المجلة العلمية للتربية البدنية و الرياضية (RSEPS)
(ISSN): 1135-1111 / EISSN 2661 - 7358
https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/452

المجلد: 20 العدد: 01 (2021) ص 52 / 61

التحليل البايوميكانيكي للقلبة الهوائية الخلفية المستقيمة مع لفتين(720°) على الترامبولين

Biomechanical analysis of a straight back flip with two turns (720 °) on a trampoline

م.د قاسم محمد صياح *
جامعة البصرة: قسم النشاطات الطلابية (العراق)
kenanysayah@gmail.com

م.م حيدر احمد مجيد
جامعة البصرة: قسم النشاطات الطلابية (العراق)
haderahmed8888@gmail.com

معلومات المقال

تاريخ الارسال:
2019/12/12
تاريخ القبول:
2021/01/04

الكلمات المفتاحية:
- ✓ الزخم الزاوي أساتذة
- ✓ حفظ الطاقة
- ✓ المستوى الفراغي
- ✓ الرسوم البيانية

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى العرف على الخصائص البايوميكانيكية للقلبة الهوائية الخلفية المستقيمة مع لفتين على الترامبولين الاولمبي وترجمتها الى لغة وتوجيهات ميدانية تتناسب مع كلا من المدرب واللاعب لتحقيق اقصى استفادة من المتغيرات البايوميكانيكية بواقع عملي .وتم اختيار العينة البشرية بالطريقة العمدية للاعب ضمن المنتخب الياباني في جمباز الترامبولين .مقطع الفيديو بتردد 30 صورة بالثانية حيث ان الكاميرا الملتقطة لهذا المقطع كانت عمودية على المستوى الفراغي. لغرض تسجيل البارامترات الحركية التي تخضع للبحث، تم استخدام برنامج التحليل الحركي. وتوصل الباحثان الى النتائج التالية: تزايدة مقادير ارتفاع مركز ثقل الجسم ضد الجاذبية إلى أعلى نقطة. زادت السرعة في اتجاه المركبة العمودية مما زاد من ارتفاع مركز ثقل الجسم خلال الطيرانازدادت الطاقة الكامنة بشكل مضطرد بزيادة ارتفاع اللاعب في الهواء والخ....

Article info

Received
2020/ 12/ 22
Accepted
2020/ 12/ 30

Keywords:
- ✓ *Skillspector*

Abstract :

The purpose of this study was to investigate the biomechanical characteristics for the skill back double twist on the trampoline and translated into language and field guidance commensurate with both the coach and the player to maximize benefit of biomechanical variables Practical The human sample was chosen in a deliberate way by the Japanese national team in the trampoline gymnastics. For recording the kinematic parameters under investigation, software motion analysis used: (Skillspector). The researchers came to the following conclusions: Increase the center of gravity of the body against gravity to the highest point. Increased speed in the vertical component direction, increasing the height of gravity center of the body during the flight potential energy has increased steadily high player in the air, etc. ....

* المؤلف المرسل

مقدمة:

ترتبط الاتجاهات الرائدة في تطور الترامبولين بزيادة صعوبة التمارين والسلاسل الحركية وتحسين الحالة التكنيكية للجهاز المستخدم من قبل المتسابقين وزيادة سعة التمرينات. في قانون النقاط للاتحاد الدولي للجمباز تمت إضافة عنصر جديد الذي يتعلق بالمكونات التي شكلت النتيجة النهائية. (Angelov، 2016، الصفحات 107-112)

"زمن الطيران " فيما يتعلق بذلك، من الضروري لتحقيق التنافس الناجح للتخصصات الرياضية هو تطبيق أساليب أكثر فاعلية في العمل من أجل الإعداد الفني. هذا يفرض على التكنيك الرياضي دراسة التمارين التي يتم تنفيذها في الحالات الجديدة المحسنة التي تسببها الأجهزة التنافسية المحسنة والتغييرات في قواعد التحكيم. يمكن حل هذه المهمة عبر طرق البايوميكانيك للبحث والتحليل. من المصادر الادبية والمراجع، من الواضح أن الكثير من المتخصصين في مختلف الرياضات والتخصصات يبذلون جهودًا في هذا الاتجاه..(Angelov,2016)

في الترامبولين، يشتمل روتين منافسة النخبة على 10 قلبات متعددة متتابعة مع تحولات متعددة. تعتمد نتيجة السلاسل الحركية على التنفيذ والصعوبة وزمن الطيران. يزداد مكون الصعوبة مع زيادة عدد القلبات واللفات. يمكن أن يكون زمن الطيران لمهارة ما يصل إلى ثانيتين، مقابل لارتفاع القفز من خمسة أمتار. الحركة الأساسية المستخدمة في السلسلة التنافسية هي قلبه مزدوجة مع لفتين. قد يبدأ اللف قبل النهوض أو يمكن إنتاجه خلال المرحلة الهوائية باستخدام حركات غير متناظرة للأذرع والوركين (Yeadon,1993). بالنسبة للفات التي بدأت بعد النهوض، يأتي الزخم الزاوي للف من زخم القلبة المتولد أثناء النهوض.

وقد اجريت عدة دراسات من أجل تحليل تمارين الترامبولين ميكانيكيا.

- فوغان (Vaughan,1980): إجراء تحليل كينتك على اساسيات الحركات الاكروباتيكية في الترامبولين واشار الى أن أقصى قوة صاعدة من بساط الترامبولين عند اداء الهبوط الأساسي، لم يكن كبيرا بشكل خاص.
- (Shimada&. Yamamoto,1986): اجربدراسة في نمط حركة القفز لرياضي من النخبة النسائي واشار أن اقصى ثني للركبة تقريبًا يكون عند الهبوط على بساط الترامبولين
- دراسة بلعرج عبد الله (2017): تهدف الدراسة إلى تحديد قيم ومعرفة علاقة بعض المتغيرات البايوكينيماتيكية لمختلف مراحل الأداء الحركي في الترامبولين، ومن بين أهم النتائج الذي توصل اليها في دراسته وجود علاقة ذات دلالة معنوية بين قيم بعض المتغيرات البايوكينيماتيكية والارتفاع لمراحل الأداء الحركي في الترامبولين
- يدون وهيلي(Yeadon &Hiley,2017): قيود اللف المتأخرفي القلبة المزدوجة مع لفة على الترامبولين وقد استنتج تحدث انه في القلبة الثانية في كل حالة. تستفيد كلتا الحركتين من قوس جانبي بأذرع عريضة يتم تقريبهما بشكل متتابع لإنتاج الميل والإحداث اللاحق وهذا له آثار على التدريب.

وتكمن اهمية هذه الدراسة التحقيق في حدود القلبة الهوائية المستقيمة مع لفتين ومن هنا يحاول الباحث بان تخرج هذه الدراسة بمجموعة من المتغيرات البايوميكانيكية من خلال التحليل الميكانيكي لها وترجمتها الى لغة وتوجيهات ميدانية تتناسب مع كلا من المدرب واللاعب لتحقيق اقصى استفادة من المتغيرات البايوميكانيكية بواقع عملي من خلال وضع تمرينات نوعية في ضوء المتغيرات المبحوثة.

مشكلة البحث:

نتيجة لملاحظة الباحث واهتمامه وميوله لرياضة الجمباز ومتابعته لمستجدات هذه الرياضة ومن خلال زيارات ومتابعة ميدانية لبطولات العراق لاحظ عدم وجود بطولات لرياضة الترامبولين وحتى مراكز لتدريب الترامبولين حيث ان انتشار رياضة الترامبولين في العصر الحديث لاقا أهمية كبيرة من دول العالم باعتبارها رياضة تمزج بين الاثارة والتشويق سواء للممارس او المشاهد حيث تمثل الممارسة الرياضية أحد أهم المعايير الدالة على رقي المجتمع وتطوره مما أدى بازدياد الاهتمام بالعوامل والدوافع التي تساعد الأفراد على مزاولة مختلف الأنشطة الرياضية، بالرغم من خصوصية بعض الرياضات واقتصارها على منطقة أو دولة معينة، والذي لا يعتبر مانعا للإقبال عليها والممارسة لها لذا ارتا الباحث ان يساهم بإنتاج هذا البحث عسى ان يساهم في استحداث رياضة الترامبولين في العراق لتكون فرعا من رياضة الجمباز في العراق.

الغرض من البحث:

كان الغرض من هذه الدراسة للتعرف على الخصائص البايوميكانيكية للقلبة الهوائية الخلفية المستقيمة مع لفتين على الترامبولين الاولمبي الأمر الذي يمكن من خلاله الاستفادة بشكل واضح ومحدد من تحويل القيم الكمية لنواتج التحليل الحركي إلى قيم كيفية يسهل التعامل معها.

منهج البحث:

العينة:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية حيث تمثلت في اداء مهارة الدراسة من قبل اللاعب الياباني ماساكيإيتو (Masaki Ito) والحائز على المركز الاول لبطولة اليابان 2018 العمر 30 سنة والطول 1.67 م والوزن 62 كغم.

معالجة البيانات:

مقطع الفيديو بتردد 30 صورة بالثانية يتبع المتطلبات الخاصة للاختبارات الميكانيكية الحيوية حيث ان الكاميرا الملتقطة لهذا المقطع كانت عمودية على المستوى الفراغي. الفيديو هو مناسب للعمل مع برامج الكمبيوتر. لغرض تسجيل البارامترات الحركية التي تخضع للبحث، تم استخدام التحليل الحركي سكلسبكتر (Skillspector)الشكل (1). وكانت البارامترات المفحوصة في هذا التحليل هي: موضع مركز الكتلة الافقي والعمودي، السرعة العمودية والافقية، الزخم الافقي والعمودي الطاقة الحركية الافقية والعمودية، الطاقة الكامنة الافقية والعمودية، السرعة الزاوية للجسم، الزخم الزاوي، حفظ الطاقة.

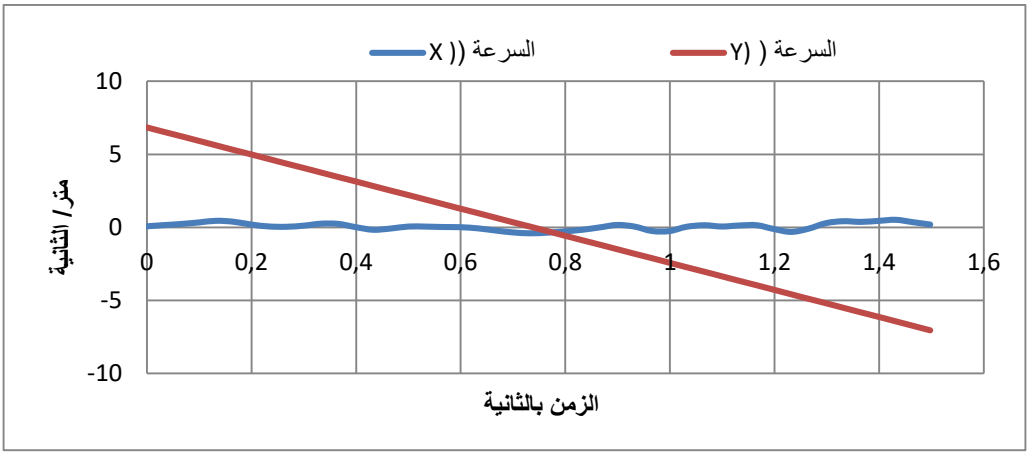
الشكل (1). منطقة العمل في برنامج سكلسبكتر (Skillspector)

- **النتائج ومناقشتها: تم تحليل النتائج على شكل رسوم بيانيا:**

تزايدة مقادير ارتفاع مركز ثقل الجسم ضد الجاذبية إلى أعلى نقطة للاعب ووصل الى اقصى ارتفاع (3.28)م حيث استغل اللاعب سرعة مرجحة الذراعين وقوة الدفع للأسفل بفعل السبرنكات المتمثلة بالطاقة الكامنة المرنة وذلك لتحقيق قوس طيران مرتفعوهذا يتفق مع ما أشار إليه **طلحة حسين(1980)** بأن سرعة مرجحة الذارعين تساهم فيارتفاع مركز ثقل الجسم بنسبة تقدر بـ (5%) بالنسبة لأقصى ارتفاع

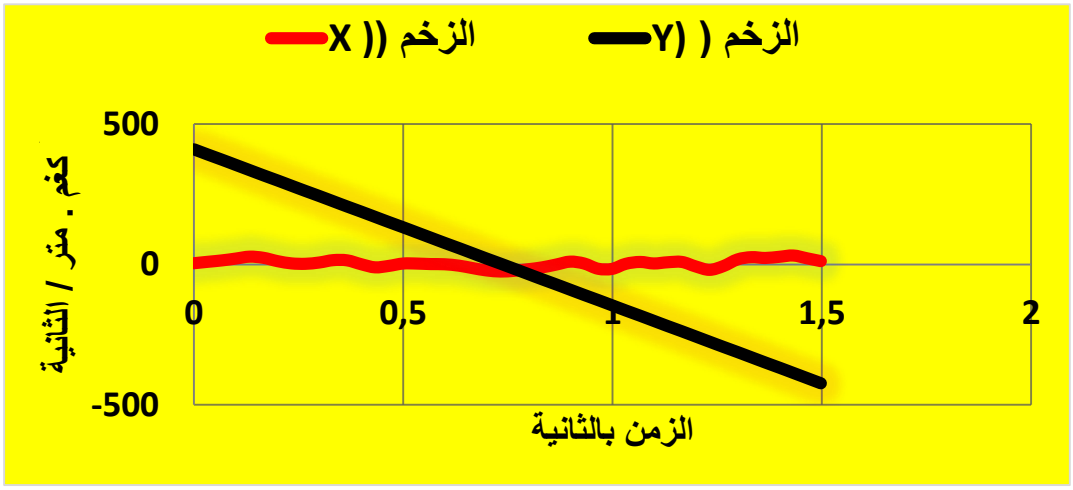
ومن المقدار الكلي للدفع ، كما تتفق أيضاً هذه النتائج مع قانون المقذوفات والذى يشير إلى أنه كلما زادت السرعة فياتجاه المركبة العمودية يزيد ارتفاع مركز ثقل الجسم خلال الطيران والتي تتطلب منحنى طيران مرتفع حتى تتاح الفرصة لإتمام الدوران في الهواء . ومن ثم تناقص ارتفاعه بشكل تدريجي بعد اعلى نقطة له بفعل قوة الجاذبية الا ان اللاعب أنهى اللف قبل هبوطه الى الأسفل. وبقي الموضع الافقي لمركز ثقل الجسم بشكل منتظم وذلك لعدم ثاثر الجاذبية بالمكون الافقي لمركز ثقل اللاعب.

الرسم البياني (2) السرعة الافقية والعمودية لمركز ثقل الجسم



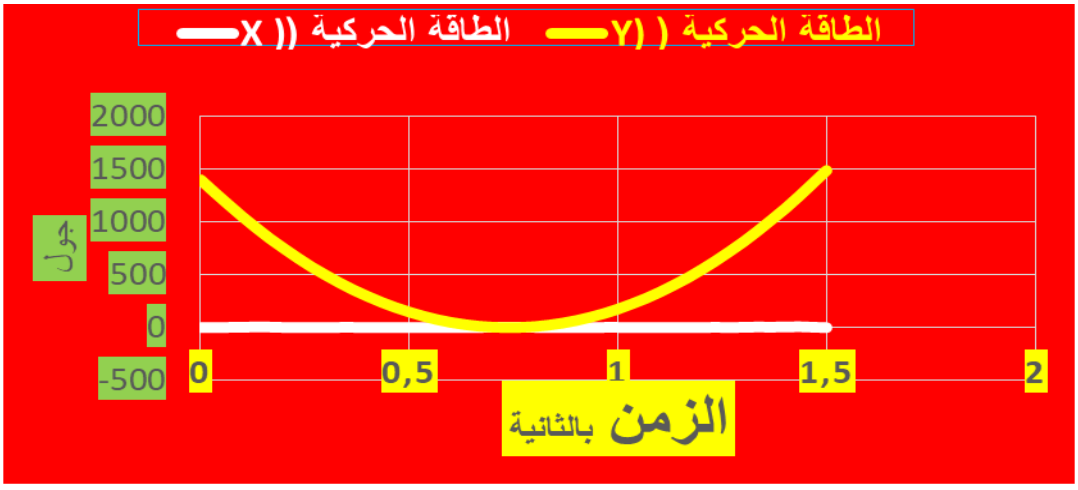
في لحظة مغادرة بساط الترامبولين من خلال تحول الطاقة الكامنة المرنة الى طاقة حركية ازدادت مقادير السرعة العمودية بمقدار (6.85) م/ث ثم تناقصت بسبب قوة جاذبية الأرض الى ان وصلت الى اعلى ارتفاع عمودي وأصبحت صفرا بسبب الطاقة الجاذبية الكامنة. حاول اللاعب التغلب على الجاذبية من خلال نقل السرعة من أطراف قدميه الى جذعه ثم الى ذراعيه هذه الانتقال الانسيابي في الحركة أنتج سرعة عالية في بداية الامر مما أدى الى إتمام دورانه وهو في الهواء.ويعد تفوق السرعة العمودية على الأفقية لحظة الانطلاق إلى طبيعة أداء المهارة والتي تتطلب منحنى طيران مرتفع حتى تتاح الفرصة لإتمام الدوران فيالهواء وهذا ما تؤكده نتائج **عادل عبد البصير (1998) وخميس هاى Ameshay (1978) وسوزان هيل (1999)** من حيث أن السرعة فياتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق تعتبر أساساً للحصول على منحنى طيران مرتفع يمكن المؤدى لإتمام الدورانات في الهواء

الرسم البياني (4) الزخم الخطي الافقي والعمودي لمركز ثقل الجسم.



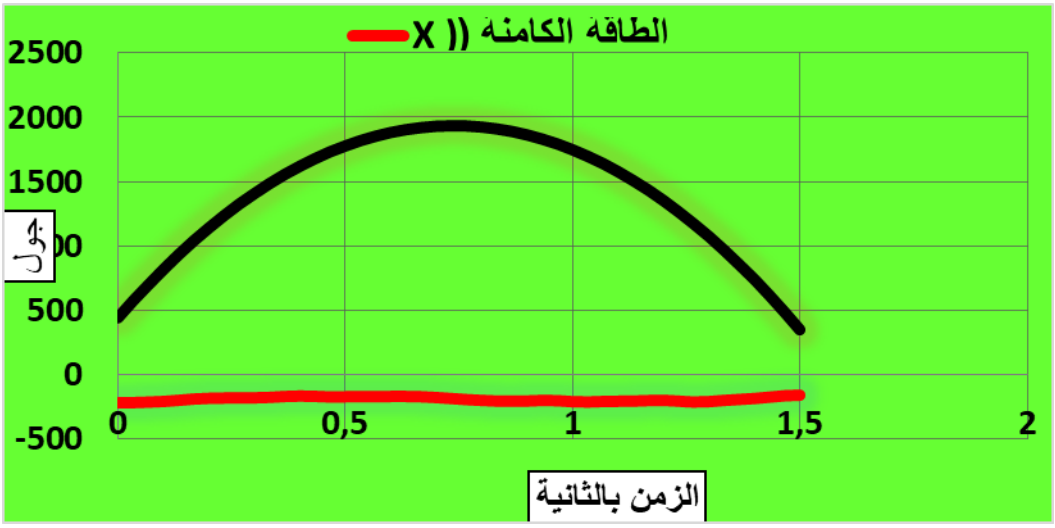
ازدادت مقادير الزخم العمودي بسبب سرعة اللاعب حاول اللاعب الضغط بقوة عالية الى الأسفل مما اعطى مجال للسبرنكات لتولد طاقة مرنة عالية فتحولت الى طاقة حركية والتي أعطت للاعب زخما كبير للطيران في الهواء.

الرسم البياني (5) الطاقة الحركية الافقية والعمودية لمركز ثقل الجسم



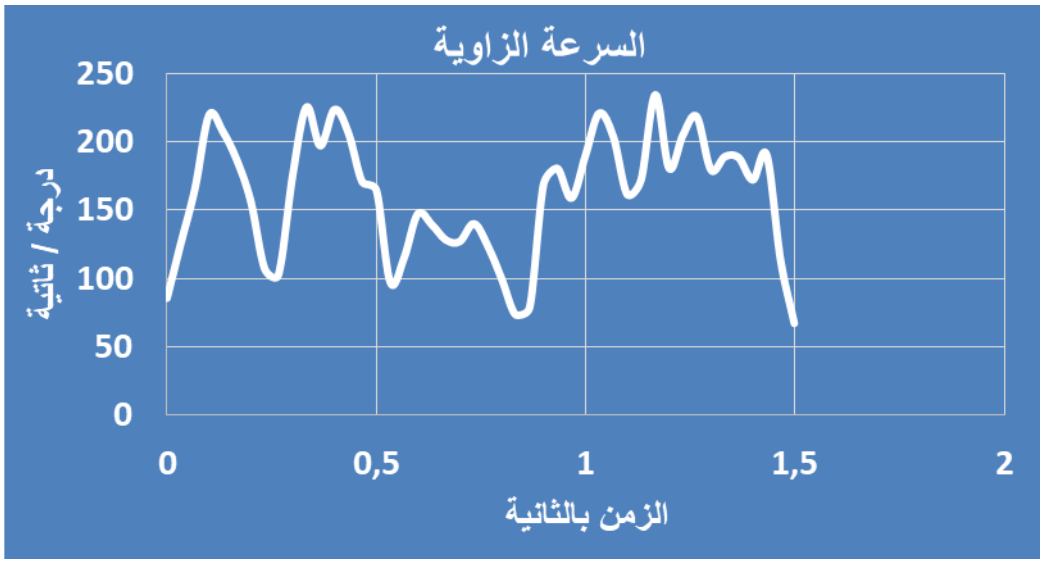
الطاقة الحركية للاعب ارتفعت في اول صعود له في الهواء الى ان أصبحت صفر في اعلى نقطة بسبب ان السرعة أصبحت صفر في اعلى نقطة وصل اليها اللاعب ثم عاودت بالارتفاع مرة أخرى اثناء هبوط اللاعب للأسفل بسبب تزايد سرعته.

الرسم البياني (6) الطاقة الكامنة الافقية والعمودية لمركز ثقل الجسم



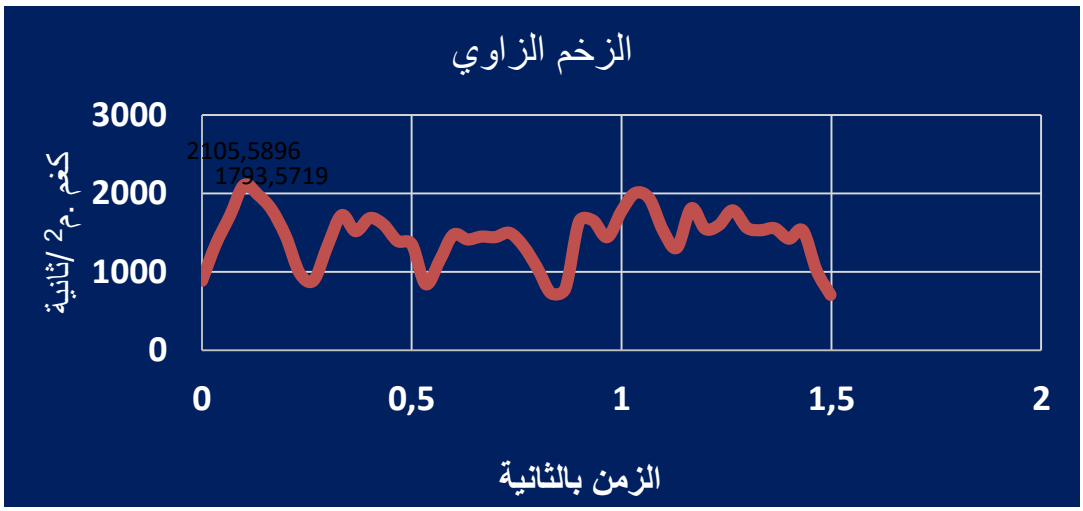
الطاقة الكامنة العمودية تعتمد على الارتفاع وجاذبية الأرض حيث ازدادت الطاقة الكامنة بشكل مضطرد بزيادة ارتفاع اللاعب في الهواء ثم تحولت الى طاقة كامنة جاذبية ثم هبطت الطاقة الكامنة بفعل هبوط اللاعب باتجاه الترامبولين.بسبب الجاذبية، الكتل الأكبر بامتداد السبرنكات. يمكن إظهار ذلك بواسطة المعادلة F = ma، وهو قانون نيوتن الثاني للحركة. (F) هي قوة الجاذبية، و (m) كتلة، و (a) هنا أيضًا g، تسارع بسبب الجاذبية. لذلك عندما تزداد الكتلة، تزداد قوة الجاذبية. وهذا يعني أن الجسم يتم سحبه للأسفل بقوة أكبر عن طريق الجاذبية. تتمدد السبرنكات بشكل أكثر، مما يخلق طاقة كامنة عالية في السبرنكات. لكن الكتلة عادة ما تكون ثقيلة جدًا بحيث لا تتحرك السبرنكاتإذا كان الجسم واقفا، ولهذا السبب لا تتحرك ما لم يبدا الجسم بالقفز.

الرسم البياني (7) السرعة الزاوية للجسم



تزايد وتناقص مقادير السرعة الزاوية حيث وصلت الى اقصى قيمة لها 234.6537 درجة / ثانية وأدنى قيمة لها هي 67.0294 درجة / ثانية حيث حاول اللاعب لف جسمه وهو في الهواء مستغلا الارتفاع الذي وصل اليه مما اتمم دورانه حول المحور الطولي.

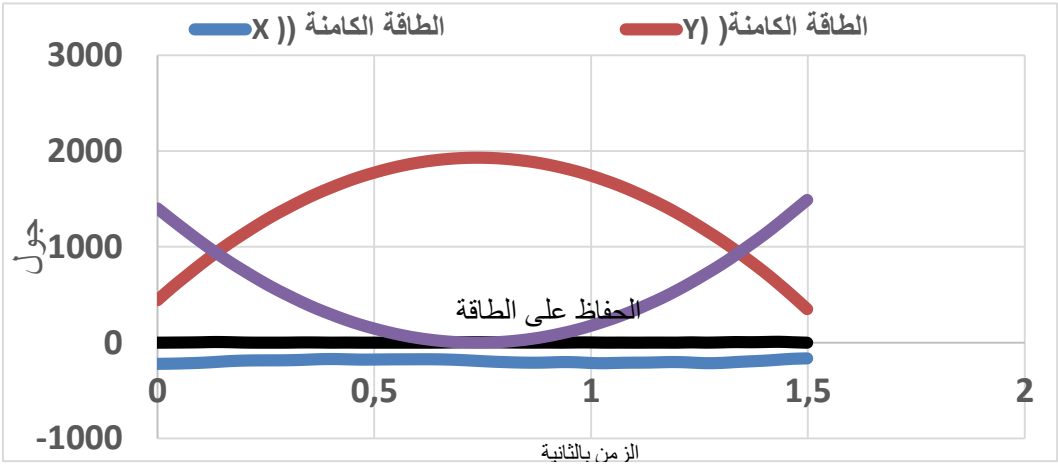
الرسم البياني (9) الزخم الزاوي



ازادت مقادير الزخم الزاوي وتناقصت لان في النقطة التي نهض بها اللاعب من الترامبولين تولد الزخم الزاوي لغرض إعطاء اللاعب سرعة دوران عالية بسبب تغلبه على عزم القصور الذاتي نتيجة النقل الحركي من الأطراف السفلية الى الأطراف العلوية.

السرعة Xالزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي

الرسم البياني (4) الطاقة الحركية الافقية والعمودية لمركز ثقل الجسم



الترامبولين هو مثال تقليدي لحفظ الطاقة ويوضح كيف تنتقل الطاقة من الكامنة إلى الحركية. وليس ذلك فحسب ولكن الترامبولين يعمل بالفعل من خلال التحول العكسي. وهي عندما يقفز اللاعب على الترامبولين فإن الجاذبية تساعده على اكتساب طاقة حركية. وبمجرد

اصطدامه بالترامبولين يبدا بسحب الحصير لأسفل ويحول طاقته الحركية إلى طاقة كامنة وينقلها إلى السبرنكات. وبمجرد نفاذ الطاقة الحركية سيحدث التحول العكسي وسوف تبدأ حركته الصعودية.الطاقة الكلية للشخص الذي يقفز على الترامبولين تساوي كل الطاقة الكامنة كلاً من السبرنكات وإمكانات الجاذبية، بالإضافة إلى الطاقة الحركية هي الطاقة الداخلية. هذا يستخدم لإيجاد الطاقة الكامنة بسبب الجاذبية. ضرب كتلة لاعب الترامبولين، حسب الارتفاع الذي تكونه من الأرض، بواسطة g، التسارع بسبب الجاذبية. وهو دائما 9.81 م / ث2. (PE=mgh).

يكتسب اللاعب طاقة مرنة من خلال السبرنكات الموجودة في الترامبولين فتتحول الى طاقة حركية من خلال تزايد السرعة ثم تتحول هذه الطاقة بفعل ارتفاع اللاعب الى طاقة كامنة في اعلى نقطة بحيث تصل الطاقة الحركية الى الصفر وعند هبوط اللاعب تزداد الطاقة الحركية ببطء والطاقة الكامنة تتناقص بتناقص ارتفاع اللاعب ثم تزداد الطاقة الحركية بفعل تسارع الجاذبية وهكذا يتم الحفاظ على الطاقة في الترامبولين. ويعد تحويل الطاقة وتخزينها مفتاح ارتداد الترامبولين مع الطاقة الكامنة والحركية الأكثر أهمية في علم الترامبولين.الطاقة الكامنة (PE) والطاقة الحركية (KE) هما السبب الذي يسمح للاعب الترامبولين بالقفز أعلى مما يستطيع على الأرض المسطحة. يتمثل أحد أنواع الطاقة الكامنة في الترامبولين في الطاقة الكامنة المخزنة في السبرنكات وهناك نوع آخر من الطاقة هو الطاقة الكامنة الجاذبية. هناك أيضا طاقة حركية لأن لاعب الترامبولين يتحرك.

وفقا الى المعادلة التي تربط الطاقة الكامنة والحركية لإيجاد إجمالي الطاقة (**E**) هي:

(E=PE+KE+Q ·hollyferg,2013).

الاستنتاجات:

- تزايدة مقادير ارتفاع مركز ثقل الجسم ضد الجاذبية إلى أعلى نقطة حيث استغل اللاعب سرعة مرجحة الذراعين وقوة الدفع للأسفل بفعل السبرنكات المتمثلة بالطاقة الكامنة المرنة وذلك لتحقيق قوس طيران مرتفع.
- زادت السرعة فياتجاه المركبة العمودية زاد ارتفاع مركز ثقل الجسم خلال الطيران والتي تتطلب منحنى طيران مرتفع حتى تتاح الفرصة لإتمام الدوران فيالهواء.
- نقل السرعة من أطراف قدميه الى جذعه ثم الى ذراعيه هذه الانتقال الانسيابي في الحركة أنتج سرعة عالية في بداية الامر مما أدى الى إتمام دورانه وهو في الهواء
- ازادات مقادير الزخم العمودي بسبب سرعة اللاعب حاول اللاعب الضغط بقوة عالية الى الأسفل مما اعطى مجال للسبرنكات لتولد طاقة مرنة
- ازدادت الطاقة الكامنة بشكل مضطرد بزيادة ارتفاع اللاعب في الهواء
- تزايد وتناقص مقادير السرعة الزاوية حيث حاول اللاعب لف جسمه وهو في الهواء مستغلا الارتفاع الذي وصل اليه مما اتمم دورانه حول المحور الطولي.
- التغلب على عزم القصور الذاتي من خلال زيادة سرعته الزاوية

- ازادت مقادير الزخم الزاوي وتناقصت لان في النقطة التي نهض بها اللاعب من الترامبولين تولد الزخم الزاوي لغرض إعطاء اللاعب سرعة دوران عالية.

التوصيات:

فيضوء ما أسفرت عليه نتائج الدراسة يوصي الباحثان بما يلي:

- وضع برنامج تدريبي نوعي في ضوء المتغيرات الكينماتيكية لتدريب أداء مهارة القلبة الهوائية الخلفية المستقيمة مع لفتين على جهاز الترامبولين
- توفير الإمكانيات الخاصة بالتحيل الميكانيكي لمهارات الترامبولين داخل الأندية والاتحادات لإتاحة الفرصة للمدربين لبناء البرامج التدريبية وفق أسس علمية ومنها الأسس الميكانيكية والخصائص المميزة للحركة الرياضية
- إجراء المزيد من الدراسات المشابهة تتناول الخصائص البايوميكانيكية بين أجزاء الجسم خلال اداء مهارات اخرى لرفع مستوى اداء لاعبي الجمباز في الترامبولين وخاصةفي المراحل السنية.

المصادرالعربية:

1. **بلعرج عبد الله (2017)**: دراسة تحليلية للعلاقة بين بعض المتغيرات البايوكينيماتيكية لمختلف مراحل الأداء الحركي في الترامبولين. رسالة ماجستير منشورة، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، قسم التربية البدنية والرياضية، الجزائر
2. **طلحة حسين حسام الدين**: ديناميكية الارتكاز باليدين في بعض مهارات الجمباز، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة، جامعة حلوان، 1980م
3. **طلحة حسين حسام الدين، وفاء صلاح، مصطفى كامل، سعيد عبد الرشيد**: علم الحركة التطبيقي، الجزء الأول، مركز الكتاب للنشر،القاهرة، 1998م
4. **عادل عبد البصير**: الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق فى المجال الرياضي، ط2، مركز الكتاب للنشر،القاهرة، 1988م ص39- 40
5. **مفتي إبراهيم حماد (2001)**: التدريب الرياضي الحديث تخطيط وتطبيق وقيادة الطبعة الثانية: دار الفكر العربي القاهرة، ص24
6. **عصام عبد الخالق (2009)**: التدريب الرياضي نظريات وتطبيقات، الطبعة الثالثة عشر: منشاة المعارف الإسكندرية ص18.

المصادر الاجنبية:

1. ***Angelov, V. (2016).*** *Biomechanical analysis of phase on the rebound in the trampoline. Activities in Physical Education and Sport, 6(1), 107–112.*الصفحات
2. ***Yeadon, M.R. (1993).*** *The biomechanics of twisting somersaults. Part III: Aerial twist. Journal of Sports Sciences, 11, 209-218.*الصفحات

3. ***Vaughan , C. L.,(1980)*** *A Kinetic analysis of basic trampoline stunts. Journal of Human Movement Studies, 6:236-251.*الصفحات
4. ***Shimada, H. and H. Yamamoto,(1986)*** *Kinesiological I Physiological characteristic and benefits of basic trampoline exercise. Biomechanics in Sports. Academic Publishers.*
5. ***Yeadon, M. R., &Hiley, M. J. (2017).*** *Twist limits for late twisting double somersault on trampoline. Journal of Biomechanics, 58, 174-178.doi: 10.1016 / j.jbiomech.2017.05.002*
6. ***Susan J. Hall****: Basic biomechenics third edition the Mcgraw – Hill combaniases, mosby book, brinted and bound – nidia , 1999.p400.*
7. ***Hay G. James****: Biomechanics of sport Techniques second edition prentice. Hall-Inc. Englewood cliffs. 1978. P32.*الصفحة
8. *http://www.trampolinehouse.net/30/8/2019*
9. *How does a trampoline spring work? | Physics Forum29/8/2019.*