مجلة تطبيقات علوم الرياضة
العدد الخامس والتسعون مارس ٢٠١٨

الحفاظ النسبي للطاقة كأساس بيوميكانيكي لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد.

عبد الرحمن إبراهيم عقل

كلية التربية الرياضية بنين، جامعة الإسكندرية – جمهورية مصر العربية.

منى حمدى سالم

كلية التربية الرياضية بنات، جامعة الإسكندرية – جمهورية مصر العربية.

المقدمة واهمية البحث

لعبة كرة اليد تعد من الألعاب الجماعية التي تحتاج إلى قدرات مهارية وبدنية عالية أثناء الأداء، فضلاً عن التنوع في مهارات اللعبة سواء الدفاعية أو الهجومية، ويعد التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد من المهارات الهجومية الهامة والتي عن طريقها يمكن للفريق أن يحقق الفوز في المباراة، فهي من المهارات الفردية الهجومية التي تؤدي بالكرة والتي زاد الاعتماد عليها في معظم الخطط الهجومية نظراً لتطور الدفاع من حيث السرعة الجماعية في سد الثغرات البينية بالإضافة إلى القوة في التصدي للمهاجم، إضافة إلى أنها من أكثر التصويبات استخداماً وهذا ما أكدته دراسة كمال درويش وآخرون (٢٠٠٢) حيث بلغت نسبه تكرارها في المباريات كانت أكثر من ٥٠% وفى هذا الصدد أكدت دراسة (Wagner, H. et al (٢٠١٤ أن نسبة تكرارها في المباريات قد بلغت ٧٥%، وتظهر خطورته عند أدائه بصورة مفاجئة دون حركات تمهيدية ، وهذا النوع من التصويب يعطي فرصة للمهاجم لرؤية المرمى بوضوح مما يسهل عليه اختيار الزاوية المناسبة للتسديد. (٦: ١٣٣)، (١١)

وتنقسم مهارة التصويب من الوثب عالياً إلى عدة مراحل (الاقتراب، الارتقاء، الطيران مع التصويب، الهبوط)، حيث أنها تعتمد على إخراج أقصى قوه بدقة فالقذف والرمي يعتمدان بدرجة كبيرة على القدرة العضلية فإذا كانت زاوية الانطلاق ثابتة فإن المسافة التي يقطعها الجسم المقذوف تعتمد مباشرة على السرعة النهائية (السرعة لحظة الانطلاق) ومن ثم فإن الهدف الأول للقاذف هو إكساب الجسم المقذوف أكبر سرعة ممكنة ومن أجل تحقيق هذا يجب تطبيق أقصى قوة مع سرعة قصوى "القدرة العضلية ".(٥: ٧٠)، (٨: ١٢)

ويشكل التحليل البيوميكانيكى جانباً أساسياً فى التشخيص العلمى لحركات الجسم البشرى من خلال تطبيق القوانين والأسس الميكانيكية والنظريات العلمية التي توصلت إليها العلوم الطبيعية والميكانيكية والبيولوجية على حركة الإنسان بشكل عام وعلى حركة الرياضيين بشكل خاص من أجل تقويم الأداء والوصول إلى نتائج تتعلق بالإنجازات الرياضية وذلك من خلال وصف وتحليل جميع العوامل (البدنية والميكانيكية والتشريحية) التي تخص الأداء الحركي بشكل يضمن استخدامها في حل المشكلات التي تتعلق بالأداء وتقويمه. (٣: ١١)، (١: ٣ - ٥)، (٧ :١٦)، (٢: ١٢٥)، (٤: ١٦٤)

ومن هذه القوانين قانون حفظ الطاقة أو بقاء الطاقة أو انحفاظ الطاقة وهو في الفيزياء ينص على أنه في أي نظام معزول، الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من صورة لأخرى.

وهناك صوراً عديدة للطاقة: طاقة حركة، طاقة حرارية، طاقة كهربائية، طاقة ميكانيكية، طاقة إشعاعية وغيرها، ويمكن تحولها من صورة إلى أخرى. ولكن تبقى الطاقة ولا تفنى. كما بينت النظرية النسبية لأينشتاين " Albert Einstein" أن الطاقة يمكن أن تتحول إلى مادة، وقانون حفظ الطاقة هو أحد المبادئ الأساسية في جميع العلوم وينص على:

"كمية الطاقة الكلية في نظام مغلق لا تتغير"

ونعني "بنظام مغلق" بأنه نظام لا يتبادل طاقة أو مادة أو تآثر مع الوسط المحيط.

فالطاقة الحركية هي نوع من الطاقة التي يملكها الجسم بسبب حركته، وهي تساوى الشغل اللازم لتسريع جسم ما من حالة السكون إلى سرعة معينة، سواء كانت سرعة مستقيمة أو زاوية. فبعد إكتساب هذه الطاقة نتيجة للتسارع لا تتغير هذه الطاقة ويظل الجسم محتفظاً بها طالما لا يوجد إحتكاك يوقفه طبقاً لقانون حفظ الطاقة.

ولكن يمكن للطاقة التحول من صوره إلى أخرى ففي المجال الرياضى تتحول طاقة الحركه أو جزء منها أثناء الحركة لأعلى إلى طاقة وضع وتتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة مرة أخرى عند النزول من أعلى لأسفل، وهنا لا يحدث فقد للطاقة بل تتحول من شكل إلى آخر.

ويعتبر جاليليو "Galileu Galilei" أول من فكر في حفظ الطاقة عام ١٦٣٨ عند دراسته لحركة البندول حيث رأى ان طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركة باهتزاز البندول وبالعكس. ثم توصل العلماء فيما بعد إلى اكتشاف حفظ طاقة الحركة وعن طريق المعايرة توصلوا إلى أن طاقة الحركة تساوي:

$$\frac{1}{2}mv^2$$

والتي تفهم على أنها القيمة الحقيقية لطاقة الحركة المستخدمة في ثابت تحويل الشغل وهي النتيجة التي توصل إليها كوريوليس"Gaspard-Gustave de Coriolis" و بونسيليت"Jean-Victor Poncelet" خلال الاعوام ١٨١٨-١٨٣٩، ونعرفها في عصرنا الحديث بطاقة الحركة.(١٢)

فوفقاً لهذه القاعدة الفيزيائية فإن لاعب كرة اليد الذي يتحرك ويكتسب طاقة حركة خلال مرحلة الإقتراب والارتقاء، والذي يقوم بتحويل جزء منها في نهاية مرحلة الارتقاء حتى يحدث الطيران المطلوب وفقاً للأداء الفني للمهارة إلى طاقة وضع حتى أقصى ارتفاع للاعب وهو الإرتفاع الذي يصوب منه اللاعب، فإن مجموع الطاقة الكلية يفترض به ألا يتغير ولكن يتحول جزء من طاقة الحركة إلى طاقة وضع.

ولذلك اتجه الباحثان إلى تطبيق هذه القاعدة للتوصل إلى صيغة رياضية يمكن تطبيقها من خلال الحصول على بعض المتغيرات البيوميكانيكية التي يسهل قياسها (كتلة اللاعب، السرعة، الإرتفاع)، يمكن من خلالها تقييم أداء مهارة التصويب من الوثب عالياً للاعبي كرة اليد.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى وضع صيغة رياضية للحفاظ النسبى للطاقة كأساس بيوميكانيكى لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد.

تساؤل البحث:

١- ما هي الصيغة الرياضية للحفاظ النسبى للطاقة كأساس بيوميكانيكى لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد؟

إجراءات البحث:

منهج البحث:

استخدم الباحثان المنهج المسحي الوصفي القائم على التحليل البيوميكانيكى.

عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لاعبي المستويات العليا في كرة اليد من نادى البنك الأهلي وقوامها لاعبان إحداهما للدراسة الاستطلاعية والآخر للدراسة الأساسية (العمر: ١٩.٥±٠.٥ سنة، العمر التدريبى:٩±٠.٠ سنة، الكتلة: ٨٠±٤.٢٤ كجم، الطول: ١٨٣±١.٤١ سم).

وتم اختيارهم بالطريقة العمدية وفقا للأسباب الآتية: -

- المشاركة بصورة منتظمة في بطولات المناطق وبطولات الجمهورية.
- لاعبين مسجلين بالاتحاد المصري لكرة اليد.
- لاعبين يلعبون في الدرجة الممتازة (أ) ومن المتميزين في أداء هذه المهارة.

مجالات البحث:

المجال الزمني:

طبقت إجراءات هذه الدراسة في الفترة من ٥ ديسمبر ٢٠١٥ م إلى يوم ١٠ يناير ٢٠١٦ م وذلك وفق ترتيب الأزمنة التالية: -

١- الدراسة الاستطلاعية في يوم ٥ ديسمبر ٢٠١٥.

٢- الدراسة الأساسية كانت في الفترة من ٦ ديسمبر ٢٠١٥ م إلى يوم ١٠ يناير ٢٠١٦ م.

المجال المكاني:

تم إجراء الدراسات الاستطلاعية والأساسية الخاصة بمهارة التصويب من الوثب عالياً بمعمل الميكانيكا الحيوية، كلية التربية الرياضية أبوقير، جامعة الإسكندرية.

أدوات جمع البيانات:

الأجهزة والأدوات المستخدمة في القياسات الجسمية:

١- تم قياس الكتلة عن طريق منصة قياس القوة (BERTEC- 4060-10- Force platform).

٢- شريط قياس لقياس الطول.

الأجهزة والأدوات المستخدمة في التصوير بالفيديو والتحليل البيوميكانيكى:

١- عدد ٨ كاميرا فيديو من نوع (Basler scA640-120gc-High-Speed Camera) ذات تردد ١٠٠ كادر في الثانية (Frame / sec).

٢- جهاز كمبيوتر من نوع (Fujitsu Siemens-Server) عليه برنامج (Simi Reality motion analysis V. 9.0.6) لالتقاط وتسجيل المحاولات (Capture) وللتحليل الحركي.

٣- عمل معايرة ديناميكية ب استخدام Wand calibration(٦٠ سم)، وcalibration L-frame.

٤- علامات عاكسة (Reflective Markers) توضع على النقاط التشريحية لوصلات الجسم.

الدراسة الاستطلاعية:

الهدف: تحديد المكان المناسب للأجهزة المستخدمة (وضع الكاميرات وأبعادها ومجال التصوير، أجهزة الكمبيوتر، منصة قياس القوة)، تحديد النموذج المناسب لوضع العلامات التشريحية لإجراء عملية التحليل البيوميكانيكى.

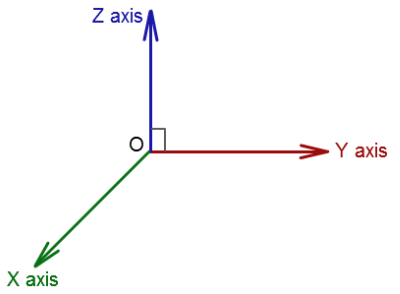
إجراءات الدراسة:

- **عينة الدراسة**: عدد لاعب واحد.
- **عدد المحاولات**: ١٠ محاولات للتصويب من الوثب عالياً في كرة اليد.
- **تاريخ ومكان الدراسة**: ٢٦ نوفمبر ٢٠١٥ م بمعمل كلية التربية الرياضية - أبوقير جامعة الإسكندرية.
- **الأجهزة المستخدمة**:

جميع الأدوات المستخدمة في الدراسة الأساسية.

نتائج الدراسة:

- تم ضبط جميع الأجهزة والأدوات الوصول إلى أنسب الأوضاع المناسبة لقياس مهارة التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد.
- تم تحديد نموذج "Hanavan Model" لوضع العلامات التشريحية وإجراء عملية التحليل.
- وكانت الإحداثيات على النحو التالي (محور Y في اتجاه حركة اللاعب نحو المرمى، محور Z الحركة لأعلى، محور X الحركة للجانبين)، كما يتضح من الشكل التالي.



شكل (١) يوضح محاور الحركة أثناء الأداء.

الدراسة الأساسية:

وقد تم إجراء الدراسة الأساسية على أربع مراحل وفقا لترتيب الخطوات التالية: -

أ- مرحلة تجهيز اللاعبين والأدوات:

١- تم تحديد وضع الكاميرات (High-Speed Cameras) وضبطها على تردد 100 كادر / ثانية وضبطها وفقاً للدراسة الاستطلاعية الثانية.
٢- تم ضبط الكاميرات بحيث يكون مجال التصوير يغطى مجال الحركة أثناء الأداء.
٣- تم تجهيز اللاعبين ووضع العلامات العاكسة على النقاط التشريحية وفقاً للنموذج المختار(Hanavan).
٤- عمل معايرة ديناميكية ب استخدام Wand calibration(٦٠ سم)، وcalibration L-frame.
٥- التأكد من صلاحية جهاز الكمبيوتر للتشغيل والقياس.

ب- مرحلة القياس:

١- تم عمل إحماء قبل أداء المحاولات.
٢- أثناء القياس يتم مراجعة المحاولة وعند ملاحظة أي خطأ في الأداء أو في القياس يتم حذف المحاولة وعدم تسجيلها ويقوم اللاعب بإعادة المحاولة.
٣- قام اللاعب بأداء ١٥ محاولة.

ج- مرحلة التحليل البيوميكانيكى:

استخدام برنامج (Simi 3D motion analysis V. 9.0.6) لاستخراج المتغيرات البيوميكانيكية قيد الدراسة.

المعالجات الإحصائية:

استخدم الباحثان برنامج التحليل الإحصائي (SPSS) في معالجة البيانات إحصائياً عن طريق:

- المتوسط الحسابي (Mean).
- الانحراف المعياري (Std. Deviation).
- معامل الارتباط البسيط.

عرض ومناقشة النتائج:

يتضح من نتائج جدول (١) المتوسط الحسابى و الإنحراف المعيارى و معامل الإرتباط لمتغيرات الإزاحة و السرعة و الطاقة لمركز ثقل الجسم خلال لحظة ترك الأرض و لحظة إنطلاق الكرة. وقد تم تحديد هذه اللحظات لتحقيق الهدف من هذه الدراسة و هو وضع صيغة رياضية للحفاظ النسبى للطاقة كأساس بيوميكانيكى لتقييم اداء مهارة التصويب من الوثب عالياً فى كرة اليد و هو ما يتطلب تحديد قيم متغيرات طاقة الوضع و طاقة الحركة و الطاقة الكلية و إجراء المعالجات اللازمة لتحقيق هدف الدراسة.

جدول (١)
التوصيف الإحصائي لمتغيرات مركز ثقل الجسم خلال الآداء (اللحظات المختارة).

م	المتغيرات	وحدة القياس	لحظة ترك الأرض			لحظة انطلاق الكرة		
			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الارتباط	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الارتباط
1	سرعة انطلاق الكرة	م/ث				21.82	0.75	
2	إزاحة مركز ثقل الجسم على محور x	م	0.06	0.05	-0.034	-0.04	0.09	-0.027
3	إزاحة مركز ثقل الجسم على محور y	م	-0.16	0.12	0.710*	0.94	0.22	0.762*
4	إزاحة مركز ثقل الجسم على محورz	م	1.31	0.02	-0.099	1.49	0.04	0.226
5	محصلة إزاحة مركز ثقل الجسم	م	1.33	0.03	-0.636*	1.78	0.10	0.812**
6	سرعة مركز ثقل الجسم على محور x	م/ث	-0.27	0.18	-0.077	-0.38	0.24	-0.287
7	سرعة مركز ثقل الجسم على محور y	م/ث	2.86	0.42	0.838**	2.94	0.32	0.588
8	سرعة مركز ثقل الجسم على محور z	م/ث	2.54	0.18	0.127	-1.51	0.39	-0.034
٩	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم	م/ث	3.85	0.31	0.864**	3.36	0.27	0.734*
10	طاقة الوضع لمركز ثقل الجسم	جول	١٠٦٧.٣٠	١٢.٢٤	-0.099	١٢١٦.٨٣	٣٥.٥٣	0.226
11	طاقة الحركة لمركز ثقل الجسم	جول	٦١٨.٢٣	٩٨.٤٠	0.851**	٤٧٠.٢١	٧٤.٢٥	0.717*

12	الطاقة الكلية لمركز ثقل الجسم	جول	١٦٨٥.٥٣	٩٥.٢٠	0.867**	١٦٨٧.٠٤	٧٣.٣٢	0.835**

***: معنوي عند مستوى ٠.٠٥ ، **: معنوي عند مستوى ٠.٠١.**

و لتحديد هذه المتغيرات فهى تعتمد على متغيرات الإزاحة و السرعة و كتلة اللاعب و عجلة الجاذبية الأرضية كما يتضح من المعادلات التالية:

$$PE = mgh$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$TE = PE + KE$$

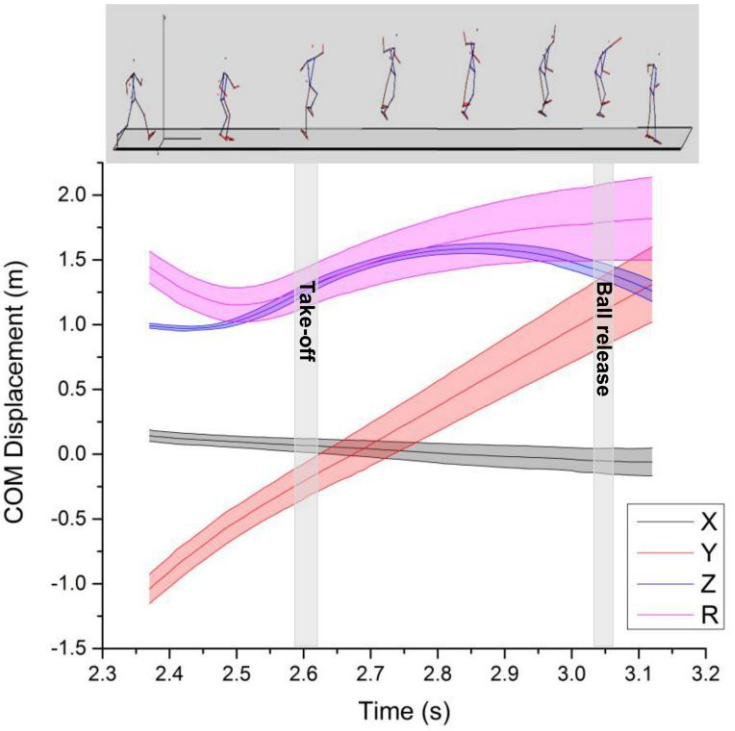
علماً بأن:

PE : طاقة الوضع g : عجلة الجاذبية الأرضية

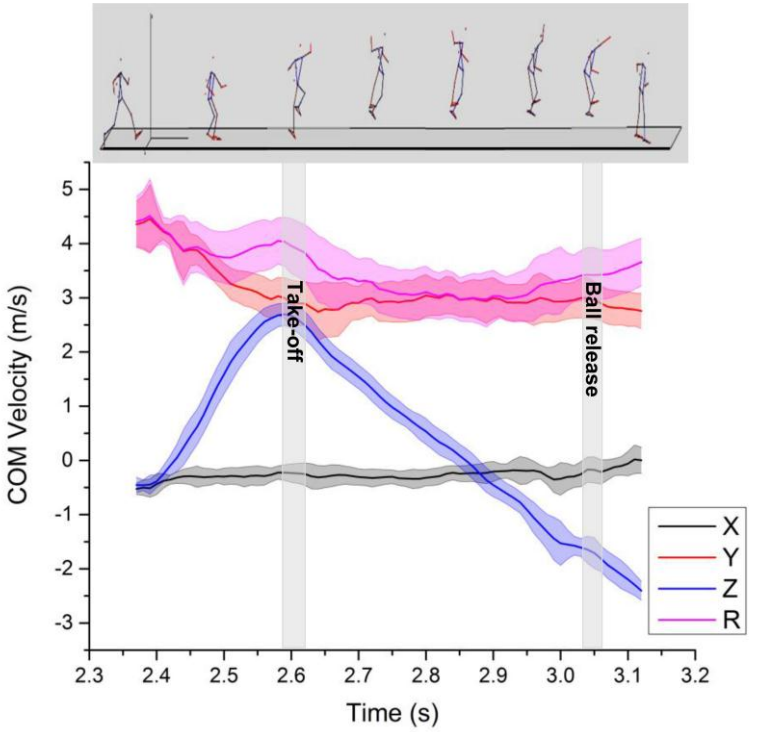
KE : طاقة الحركة h : إرتفاع مركز ثقل الجسم

TE : الطاقة الكلية v : السرعة

m : الكتلة



شكل (٢) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لإزاحة مركز ثقل الجسم خلال الأداء



شكل (٣) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لسرعة مركز ثقل الجسم خلال الأداء

و تم إختيار لحظة ترك الأرض بإعتبارها من أهم لحظات أداء المهارة حيث تنتهي فيها اكتساب قوة دفع من الأرض ويتم استخدام القوة المكتسبة بالإضافة إلى القوى الأخرى المكتسبة من الدفوع الإضافية من اليدين والرجل الحرة. و هى لحظة بداية مرحلة الطيران التى يترك اللاعب فيها الأرض من خلال تحويل جزء من السرعة للأمام إلى سرعة عمودية كأحد متطلبات المهارة و بالتالى فإن جزء من الطاقة الحركية المكتسبة خلال مرحلتى الإقتراب و الإرتقاء يتحول إلى طاقة وضع على حساب طاقة الحركة و هو أمر طبيعى وفقاً لطبيعة المهارة. و اللحظة الثانية هى لحظة إنطلاق الكرة بإعتبارها اللحظة الحاسمة و التى يسعى اللاعب إلى توظيف ما إكتسبه خلال المراحل السابقة خلال هذه اللحظة.

و يعتبر الحفاظ على أكبر قدر من الطاقة المكتسبة خلال المراحل السابقة لتصويب الكرة في كرة اليد من الأمور الهامة لتحقيق أكبر استفادة من جميع قدرات اللاعب لتحقيق الهدف من الأداء. وترتبط الطاقة ارتباطا وثيقاً بالشغل المبذول ولذلك شكلا أساساً عاماً من أسس الميكانيكا الحيوية (أساس الشغل والطاقة) وأساساً هاماً خاصة في أداء المهارات التي تعتمد على الوثب حيث يعتمد الشغل على مقدار القوة المبذولة مضروباً في الإزاحة المقطوعة في اتجاه هذه القوة وذلك من خلال العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{W = Fd}$$

علماً بأن: W= الشغل المبذول، F= القوة، d = الإزاحة.

وباعتبار أن اللاعب يبدأ مهارة التصويب من الوثب عالياً بالاقتراب ثم مرحلة الوثب والتي تبدأ بلمس الأرض للخطوة الأخيرة ثم ترك الأرض للارتقاء لذلك فإن الإزاحة العمودية الحقيقية التي يستفيد منها اللاعب ميكانيكياً أثناء أداء المهارة هي التي تبدأ من ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض إلى لحظة انطلاق الكرة حيث أن الفرق في الارتفاعين هو التغير في الإزاحة والذي يتحكم في مقدار الشغل المبذول مع القوة (٩)، (١٠). ومما سبق يمكن حساب

نسبة الحفاظ النسبى للطاقة من خلال الفرق بين الطاقة الكلية عند بداية الارتقاء وانطلاق الكرة والتي من المفترض أن تتساوى نسبياً وفقاً لقاعدة الحفاظ على الطاقة وذلك من خلال المعادلة التالية:

$$REC = \left(\frac{\frac{1}{2}mv^2_{BR} + mgh_{BR}}{\frac{1}{2}mv^2_{TO} + mgh_{TO}} \right)(100)$$

علماً بأن: REC= الحفاظ النسبي للطاقة، m= الكتلة، v= السرعة، g=عجلة الجاذبية الأرضية، h=الارتفاع، TO= لحظة ترك الأرض، BR=لحظة انطلاق الكرة.

وبتطبيق المعادلة كان ناتج الحفاظ النسبي للطاقة (١٠٠.١٨±٢.٩ %)

وبالتطبيق على طاقة الحركة فقط ينتج الآتي:

$$REC_{KE} = \left(\frac{\frac{1}{2}mv^2_{BR}}{\frac{1}{2}mv^2_{TO}} \right)(100)$$

وبتطبيق المعادلة كان ناتج الحفاظ النسبي لطاقة الحركة (76.5±8.1 %).

وبالتطبيق على طاقة الوضع فقط ينتج الآتي:

$$REC_{PE} = \left(\frac{mgh_{BR}}{mgh_{TO}} \right)(100)$$

وبتطبيق المعادلة كان اكتساب لطاقة وضع نتيجة للارتفاع بمتوسط (١١٤.٠٢±٣.٢٥ %).

و مما سبق و بتطبيق الصيغ الرياضية التى تم التوصل إليها و نتائجها على عينة البحث وهى لاعب متميز كنموذج لتطبيق البحث و التى أظهرت تحول جزء من طاقة الحركة إلى طاقة وضع و لكن مع الحفاظ النسبى للطاقة الكلية أثناء الأداء مع إنحراف معيارى ٢.٩% و يعزى الباحثان الزيادة عن المتوسط فى قيمة الحفاظ النسبى للطاقة الكلية إلى حركة الدفوع الإضافية (اليد الحرة و الرجل الحرة) و أيضاً إلى مساهمة إرتفاع اليدين فى زيادة إرتفاع مركز ثقل الجسم نسبياً، و بالتالى يمكن من خلال هذه الصيغ الرياضية يمكن حساب نسبة الحفاظ على الطاقة و نسبة الفاقد منها و منها إلى تقييم أداء مهارة التصويب من الوثب عالياً فى كرة اليد و هو ما يحقق هدف هذه الدراسة.

الإستنتاجات و التوصيات:

١- تم التوصل إلى وضع صيغة رياضية للحفاظ النسبى للطاقة كأساس بيوميكانيكى لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد فى شكل ثلاث معادلات رياضية لأنواع الطاقة (طاقة الحركة، طاقة الوضع، الطاقة الكلية)، بما يحقق هدف البحث.

٢- يوصى الباحثان بإستخدام الصيغ الرياضية التى تم التوصل إليها فى تقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد كأحد الطرق البسيطة والسريعة و التى لا تتطلب سوى قياس إزاحة و سرعة اللاعب بإعتبار معرفة كتلته و عجلة الجاذبية الأرضية، و هو من السهل قياسهم حديثاً بإستخدام بعض التطبيقات المجانية سواء على الحاسب الآلى أو على الهواتف المحمولة.

المراجع:

أولاً :المراجع العربية:

١. جمال محمد علاء الدين; منظومة الحركات ونظم توجيهها والتحكم فيها، نظريات وتطبيقات، العدد الثالث، الإسكندرية، ١٩٨٩ م.

٢. عادل عبد البصير على; التدريب الرياضي بين النظرية والتطبيق ، القاهرة ، مركز الكتاب للنشر ١٩٩٩ م.

٣. عادل عبد البصير على; المدخل لتحليل الأبعاد الثلاثية لحركة جسم الإنسان فى المجال الرياضى، مركز الكتاب للنشر، القاهرة، ١٩٩٨ م.

٤. عبد الرحمن إبراهيم عقل; وضع أسس بيوميكانيكية للدفع بالرجلين وفقا لنماذج محددة فى الأداء الرياضى، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية بنين، جامعة الأسكندرية، ٢٠١٢ م.

٥. عصام أمين حلمى، محمد جابر بريقع; التدريب الرياضى أسس، مفاهيم، إتجاهات، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٩٧ م.

٦. كمال محمد درويش وأخرون; القياس والتقويم وتحليل المباراة فى كرة اليد " نظريات وتطبيقات "، مركز الكتاب للنشر، القاهرة ,٢٠٠٢ م.

٧. محمد يوسف الشيخ; الميكانيكا الحيوية وتطبيقها ، الطبعة الثانية ، دار المعارف ، القاهرة، ١٩٨٣ م.

٨. منى حمدى سالم; وضع أسس بيوميكانيكية وعضلية لمهارة التصويب من الوثب عالياً فى كرة اليد، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنات، جامعة الأسكندرية، ٢٠١٦ م..

ثانياً :المراجع الأجنبية:

9. van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2007). A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. J Appl Biomech, 23(1), 12-19.

10. Wagner, H., Buchecker, M., von Duvillard, S.P., & Muller, E. (2010). Kinematic description of elite vs. Low level players in team-handball jump throw. J Sports Sci Med, 9(1), 15-23.

11. Wagner, H., Finkenzeller, T., Wurth, S., & von Duvillard, S.P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. J Sports Sci Med, 13(4), 808-816..

ثالثاً :المراجع الإلكترونية:

12. :، الرابط الإلكترونى(PM12.36) ويكيبيديا الموسوعة الحرة; حفظ الطاقة (فيزياء)، ٥ أكتوبر ٢٠١٦، التوقيت

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AD%D9%81%D8%B8_%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9_(%D9%81%D9%8A%D8%B2%D9%8A%D8%A7%D8%A1

الملخص باللغة العربيـة

الحفاظ النسبي للطاقة كأساس بيوميكانيكي لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد.

عبدالرحمن إبراهيم عقل
كلية التربية الرياضية بنين، جامعة الإسكندرية – جمهورية مصر العربية.
منى حمدى سالم
كلية التربية الرياضية بنات، جامعة الإسكندرية – جمهورية مصر العربية.

الهدف:

يهدف البحث إلى وضع صيغة رياضية للحفاظ النسبى للطاقة كأساس بيوميكانيكى لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد.

الإجراءات:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لاعبى كرة اليد بواقع إثنين من اللاعبين ذوى المستوى العالى (العمر: ١٩.٥±٠.٥ سنة، العمر التدريبى:٩±٠.٠ سنة، الكتلة: ٨٠±٤.٢٤ كجم، الطول: ١٨٣±١.٤١ سم) لتطبيق الدراسة في الفترة من ١ سبتمبر ٢٠١٥ م إلى يوم ١٠ يناير ٢٠١٦ م. و تم تسجيل الأداء بإستخدام عدد ٨ كاميرا فيديو من نوع (Basler scA640-120gc- High-Speed Camera) ذات تردد ١٠٠ كادر فى الثانية، و تم التحليل بإستخدام برنامج (3D simi motion analysis system)، و منصة قياس القوة (BERTEC- 4060-10- Force platform) أمريكية الصنع.

أهم النتائج:

بعد معالجة البيانات توافقت النتائج مع نص نظرية حفظ الطاقة من خلال تحويل جزء من الطاقة الحركية المكتسبة خلال مرحلتى الإقتراب و الإرتقاء إلى طاقة وضع خلال مرحلة الطيران حتى الوصول إلى اعلى نقطة للتصويب(طاقة الحركة لحظة الإرتقاء: ٦١٨.٢٣±٩٨.٤٠ جول، طاقة الوضع لحظة الإرتقاء: ١٠٦٧.٣٠±١٢.٢٤ جول. طاقة الحركة لحظة إنطلاق الكرة: ٤٧٠.٢١±٧٤.٢٥ جول، طاقة الوضع لحظة إنطلاق الكرة: ١٢١٦.٨٣±٣٥.٥٣ جول).

الإستنتاجات:

تم التوصل إلى وضع صيغة رياضية للحفاظ النسبى للطاقة كأساس بيوميكانيكى لتقييم أداء التصويب من الوثب عالياً في كرة اليد فى شكل ثلاث معادلات رياضية لأنواع الطاقة (طاقة الحركة، طاقة الوضع، الطاقة الكلية)، بما يحقق هدف البحث.

الكلمات المفتاحية: حفظ الطاقة، الميكانيكا الحيوية، التصويب من الوثب عالياً، كرة اليد.

الملخص باللغة الإنـجليزيـة

Relative Energy Conservation as A Biomechanical Basis for Evaluation the Performance of High Jump Throwing in Handball.

The purpose:

The purpose of the present study was setting a mathematical formula of relative energy conservation as a biomechanical basis for evaluation the performance of high jump throwing in handball.

Methods:

Two male high level Handball players participated in this study (age: 19.5±0.5 year; mass: 80±4.24 kg; height: 183±1.41 cm), and the duration of applying the study was from 1 September 2015 to 10 January 2016. The jump throwing were performed on a three-dimensional analysis using 8 high speed cameras (Basler scA640-120gc) and 3D simi motion analysis system was used for analysis, and strain gage force platform (BERTEC- 4060-10- Force platform).

Results:

Results showed that the player can save the total acquired energy by convert a portion of kinetic energy to potential energy during flight Phase (KE at take-off 618.23±98.4 J; KE at ball release 470.21±74.25 J, and PE at take-off 1067.30±12.24 J; PE at ball release 1216.83±35.53 J).

Conclusion:

The present study concluded a three mathematical formulas of relative energy conservation as a biomechanical basis for evaluation the performance of high jump throwing in handball.

Key words: Energy Conservation, Biomechanics, jump throwing, Handball..