التحليل البايوميكانيكي، لبعض متغيرات خطوة الحاجز الخامس، في فعالية 110 حواجز

أ.م.د. أياد عبد رحمن الشمري

1435 هـ 2013 م

ملخص البحث باللغة العربية.

يعدّ سباق الـ (110 متر) حواجز، من أكثر سباقات ألعاب القوى ارتباطا بالأداء الحركي الفني المعقد، لذلك فهو من أهم السباقات التي يتحدد فيها المستوى، من خلال مستوى الأداء الحركي، فضلا عن تطور مستوى عناصر اللياقة البدنية المختلفة، ويمكننا القول: إن سباقات الحواجز تحتاج بصفة عامة إلى قدر كبير من اللياقة البدنية(القوة، والسرعة، والمرونة) والأداء الفني العالي.

وتهدف هذه الدراسة إلى تعرّف بعض المتغيرات البايوميكانيكية في خطوة الحاجز، ومتغيرات القوة، في مرحلة الارتقاء، والهبوط، لعينة من أربعة لاعبين متقدمين في فعالية (110) حواجز، من قبل، ومن خلال، وبعد اجتياز الحاجز، وللحاجز الخامس.

على أساس النتائج التي حصلوا عليها من خلال التحليل البايوكينماتيكي في فعالية (110متر) حواجز وبحسب القانون الدولي، وضعت منصة قوة تحت الحاجز الخامس، وبواقع (3 متر) قبل الحاجز و(2متر) بعد الحاجز، لتغطي خطوة الحاجز كاملة، تم الحصول على المعالم الإحصائية المهمة، التي تحدد الأداء الحركي الجيد لعينة البحث. وقدم تحليلا للأداء الفني لعينة البحث، وللحاجز الخامس فقط، في اختبار لهم، تم إجراؤه على حواجز رسمية بارتفاع (1.067م) ويمكن تعرّف كفاءة اجتياز الحواجز(خطوة الحاجز)، من خلال السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم، في أثناء مرحلة ارتقاء الحاجز، وارتفاع (مركز ثقل الجسم) في أثناء الارتقاء، وزاوية الارتقاء، وزمن الطيران، وتقليل الخسارة في السرعة الأفقية إلى أقل ما يمكن لمركز ثقل الجسم، وتقليل زمن اتصال القدم في مرحلة الارتقاء والهبوط بعد الحاجز.

وعلى أساس النتائج التي حصل عليها ومن خلال التحليل البايوميكانيكي في فعالية (110متر) حواجز، تم الحصول على المعالم الإحصائية المهمة التي تحدد النموذج الحركي المثالي. وقدم تحليلا للأداء الفني للعدائين للحاجز الخامس في تجربة أجريت على عدائين من مستوى عال، وعلى وفق الأسس المهمة في اجتياز الحواجز هو متغير السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم من خلال مرحلة الارتقاء للحاجز، وارتفاع (مركز ثقل الجسم) من خلال مرحلة الارتقاء، والسرعة الزاوية للركبة من خلال مرحلة المرجحة وزمن الطيران وتقليل الخسارة في السرعة الأفقي التعرف على مقدار محصلة القوة لمرحلتي الارتقاء والهبوط باستخدام منصة القوة لخطوة الحاجز الخامس والسرعة العمودية والأفقية

ومحصلتهما وزمن اجتياز الحاجز إلى أقل ما يمكن لمركز ثقل الجسم، وتقليل زمن اتصال القدم في لحظة الهبوط بعد الحاجز، وسبب اختيار الحاجز الخامس يرجع إلى أن العدائين قيد الدراسة كانت سرعتهم أعلى ما يكون عند الحاجز الخامس.

Abctract.

Biomechanics Analysis some Variables Step Fife Hurdle of the Effectiveness of 110 Hurdles

The race (110 meters) barriers more races Athletics linked to performance motor technical complex so it is the most important races that determined the level of the level of motor performance in addition to the development level of the elements of fitness different and we can say that racing barriers need generally to the extent large fitness (strength, speed and flexibility) and higher technical performance.

This study aims to identify some of the biomechanics variables step hurdle and force variables for the upgrading and landing phase of a sample of four applicants effectively players (110) hurdles before, during and after passing the hurdle for the fifth hurdle.

Based on the results obtained through analysis biomechanics effectiveness (110 meters) hurdles and according to international law and put force platform under the hurdle and by (3 meters) before the barrier and (2 meters) after hurdle to cover the step hurdle full was obtained monuments statistically significant that determine performance good motor for the research sample. The analysis of the performance of technical research sample and hurdle only the fifth in chose them was conducted and the barriers of formal high (1,67 meters) and can be defined as the efficiency of cross barriers (hurdle step) through the horizontal speed of the center of gravity of the body during the upgrade hurdle, and height (center of gravity body) through upgrading, and upgrading angle, and flight time and minimize loss in the horizontal speed to less than what can be the center of gravity of the body, and reduce the contact time in the upgrading and landing phase after the landing.

On the basis of the results obtained and through biomechanics analysis of the effectiveness of (110) meters hurdles was obtained important statistical parameters that determine the kinetic model ideal. The analysis of the performance of technical runners of the fife hurdle) in an experiment conducted on runners from a high level according to the principles important to pass the barriers is a variable-speed horizontal center of gravity body during upgrading of the hurdle, and height (center of gravity body) during the upgrade, and the angular velocity of the knee through the stage weighted and flight time and minimize loss in speed horizontal identified on the amount of the outcome of the power to the two phases of upgrading and landing using platform strength to step fifth hurdle and vertical velocity and the horizontal and time passing hurdle to less what can be the center of gravity of the body, and reduce the time contact l at the moment of landing after hurdle choose barrier fifth due to The runners under study was their top speed at the fifth hurdle.

1- المبحث الاول: التعريف بالبحث.

1-1 المقدمة، وأهمية البحث:

يعدّ سباق الـ (110 متر) حواجز من أكثر سباقات ألعاب القوى ارتباطا بالأداء الحركي الفني المعقد، لذلك فهومن أهم السباقات التي يتحدد فيها المستوى، من خلال مستوى الأداء الحركي، فضلا عن تطور مستوى عناصر اللياقة البدنية المختلفة، ويمكننا القول: إن سباقات الحواجز تحتاج بصفة عامة إلى قدر كبير من اللياقة البدنية(القوة، والسرعة، والمرونة) والأداء الفني العالي.

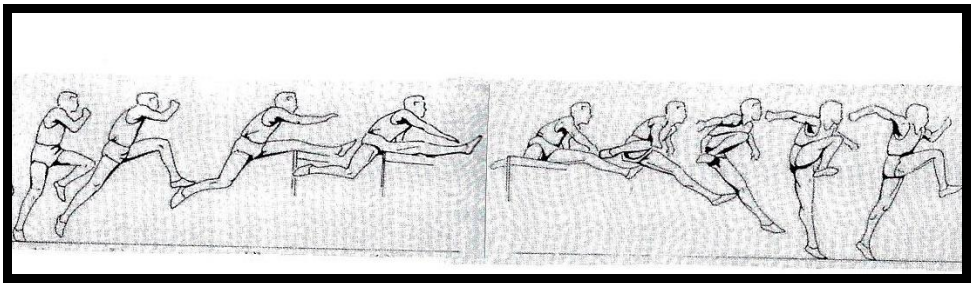
وتهدف هذه الدراسة تعرّف بعض المتغيرات البايوميكانيكية في خطوة الحاجز، ومتغيرات القوة في مرحلة الارتقاء، والهبوط لعينة من أربعة لاعبين متقدمين، في فعالية (110) حواجز، قبل، ومن خلال، وبعد اجتياز الحاجز، وللحاجز الخامس، وكانت لديهم أرقام سجلت في زمن قدره (13.9 ثا) إلى (14.6 ثا)، في أيار(2012).

على أساس النتائج التي حصلوا عليها من خلال التحليل البايوكينماتيكي في فعالية (110متر) حواجز وبحسب القانون الدولي، وضعت منصة قوة تحت الحاجز الخامس، وبواقع(3 متر) قبل الحاجز و(2متر) بعد الحاجز، لتغطي خطوة الحاجز كاملة، تم الحصول على المعالم الإحصائية المهمة، التي تحدد الأداء الحركي الجيد لعينة البحث. وقدم تحليلا للأداء الفني لعينة البحث، وللحاجز الخامس فقط في اختبار لهم، تم إجراؤه على حواجز رسمية بارتفاع (1.067 متر)، ويمكن تعريف كفاءة اجتياز الحواجز(خطوة الحاجز) من خلال السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم خلال مرحلة ارتقاء الحاجز، وارتفاع (م.ث.ج) خلال الارتقاء، وزاوية الارتقاء، وزمن الطيران وتقليل الخسارة في السرعة الأفقية إلى أقل ما يمكن لمركز ثقل الجسم، وتقليل زمن اتصال القدم في مرحلة الارتقاء، والهبوط بعد الحاجز.

وعلى أساس النتائج التي حصل عليها ومن خلال التحليل البايوميكانيكي لفعالية (110) متر حواجز تم الحصول على المعالم الإحصائية المهمة التي تحدد النموذج الحركي المثالي. وقدم تحليلا للأداء الفني للعدائين للحاجز الخامس في تجربة أجريت على عدائين من مستوى عال، على وفق الأسس المهمة في اجتياز الحواجز، هو متغير السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم من خلال مرحلة الارتقاء للحاجز، وارتفاع (م.ث.ج) من خلال مرحلة الارتقاء، والسرعة الزاوية للركبة من خلال مرحلة المرجحة، وزمن الطيران، وتقليل الخسارة في السرعة الأفقية إلى أقل ما يمكن لمركز ثقل الجسم، وتقليل زمن اتصال القدم في لحظة الهبوط بعد الحاجز.

الصورة رقم (1)

تمثل خطوة اجتياز الحاجز لبطل عالمي



1-2 أهداف البحث:

تعرف مقدار محصلة القوة لمرحلتي الارتقاء، والهبوط باستخدام منصة القوة، في خطوة الحاجز الخامس، والسرعة العمودية والأفقية، ومحصلتهما، وزمن اجتياز الحاجز.

1-3 مجالات البحث:

1-3-1: المجال البشري: أربعة عدائي من المتقدمين، ومن المستوى الجيد، تراوحت أزمنة انجازهم، ما بين (13.9 – 14.32ثا).

1-3-2 المجال الزماني: أيار 2012

1-3-3: المجال المكاني: ملعب كلية التربية الرياضية في جامعة (ljubjana-sloveni) (2012:2):

2- المبحث الثاني: الدراسات النظرية:

2-1 المراحل الفنية الخاصة في ركض (110 متر) حواجز:

وتنقسم على ما يأتي:

1- الركض، والاقتراب من الحاجز الأول الذي يبعد (13.72) مترا، وفي سبع إلى ثمان خطوات، ومن النهاية إلى الحاجز الأخير(14.02).

2- الاجتياز للحاجز، ويختلف المدى الحركي، بحسب ارتفاع الحاجز، والمرونة، والتوافق العضلي العصبي، وعلى اللاعب اجتياز 10 حواجز على ارتفاع (1.067متر) تفصل بينها(9.14 متر)

يحتاج الركض بين الحواجز إلى الالتزام بتوقيت محدد، والترابط بين الخطوات الثلاث بين الحواجز بإيقاع، وتوافق، وانسيابية في الحركة، أما مرحلة اجتياز الحاجز، فقسمت على: مرحلة ما قبل الحاجز، تبدأ من مرحلة الاجتياز الخلفي، ومرحلة عبور الحاجز، وتسمى بمرحلة الطيران، ومرحلة ما بعد الحاجز، وتسمى بمرحلة الهبوط والارتكاز الأمامي.

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد، وتحليل المتغيرات البايوميكانيكية، والحركية لخطوة الحاجز الخامس كونها واحدة من أهم العوامل التي تسهم في الإنجاز الجيد لعدائي(110 متر) حواجز، والتي أجريت لعينة من أربعة من لاعبي الحواجز المتقدمين. وتم تحديد المتغيرات الديناميكية للارتقاء، والهبوط عند اجتياز الحاجز، من خلال منصات (القوة لكيستلر). وجد أن يتم حساب الأداء الفني الصحيح لعملية اجتياز الحاجز من خلال العوامل الآتية: زمن اتصال القدم، ولحظة الارتقاء، والنسبة المثلى لمرحلة الكبح إلى مرحلة الدفع، ولحظة الارتقاء، والهبوط، ونسبة زمن الطيران، ومرحلة التوقف، إن دراسة الحواجز العالية، تتطلب أداء فنيا عاليا في سباقات ألعاب القوى. على وفق بعض، البحوث التي أجريت حتى الآن (1981:22و 1986:17و 1988:13و 1994:15و 1999:11و 2011:10).

3- المبحث الثالث: منهج البحث، وإجراءاته الميدانية.

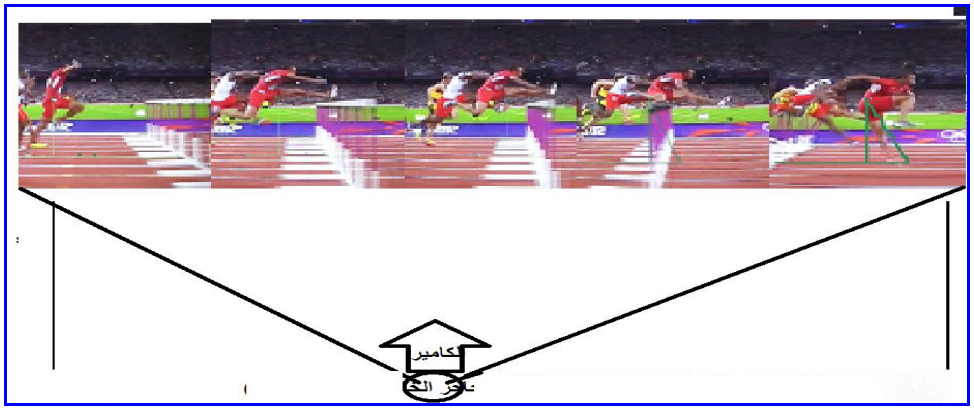
تم الحصول على البيانات الخاصة بالبحث من خلال موقع الاتحاد الدولي لألعاب القوى بالسباق وتم قياس المتغيرات البايوميكانيكية للحاجز الخامس من خلال الكاميرات (سوني DSR–100 صورة بالثانية) وضعت كما في (الصورة رقم 1). ومنصة القوة، والبرامج التي تستخدم في التحليل الحركي). وتم اختيار أربعة عدائين متقدمين من أصحاب الإنجاز العالي.

3-1 منهج البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي لملائمة إجراءات البحث، وإجراء التحليل البايوميكانيكي لبعض المتغيرات على عينة من أربعة رياضيين من الذكور، كان متوسط أعمارهم (23.5 – 5.06 سنة)، ومتوسط طول الجسم (184.72 – 1.53) سم، ومتوسط الوزن (80.4 – 5.84 كجم). وكان أفضل انجاز لدى هذه العينة قيد الدراسة، تراوحت بين (14.63 – 0.59 ثانية إلى 13.90 ثانية).

الصورة رقم (2)

تمثل مرحلة اجتياز الحاجز الخامس، لبطل العالم الحالي ايريز ميريت.



3-2 وسائل جمع البيانات:

قام كل لاعب بثلاث محاولات لستة حواجز، وكان عدد المحاولات (12) محاولة، وبواقع ثلاث محاولات لكل عداء، وتم اختيار أحسن توقيت(محاولة) لكل عداء (أخذت المتغيرات البايوميكانيكية قيد الدراسة لكل عداء)، وضعت الحواجز في سباق المسافات القياسية القانونية منذ البداية. وتم إجراء التحليل باستخدام كاميرا بسرعة(100) صورة بالثانية على الحاجز الخامس ولتحليل خطوة قبل الاجتياز، والاجتياز، وخطوة بعد اجتياز الحاجز، ولقياس قوة الأثر المتبادل في العمل العضلي الداخلي، ومنصة القوة عند الارتقاء والهبوط، واستخدمت (منصة القوة لكيستلر 9287)، مغطاة بطبقة التارتان، والتي جهزت في مستوى الملعب المغطى نفسه، تم دراسة القوة العمودية والأفقية ومحصلتهما، لمرحلتي الارتقاء والهبوط، وتم جمع البيانات لقوة لارتقاء، والهبوط.

4- المبحث الرابع: مناقشة النتائج:

من خلال الجدول رقم (1) الذي يبين المتغيرات الأساس، والخصائص الميكانيكية لعملية اجتياز الحاجز، وكان متوسط سرعة اجتياز الحاجز للعدائين الأربع قيد الدراسة (7.54 – 0.2 متر/ثا)، في الوسط الحسابي، انخفضت هذه السرعة بمقدار (0.41 متر/ثا)، بعد مرحلة الكبح التي سبقت مرحلة الارتقاء، وفي الوقت نفسه ازدادت السرعة العمودية في مرحلة الدفع إلى (2.35 متر/ثا)، وهذه نتيجة لرفع مركز ثقل الجسم عند اجتياز الحاجز، ويرتبط التغير في العلاقة بين السرعة الأفقية والعمودية عند مرحلة الارتقاء، والتي لها الأثر المهم في مرحلة اجتياز الحاجز، والتي تُعرف بخطوة الحاجز، وعند مرحلة الارتقاء كونت مرحلة الكبح 59% مقابل 41% لمرحلة الدفع، من مجموع زمن اتصال القدم بالأرض في لحظة الارتقاء، والتي كان فيها الزمن الكلي لمرحلة الارتقاء كاملة (0.139 – 0.01)، وهذه القيمة تتفق مع الدراسات السابقة (2003:23و2011:10و1994:14)، وكونت المسافة من قدم الارتقاء مع مركز ثقل كتلة العداء قبل الاجتياز (50 – 8سم)، فيما سجلت منصة القوة من خلال مرحلة الارتقاء قوة أفقية مقدارها (1717 – 102 نيوتن)، فيما كانت أعلى مركبة عمودية (3593 – 375 نيوتن)، والتي تعادل (4.5 أضعاف وزن جسم العداء)

جدول رقم (1)

يمثل بعض قياسات السرعة الأفقية، والعمودية لمركز ثقل الجسم، وأقصى قوة عمودية، وأفقية لمرحلة الكبح

المتغيرات	وحدات القياس	لاعب رقم 1	لاعب رقم 2	لاعب رقم 3	لاعب رقم 4	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
وحدة الإيقاع للحاجز الخامس	متر/ثا	7.87	7.35	7.51	7.40	7.54	0.23
	الارتقاء ومرحلة التوقف						
السرعة الأفقية لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	8.25	7.45	7.26	7.47	7.61	0.44
السرعة العمودية لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	0.05	0.02-	0.45	0.61	0.26	0.32
محصلة السرعة لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	8.26	7.45	7.28	7.51	7.63	0.43
زمن التوقف	ثا	0.79	0.78	0.89	0.83	0.82	0.05
النسبة المؤية لزمن التوقف %	%	59.8	58.2	60.5	58.1	59.15	1.19
أقصى قوة أفقية	نيوتن	1681-	1589-	1798-	1801-	1717-	102.14
أقصى قوة عمودية	نيوتن	3641	4056	3203	3475	4593	357.16

وهي تعد من العناصر المهمة لاجتياز الحاجز بصورة مثالية التي تتحدد مباشرة بمسار الحركة من مركز ثقل الجسم، ويعدّ زمن الارتقاء من الأمور المهمة، فضلا عن مرحلة الارتقاء الذي يتكون من جزأين هما مرحلة الكبح (التوقف) ومرحلة الدفع. يجب أن تكون مرحلة الكبح أقصر ما يمكن، وتعتمد على زاوية من موضع قدم الارتقاء، وتنتهي

مرحلة الدفع مع زاوية الدفع لمرة واحدة، والتي تكون في هذا الانموذج هي (71°) درجة. تشير هذه المتغيرات إلى: الارتقاء والدفع المسلط على الأرض، ووضع الكتفين من قبل، وفي أثناء اجتياز الحاجز، ودفع القوة باتجاه الحاجز. وتعتمد المسافة التي يرتقي عندها القافز أمام الحاجز على طول العداء، وطول الرجل، والسرعة، وأسلوب الأداء، وكلما ازدادت سرعة القافز قل الزمن المتاح لإكمال عملية اجتياز الحاجز، بالارتفاع الكافي لاجتيازه، كما إن القافز ذا المستوى العالي يجتاز الحاجز وبمسافة ارتقاء بصورة آلية، بما يتلاءم مع سرعته الأفقية (تزداد المسافة الأفقية بزيادة محصلة سرعة العداء الأفقية، وبالعكس)، وهنا لابد من الإشارة إلى زيادة سرعة رجل الارتقاء المتقدمة (القائدة)، ليكون القافز أكثر قدرة على الاقتراب من الحاجز لحظة الارتقاء. هنالك قوتان رئيستان تؤثران في عداء الحواجز: هما الجاذبية الأرضية، ومقاومة الهواء. إن سرعة اجتياز الحاجز تعتمد بصورة كبيرة تنفيذ عملية الارتقاء.

إن السبب الرئيس لانخفاض مركز ثقل كتلة جسم العداء ما يعبر عنه في طول العداء، وزمن اجتياز الحاجز (زمن الطيران) المحسوب، إذ كان متوسط زمن خطوة الحاجز المحسوبة (0.395 ثا)، وكان لدى العداء الأول (1) أقصر زمن اجتياز الحاجز، وبذلك كان هذا العداء هو الأسرع، وبزمن (0.38ثا) فيما كان الوسط الحسابي للمسافة الأفقية قبل الحاجز (2.31متر)، وبزاوية مقدارها 71°، وهذا مهم جدا لمسار مركز كتلة جسم العداء، وترتبط هذه المسافة بالخصائص الجسمية (المورفولوجية) لعداء الحواجز، وبلغ الوسط الحسابي لخطوة الحاجز (3.64 – 0.15 متر)، إذا علمنا إن الوسط الحسابي لمسافة الهبوط بعد الحاجز كانت (1.32 – 0.11 متر)، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة (1988:13و1994:15 و1991:12 و1995:9 و1997:11) وبنسبة (65% – 35%) ومن خلال هذه الدراسات حصلنا على نتيجة متشابهة تقريبا، إذ كانت (63.7–36.3%) وهي قيمة متقاربة جدا مع نتائج الدراسات المتشابهة. أما العداء الثاني (2) الذي بلغ انجازه أقل، فكانت النسبة (62% – 38%) كما كان لدى العداء الأول الأسرع (1) مسافة قبل الحاجز، مقدارها (2.36 متر)، كونت نسبة 64.9% وأقصر مسافة هبوط (1.28 متر) قد كونت (35.1%)، وبزاوية ارتقاء(71°)، مما يسبب انخفاض مركز ثقل كتلة العداء فوق الحاجز إلى(33سم) على وجه التقريب، ومن ثم يكون زمن مرحلة الطيران (0.38 ثا)، كما إن لكفاءة الأداء الفني الجيد في اجتياز الحاجز، ومرحلة الهبوط القدر الكبير من الأهمية نفسها.

جدول رقم (3)

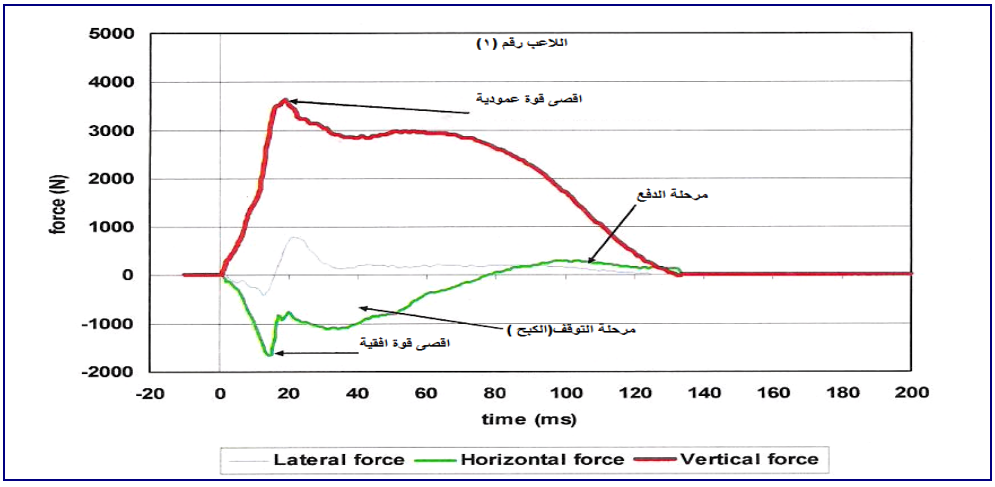
يمثل متغيرات مرحلة الارتقاء، والدفع

المتغيرات	مرحلة الارتقاء والدفع						
	الوحدة	لاعب1	لاعب 2	لاعب 3	لاعب 4	سَ	ع
السرعة الأفقية لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	7.88	6.88	6.64	7.38	7.20	0.55
السرعة العمودية لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	2.26	2.14	2.41	2.26	2.27	0.11
محصلة السرعة لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	8.20	7.20	7.06	7.72	7.55	0.52
ارتفاع مركز كتلة العداء	سم	1.21	1.20	1.21	1.19	1.20	0.01
المسافة من لحظة ارتقاء الحاجز	سم	2.36	2.27	2.32	2.27	2.31	0.04
زمن اتصال القدم لحظة الارتقاء	ثا	0.132	0.134	0.147	0.143	0.139	0.01
نسبة الزمن	ثا	0.53	0.56	0.58	0.60	0.57	0.03
النسبة المئوية للزمن	%	40.2	41.8	39.5	41.9	40.85	1.19

كما إن الزيادة في زمن اتصال القدم بالأرض، في مرحلة الارتقاء (مرحلة الكبح، والدفع) يؤدي إلى فقدان كبير في السرعة الأفقية في مرحلة اجتياز الحاجز (1995:5 و1997:19 و2006:8 و1995:18)، ويختلف أسلوب الهبوط كثيرا عنه في الارتقاء في مرحلتي (الكبح) أو التوقف، إذ تستغرق ما يقارب20% من مجموع زمن اتصال القدم بالأرض والتي تبلغ(0.114 ثا).

صورة رقم (3)

مخطط القوة لمرحلة الارتقاء للحاجز الخامس



جدول رقم (4)

يمثل متغيرات مرحلة الهبوط، والتوقف(الكبح)

المتغيرات	الوحدة	لاعب 1	لاعب 2	لاعب 3	لاعب 4	سَ	ع
	الهبوط مرحلة التوقف						
السرعة الأفقية لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	7.56	7.21	7.10	7.39	7.34	0.24
السرعة العمودية لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	-1.72	-1.81	-1.73	-1.53	-1.70	0.12
محصلة السرعة لمركز كتلة الجسم	متر/ثا	7.85	7.44	7.31	7.56	7.54	0.23
مسافة الهبوط	متر	1.28	1.39	1.19	1.42	1.32	0.11
زمن التوقف	ثا	0.17	0.48	0.14	0.14	0.23	0.17
النسبة المؤية لزمن التوقف %	%	17.4	39.1	11.6	12.3	20.10	12.9
اعلى قمة للقوة الافقية	نيوتن	678-	1179-	824-	8.45-	881.5-	211.78
اعلى قمة للقوة العمودية	نيوتن	2867	3304	2477	2569	2804.25	372.43

وهذا يعني، أن العداء يجب أن يكون في وضع أقرب ما يكون مباشرة تحت مركز ثقل كتلته، من خلال لحظة الهبوط، في حين إن مرحلة الكبح لا تستمر سوى 9–10 % من زمن اتصال القدم بعد الحاجز، وهذا يتفق مع كل من (1981:22 و1994:15 و2009:1 و2012:2 و2003:23).

كما إن أسرع العدائين في هذه التجربة هو العداء رقم (1)، والذي لديه أقصر زمن اتصال (0.098 ثا) ويستخدم فقط 17% من هذا الزمن في لحظة الكبح، وهي المرحلة التي تسبق الدفع، وإن هذا العداء يزيد من السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة جسمه بنسبة (0.30 متر/ثا)، والذي هو أعلى قيمة من بين العدائين الأربعة اللذين شاركوا في التجربة، وكان العداء الثاني (2) هو الذي حصل على أكبر وقت لزمن الاجتياز، والذي كان لديه وقت أطول لزمن الاتصال(0.123 ثا)، ويستخدم 39% من هذا الوقت للكبح (لحظة التوقف في مرحلة الارتقاء) كما بلغ أقصى مقدار للقوة الأفقية للعدائين في (عينة البحث) (من خلال مرحلة الكبح) هو(881 – 211.7نيوتن)، وأقصى قوة عمودية المتمثلة برد فعل منصة القوة هو(2804 – 372نيوتن).

جدول رقم (5)

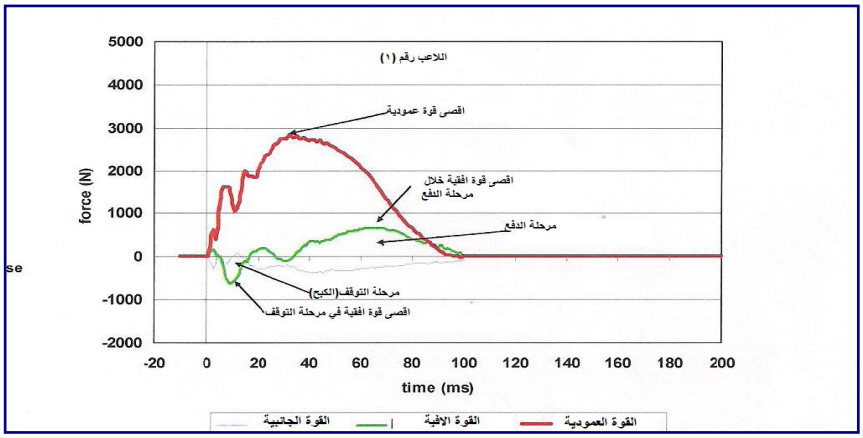
يمثل متغيرات مرحلة الهبوط (نسبة المرحلة)

مرحلة الهبوط (نسبة المرحلة)							
مرحلة الهبوط	الوحدة	لاعب 1	لاعب 2	لاعب 3	لاعب 4	سَ	ع
السرعة الافقية لمركز كتلة الجسم	م/ثا	7.97	7.32	7.39	7.59	7.57	0.29
السرعة العمودية لمركز كتلة الجسم	م/ثا	1.31-	0.51-	0.77-	0.74-	83.-	0.34
محصلة السرعة لمركز كتلة الجسم	م/ثا	8.09	7.34	7.39	7.59	7.60	0.34
زمن اتصال القدم	ثا	0.098	0.123	0.121	0.114	0.114	0.01
نسبة الزمن	ثا	0.081	0.075	0.107	0.100	0.091	0.02
المسبة المئوية للزمن	%	82.6	60.9	88.4	87.7	79.9	12.93

ومن خلال هذه البيانات، نرى أن أثر القوة العمودية يكون كبيرا، والذي يمكن للعداء أن يحافظ على وضع رجل الارتقاء بصورة صحيحة، والتي يجب أن تكون ممدودة بصورة كاملة، فضلا عن الأداء الفني الصحيح، فإن قدرة الجهاز العضلي (التوافق العضلي العصبي) في العضلات يعتمد قبل كل شيء إعادة تنشيط العضلات، وعمل رد الفعل الانعكاسي عن طريق أوتار كولجي.

الصورة رقم (4)

مخطط لمرحلة الهبوط للحاجز الخامس، للاعب رقم (1)



(1991:4و1991:3و1997:7و2003:6) ولاستجابة العضلات لعملية التقلص والانبساط وبانسيابية عالية عند مرحلة الارتقاء، والهبوط كما إن المعيار الحقيقي لكفاءة اجتياز الحاجز هو أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة جسم العداء، من خلال مرحلة الكبح عند الارتقاء هو(1.23 – 0.03) متر كما إن ارتفاع مركز كتلة جسم العداء مهم، وكان أفضل العدائين في هذه التجربة هو العداء الأول، على الرغم من إن طوله (183 سم) وقد حافظ على أعلى مركز ثقل بعد الهبوط، من خلال امتداد الرجل، وتقليل الانثناء وبعد الاجتياز (لحظة الهبوط)، والحفاظ على السرعة الأفقية عند مرحلة الهبوط والانتقال عند اجتياز الحاجز الذي يليه، وقد كانت السرعة الأفقية عند مرحلة الهبوط والانتقال عند اجتياز الحاجز لزيادة السرعة الأفقية عند اجتياز الحاجز الذي يليه، وقد كانت السرعة الأفقية عند مرحلة الكبح عند الهبوط هي (7.34 – 0.24 مترا/ثا)، وهذه إشارة إلى إن مرحلة اجتياز الحاجز، قد تحققت فيه السرعة الأفقية بنسبة (0.27 متر/ثا)، والتي تمكننا من القول: إن مستوى كفاءة اجتياز الحاجز كانت جيدة (1991:12و1991:16).

5- الاستنتاجات والتوصيات.

5-1 الاستنتاجات:

- تحقق الانجاز، لهذا فإن أفضل العدائين انجازا أقلهما زمنا في اجتياز الحاجز (خطوة الحاجز).
- إن تقليل زمن الكبح والدفع من خلال مرحلتي الارتقاء، والهبوط يسهم إسهاما فاعلا فـــي تحقق الانجاز.
- إن المحافظة على السرعة الأفقية، وتقليل السرعة العمودية عند اجتياز الحاجز، له الأثر المهم في تقليل زمن اجتياز الحاجز إلى أقل ما يمكن.
- تسهم زاوية الارتقاء إسهاما كبيرا عند اجتياز الحاجز، وتقلل من زمن الطيران لخطوة الحاجز.
- إن الموصفات الجسمية لها الأثر المهم في تقليل زمن اجتياز الحاجز (خطوة الحاجز)، من خلال عملية الأداء الفني الجيد لاجتياز الحاجز.
- كانت سرعة اجتياز العدائين عند اجتياز الحاجز الخامس أعلى، بسبب كون هذه المرحلة هي أفضل سرعة للعدائين.

5-2 التوصيات:

يوصي الباحث بما يأتي:

- أن يمتلك عداء الحواجز مواصفات جسمانية، وبدنية خاصة في الأطراف.
- إجراء دراسات وبحوث لمنصة القوى، لأكثر من حاجز، وبكاميرات أكثر، لمعرفة أثر القوة العمودية والأفقية في الحواجز الأخرى.
- استخدام التكنولوجيا الحديثة في تحديد المتغيرات البايوميكانيكية قيد الدراسة.
- إن الحصول على المتغيرات البايوميكانيكية لكل عداء، وتجهيز مدربيهم بهذه المتغيرات، يسهم بدرجة واضحة، في تطوير أداء عدائي الحواجز.

References

1. Bowerman, J., Freeman, H., & Gambeta V. (2009). High – performance training for track and field.
2. 2 -18 Čoh, M. and Iskra, J.: Biomechanical studies of 110 m hurdle clearance technique Sport Science 5 (2012) 1: 10-14
3. 3-Dapena, J. (1991). Hurdle clearance technique. Track and Field. Quart. Rev., 116(3), 710-712.
4. Gollhofer, A., & Kyrolainen, H. (1991). Neuromuscular control of the human leg extensor muscles in jump exercises under various stretch-load conditions. IJSM, 12, 34-40.
5. Grimshaw, P. (1995). A kinematics analysis of sprint hurdles training strategies (isolation drills). Athletic Coach, 29(4), 24-28.
6. Enoka, R. (2003). Neuron mechanics of human movement. Champaign, IL: Human Kinetics.
7. Komi, P., & Gollhofer A. (1997). Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC exercises. Journal of Applied Biomechanics, 13(14), 451-459.
8. Mero, A., Kuitunen, S., Harland, M., Kyrolainen, H., & Komi, P. (2006). Effects of muscle-tendon length on joint movement and power during sprint starts. Journal of Sport Science, 24 (2), 165-173.
9. Iskra, J. (1995). The most Effective Technical Training For the 110m Hurdles. New
10. Studies in Athletics, 3, 51- 55.
11. Iskra, J., & Čoh, M. (2011). Biomechanical studies on running the 400 m hurdles. Human Movement, 12 (4), 315-323.
12. Jarver, J. (1997). The hurdles – Contemporary theory, technique and training. El Camino Real: Tafnews Press, p.131.
13. Kampmiller, T., Slamka, M., & Vanderka, M. (1991). Comparative biomechanical analysis of 110 m hurdles of Igor Kovač and Peter Nedelicky. Kinesiology Slovenia, 1-2, 26-30.
14. 13-La Fortune, M. (1988). Biomechanical analysis of 110 m hurdles. Track and Field News, 3(105), 3355-3365.
15. 14- Mc Farlene, B. (1994). Hurdles: a basic and advanced technical model. Track Technique, 128, 4073-4079.
16. McLean, B. (1994). The biomechanics of hurdling: Force plate analysis to assess hurdling technique. New Studies in Athletics, 4, 55-58.
17. McDonald C., & Dapena, J. (1991). Linear kinematics of the men's and woman's hurdles races. Medicine and Science in Sports Exercise, 23(12), 1382-1402.
18. 17-Mero, A., & Luhtanen, P. (1986). Biomechanische Untersuchung des Hurdenlaufs wahrend der Weltmeisterschaften in Helsinki. Leistungssport, 1, 42-43.
19. Salo, A., & Grimshaw, N. (1995). An examination of kinematic variability of motion analysis in sprint hurdles. Journal of Applieid Biomechanics, 14, 211-222.

20. 19 -Salo, A. & Grimshaw, P. (1997). 3–D biomechanical analysis of sprint hurdles at different competitive level. MSS, 29(2), 231-237.
21. Salo, A. & Grimshaw, P. (1997). 3–D biomechanical analysis of sprint hurdles at different competitive level. MSS, 29(2), 231-237.
22. Schluter, W. (1981). Kinematische Merkmale der 110-m Hurdentechnik. Leistungssport,
23. http://w.w.w.advantageathletic.com/hurdles.h2, 118-127 -
24. By Milan Coh :Biomechanical analysis of Colin Jackson's hurdle clearance technique New Studies in Athletics • no. 1/2003 by IAAF 18:1; 37-45 2003