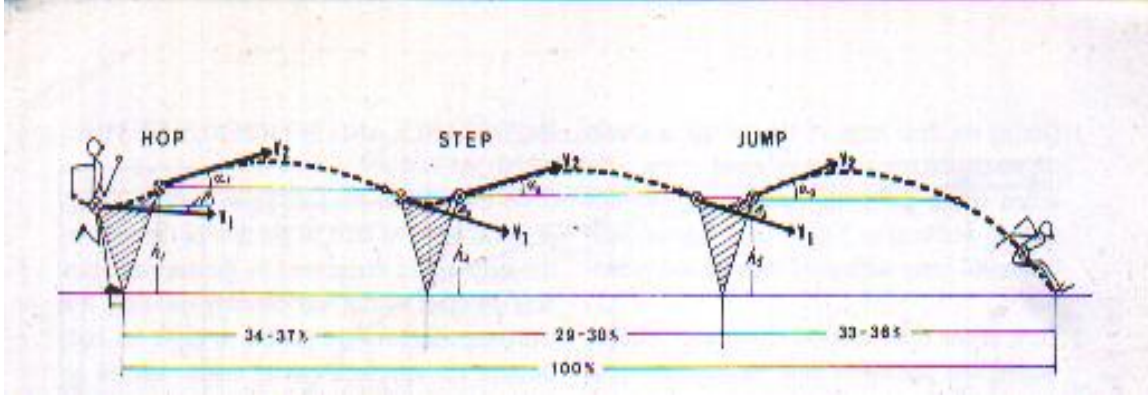
كمية حركية الجسم يمكن ان تقاس من حاصل ضرب كتلة الجسم × سرعته عند كل لحظة زمنية اي في لحظة مس القدم وفي لحظة تركها ، وهذه اللحظات لا بد ان تحدث خلال انتقال الجسم سواء عند تارك الرض او عند القفز لاداء مختلف المهارات الحركية ، وعلى هذا الاساس يمكن قياس التغير في الزخم بثبات كتلة الرياضي وتغير سرعته من عدمه للدلالة على تغير الحركة ان كان تم بشكل جيد او سيئ



- n فإذا كان الناتج بقيمة موجبة دائما بين اللحظات الزمنية المكون للأداء ،فان قيمة الانسيابية تكون مثالية ( كما هي الحال عند الانطلاق من الثبات او عند التحرك لأخذ موضع محدد في ملعب كرة القدم او السلة او اليد،او عند اداء حركات الجمناستك الأرضية....الخ)
- n وإذا كان قيمة الدفع اللحظي بقيمة سالبة قليلة ( أي كلما كانت القيمة بأقل مايمكن وبإشارة سالبه) فان ذلك يدل ايضا على انسيابية عالية خصوصا عند لحظات الربط بين الاقتراب والقفر (وثب طويل - ثلاثي - تهديف من الحركة والقفز - ضربة ساحقه من الحركة.....الخ)
- n والعكس صحيح اذا ظهر غير الذي اشرنا اليه اعلاه ، اذ ان ذلك يدل على انسيابه ضعيفه.
- n فإذا كان رياضي كتلته ٧٠ كغم ويقترّب بسرعة ٧ م/ث ( وهي سرعته لحظة مس الارض)وعند الدفع تبلغ سرعته ٦.٥ م/ث فان تغير زخم جسمه ( كمية حركة الجسم ، تبلغ كما يلي:  
التغير في الزخم = ٧٠ (٧ - ٦.٥)
- = ٣٥ كغم .م/ث وهي قيمة قليلة فإذا كان التغير بالزخم كبير ، اي مثلا تكون سرعته عند الدفع مثلا ٤.٥ م/ث فيكون التغير -١٧٥ كغم.م/ث ، وهذه النتيجة تعطي قيمة رقمية للتغير الحاصل بسرعة الجسم والتي تعطي فكرة عن عدم اتمام الدفع المناسب للحفاظ على الاستمرار بالسرعة المطلوبة والتي تعبر عن الانسيابية
- n ويمكن إن نقيس تغير الزخم في كل لحظة من لحظات الاستداد والدفع سواء أثناء خطوات الركض أو أثناء ركض الاقتراب أو أثناء أداء إي حركة من الحركات لجميع المهارات ، وعندما تكون قيمة تغير الزخم بأقل قيمة سالبة فان ذلك يشير إلى انسيابية الأداء العالي وبأقل مايمكن من فقدان للسرعة ( كما يحدث في لحظات الارتقاء ولحظات الرمي أو قد يكون تغير الزخم ايجابيا فان ذلك أيضا يدل على ايجابية تزايد السرعة بعد لحظات التوقف اللحظي ( كما يحدث عند الانطلاق ومرحلة التعجيل بعد بدايات الاركاض)

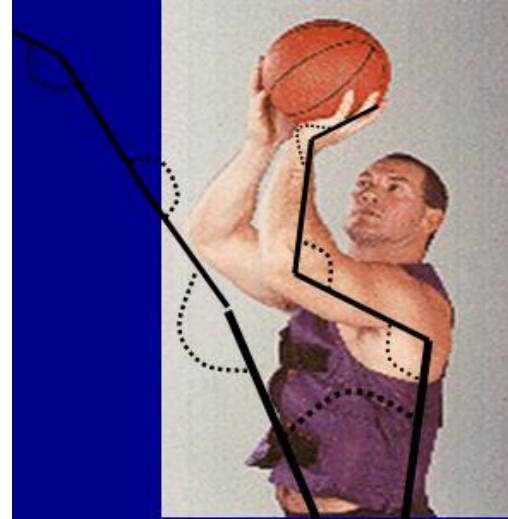


يبين الانسياب الحركي عند الانتقال بين مراحل الحركة المختلفة (الوثبة الثلاثية)



النقل الحركي بين أجزاء الجسم

كتلة الجذع × سرعته + كتلة الذراع × سرعته = مبدأ انتقال الزخم الخطي  
والذي له علاقة بتناسق وانسيابية الحركة الزاوية في المفاصل العاملة وبذا يمكن ان يكون هناك انتقال للزخم الزاوي بين هذه الأجزاء (زخم ز = ع ص ذ × س ز لكل جزء يضاف اليه الزخم الزاوي للجزء الاخر)



شكل يبين تناسق انتقال هذه الحركة بين مفاصل الجسم المشاركة بالحركة بما يخدم تحقيق الزخم النهائي

الإيقاع الزمني ( الإيقاع الحركي):

- n - إيقاع الحركات ( الزمني) - هو المقياس للتناسب ( أو للنسبة) بين أجزاء الحركة. وتتعين من خلال إيجاد النسبة بين الأطوال الزمنية لأجزاء الحركة ، لذا فالإيقاع هو كمية لاقياسية ( أو لارتيبية).
- n ويوصف إيقاع الحركات - على سبيل المثال - بالنسبة بين زمن الاستناد إلى زمن الطيران في الركض ، أو زمن الامتصاص ( التي في الرجل) إلى زمن الدفع ( المد في الرجل) خلال الارتكاز أو الاستناد.
- n ويمكن أن تصلح النسب بين الأطوال الزمنية لأجزاء الحركة ( التناسب بين الفترات المكونة لخطوة الانزلاق ) كمثال يعبر عن الإيقاع في خطوة الانزلاق على الجليد . فيتغير تردد الخطوات بتغير إيقاعها

- n الإيقاع الحركي (الإيقاع الزمني)
- n يعني تقسيم دفعات القوة على مراحل زمنية متناسقة ومنظمة ، أي إخراج القوة بالقدر الأمثل في الزمن المناسب
- n مثل إيقاع راكض الحواجز
- n وإيقاع راكض المسافات الطويلة
- n وإيقاع الحركات المتكررة في التجديف أو الجمباز.
- n ويأتي الإيقاع الحركي من الجانب الميكانيكي من خلال التبادل الأمثل بين الانقباض والانبساط في العضلات والذي يجب ان ينسجم مع المديات الزاوية المتحقق في المفاصل العاملة وما يتحقق من سرعة زاوية لها والذي يحقق الاقتصاد بالطاقة المصروفة.

#### التوقع الذاتي:

- n تعني قدرة اللاعب على تحديد موقع مركز ثقل جسمه حسب موقعه في قاعدة الاستناد ، والتوقع الصحيح بشكل قاعدة الاستناد ومكان مركز ثقل الجسم يجب ان ينسجم مع كل مرحلة من مراحل الحركة أو أقسامها (التمهيدية أو الرئيسية أو الختامية).

#### انسيابية حركات الهبوط:

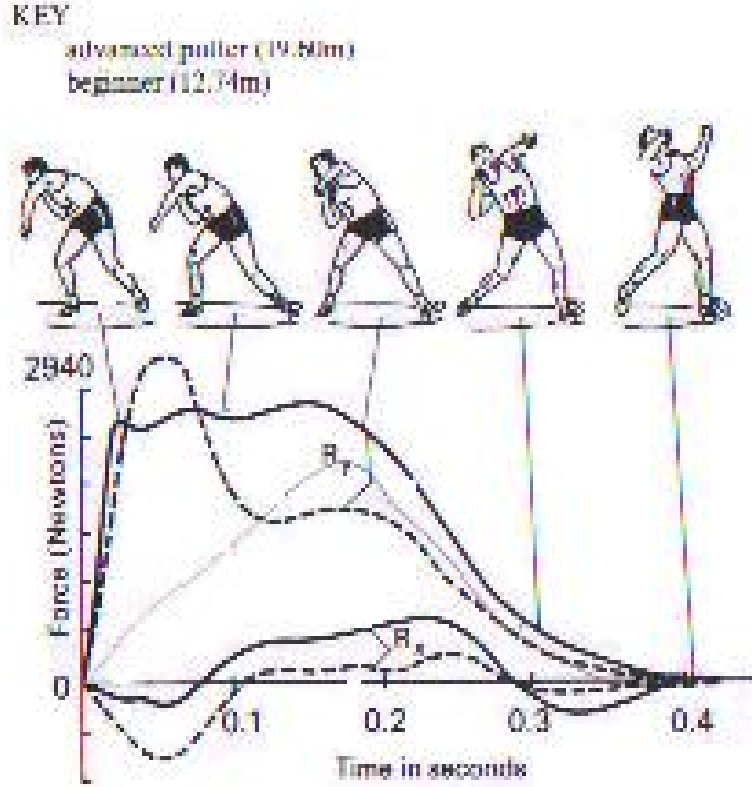
- n أي تحويل حال الجسم الحركية إلى سكون بشكل تدريجي، أي إحداث تناقص سريع متدرج في تعجيل الجسم أو الأداة المستقبلية ، وهذا يعني استخدام قوة قليلة بزمان طويل نسبيا ، وعكس ما يحدث في دفع القوة. وقد تكلمنا عن هذا المصطلح في الموضوع السابق.

#### ديناميكية الحركة

- أي التوزيع الزمني للقوة ( استخراج نتائج منحنى قوة - الزمن ) وكما يلي:
- ان الانقباض العضلي المفاجئ يعني عدم وجود ديناميكية صحيحة للحركة ( أي ارتفاع المنحنى الحاد والمفاجئ ) والعكس صحيح.
- ان ارتفاعات المنحنى يجب ان يكون على شكل أقواس متناسقة والذي يدل على انسيابية عالية، وإذا كانت هذه المنحنيات على شكل زوايا حادة فيعني ذلك عدم وجود انسيابية.

#### مؤشر النقل الحركي الميكانيكي بين الجسم والأرض

- يعد مؤشر النقل الحركي أحد المؤشرات الميكانيكية والتي تعطي تفسيراً حقيقياً لنوع النقل الحركي المنجز في لحظات الارتقاء في جميع القفزات ، وذلك من خلال علاقة زاوية الانطلاق (لحظة الطيران) والطاقة الميكانيكية ( مجموعة الطاقة الحركية والكامنة) المنجزة لحظة الارتقاء.
- فمن المعروف ان كل لحظة من لحظات الارتكاز هناك مرحلتين مهمتين هما مرحلة الاستناد ومرحلة الدفع ، ولكل مرحلة من المراحل يمكن ان نحسب الطاقة الميكانيكية بنوعها ( الكامنة والحركية) والتي تشكل بالنهاية الطاقة الميكانيكية الكلية، لذا يمكن ان نقسم هذه الطاقة وكما ذكرنا سابقا وفقا الى لحظات الاستناد عند عملية النهوض إلى:



الطاقة الكلية لحظة الاستناد وهي تتكون من طاقة حركية وطاقة كامنة.  
والطاقة الكلية لحظة الدفع وهي تتكون من طاقة حركية وطاقة كامنة.

ويمكن أن نطلق على الطاقة الكلية في لحظة الاستناد بالطاقة الكلية الأولى وفي لحظة الدفع بالطاقة الكلية الثانية :

– الطاقة الكلية الأولى ( الاستناد ) = الطاقة الكلية لحظة الاستناد / كتلة الجسم

الطاقة الكلية لحظة الاستناد هي عبارة عن مجموع الطاقة الحركية والكامنة لحظة أول مس لقدم الرجل الدافعة للأرض ( الطاقة الابتدائية).

– الطاقة الكلية الثانية ( الدفع ) = الطاقة الكلية لحظة الدفع / كتلة الجسم

وهي الطاقة الكلية النهائية قبل ترك القدم الأرض ( قبل لحظة الطيران)

ان المغزى من قسمة الطاقة الكلية على كتلة الجسم هو لمعرفة مقدار هذه الطاقة بالجول لكل ١ كغم من كتلة الجسم.

وتحسب الطاقة الحركية في كل من لحظة الاستناد والدفع من خلال القانون التالي:

الطاقة الحركية =  $\frac{1}{2} K \text{ م}^2$  ، أما الطاقة الكامنة فتحسب من خلال القانون التالي:

الطاقة الكامنة =  $K \times ج \times ع$  ( ع هو ارتفاع مركز ثقل الجسم و يحسب قياس ارتفاع هذا المركز عن الأرض في كل لحظة)

أذن يمكن أن نستخرج تناقص الطاقة وهي = الطاقة الكلية الأولى – الطاقة الكلية الثانية ونستخرج مؤشر النقل الحركي من خلال القانون الآتي:

مؤشر النقل الحركي = زاوية الانطلاق / تناقص الطاقة ( د/ جول/كغم)

ولنضرب المثال التالي لإيضاح ماتقدم :

إذا كان مجموع الطاقة الكلية الابتدائية ( لحظة الاستناد) للاعب الوثب العالي هي ٣٥.١٥ جول / كغم ، ومجموع الطاقة النهائية ( لحظة الدفع) تساوي ٣٠.٨٨ جول / كغم، وبلغت زاوية الانطلاق لهذا اللاعب ٤٨.٨٣ ° ، ماهو مؤشر النقل الحركي لهذا اللاعب ؟

مؤشر النقل الحركي = زاوية الانطلاق / تناقص الطاقة الكلية

$$= 30.88 - 35.15 / 48.83 =$$

$$= 12.05 \text{ درجة/جول / كغم}$$

الشئ المهم هنا ماذا يعني هذا الرقم بالنسبة للمدرب او اللاعب ؟

الجواب انه كلما كان تناقص الطاقة اكبر لكل ( ١ جول / كغم) ، مع بقاء زاوية الانطلاق بقيمتها او بقيمة اقل ، قل مؤشر النقل الحركي تبعا لذلك بمقدار من ( ١ - ٢.٥ درجة /جول / كغم ) وحسب زاوية الانطلاق المناسبة لذلك ، وهذا يعني ان هناك ضعف في تكامل النقل الحركي لحظة النهوض وبما يتناسب والحصول على أفضل مسار حركي لمركز ثقل الجسم والذي يعبر عن تحقيق الأداء المثالي الذي يتمكن من خلاله اللاعب أفضل انجاز، أي أن مفاصل الجسم العاملة لم تعطي المديات المناسبة للعمل العضلي ولنقل القوة من جزء إلى آخر وفقا لمبدأ نقل الزخم والذي يسبب في عدم الحصول على زاوية انطلاق جيدة.

ولكون مؤشر النقل الحركي يمثل مقدار نقل القوة بين العضلات العاملة على المفاصل المشاركة في الأداء الحركي لنوع المهارة او الحركة ، وبهذا فإن القيمة المستخرجة من هذا القانون تعطي كميته ميكانيكية رقمية معبرة عن مقادير مجموع دفع قوى عضلات الجسم المشاركة في الأداء والمناسبة مع ما يتم من تناقص طاقة ميكانيكية بين لحظة الامتصاص ولحظة الدفع. فمثلا ، عند اداء الوثب الطويل ، فإنه عادة يكون تناقص الطاقة اقل بين لحظتي الامتصاص والدفع عند لاعبي المستويات العليا مع العلم ان زاوية الانطلاق تتراوح بين ( ١٧ - ٢٤ ) درجة ، وهذه القيم الصغيرة في زاوية الانطلاق ينبغي ان يكون معدل تناقص الطاقة اقل ما يمكن لضمان الحصول على أعلى مؤشر للنقل الحركي وكما هو موضح في المثال التالي:

بلغت زاوية الانطلاق لوثاب طويل ٢١° وبلغ تناقص الطاقة الكلية ٢.٥٥ جول

$$\text{لذا فإن مؤشر النقل الحركي} = 8.23 \text{ درجة/جول / كغم}$$

وكلما بلغ تناقص الطاقة بأقل قيمة فإن هذا المؤشر سوف يزداد ، وذلك يقودنا إلى دفع القوة كان مثاليا والتغير بالزخم تبعا لذلك كان بأقل قيمة وعزوم القوى والمقاومة كانت مناسبة وزوايا وضع الجسم لحظتي الامتصاص والدفع كانت بأفضل قيم بما يؤمن حصول الجسم على الوضع المثالي اثناء الارتقاء ، وكل هذه الدلالات قد تم تناولها في مباحث سابقه ، وار تائينا تناولها هنا لارتباطها بهذه المؤشر الحركي المهم .

ويمكن استخدام هذا المؤشر في الدلالات التدريبية عند تدريبات لاعبي القفز العالي والقفز بالزانة وعند تدريبات المهارات الهجومية (كالتهديف البعيد من القفز وبعض مهارات الكرة الطائرة كالكبس والإرسال الساحق ) في مختلف الألعاب المنظمة فيما يجب ان يتحقق من سرعة خلال الاقتراب ومقدار ما يفقد من هذه السرعة لحظة النهوض وما يترتب على ذلك من دفع قوة مثالي ينسجم مع الأوضاع الميكانيكية للجسم أثناء هذه اللحظة ومع ما يتحقق من عزوم قوى وعزوم مقاومة اثناء هذه المرحلة والتي يجب ان تتناسب مع فقدان قليل للطاقة(الطاقة الكلية) خلال هذه المرحلة وبما يحقق أفضل نقل حركي للاعب.

