تحليل ديناميكية الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة للرجال

* أ.د. عادل عبد البصير علي

** د. رضا عبد الحميد عامر

*** د. إيهاب عادل عبد البصير علي

المقدمة : Introduction

خلال العشر سنوات الماضية سجل الجمباز الأوليمبي تقدماً مذهلا في متطلبات تركيب الجمل الحركية وتطوير فنيات الأداء والمناورات الحديثة في الجمباز . أدى هذا التقدم في المتطلبات الفنية للأداء إلى دفع لاعبي الجمباز إلى أداء المهارات ذات الصعوبات العالية للحصول على أعلى النقاط عند الاشتراك في مسابقات الجمباز على أجهزة الجمباز المختلفة ومن أهم متطلبات تركيب الجملة الحركية للاعب على جهاز العقلة هو إنهاء الجملة الحركية بنهاية ذات صعوبة عالية .

وتعتبر الدورات الهوائية المتعددة بأشكالها المختلفة – المكورة ، والمنحنية ، والمستقيمة – كنهاية على جهاز العقلة من المهارات ذات الصعوبات المرتفعة والتي تؤدي إلي رفع قيمة الجملة الحركية ونقاط الحكام لها ، عندما تؤدى ببراعة وثبات . لذلك أهتم بعض الفنيين أو المدربين بالكتابة عن الدورات الهوائية المنفردة كنهايات على جهاز العقلة إلا أن كتابتهم عنها كتبت منذ زمن طويل قبل حدوث التقدم الحديث في فنيات وأساليب أدائها مثل Lonkon & Willuognby (١٩٧٧م) (٩) ، Gert, Phillip, Cheetham & Diamantis (١٩٩٢)(٥) ، Yoshaki, Hiroshi & Mamoru (١٩٩٢) (١٢) .

---

* أ.د. عادل عبد البصير على : أستاذ الميكانيكا الحيوية ورئيس قسم علوم الرياضية بكلية التربية الرياضية ، جامعة قناة السويس ببورسعيد .

** د. رضا عبد الحميد عامر : مدرس بقسم التربية الرياضية بكلية التربية النوعية ، جامعة قناة السويس ، ببورسعيد .

*** د. إيهاب عادل عبد البصير على : مدرس بقسم علوم الرياضية بكلية التربية الرياضية ، جامعة قناة السويس ، ببورسعيد .

وبالرغم من انتشار الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على عارضة العقلة بين لاعبي مستوى القمة في العالم إلا أن الباحث لاحظ عدم انتشارها بين اللاعبين المصريين ، بالإضافة إلى أنه في حدود علم الباحثين وجد ندرة في الدراسات التي تناولت فنية أداء هذه المهارة بتعمق إلى جانب عدم إجراء أي دراسة عن هذه المهارة في جمهورية مصر العربية ، الأمر الذي يوضح مدى الحاجة إلى إجراء دراسة متعمقة لمهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة لأداء لاعبي الجمباز في مستوى القمة لتحديد العوامل الديناميكية لضمان نجاح أداء النهاية عن طريق دراسة الانطلاق ، وشكل الجسم أو التحكم في الجسم من أجل إتمام الدوران للخلف في الهواء ، والهبوط الراسخ للحصول على التصور الصحيح من أجل تحسين الأداء ، وربما يؤدي ذلك إلى تطوير إستراتيجيات المدربين وتوجيهات التدريب عن طريق توجيه التدريب وسلامته وتجنب الإصابات .

هدف البحث The research purpose

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على العوامل البيوديناميكية الحاسمة لنجاح أداء الانطلاق من عارضة العقلة ، والسيطرة على الجسم من أجل الدوران للخلف والجسم مستقيماً ، مرحلة الهبوط ، لدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة .

تعريف المصطلحات والرموز المستحدثة فى البحث :

المصطلح	الرمز
مركز ثقل كتلة الجسم	CG.
سرعه مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه المركبة الأفقية لحظة الانطلاق	$^{V}CGX.R$
سرعة مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه المركبة الراسية لحظة الانطلاق	$^{V}CGY.R$
ارتفاع مركز ثقل كتله الجسم لحظة الانطلاق	$^{H}CG.R$
زاوية مركز ثقل كتلة الجسم لحظة الانطلاق	$^{\theta}CG.R$
كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق	$^{H}TOT.R$
كمية الحركة الزاوية للرجلين لحظة الانطلاق	$^{H}LEG.R$

المصطلح	الرمز
كمية الحركة الزاوية للجذع والرأس لحظة الانطلاق	^{H}TRU.R
كمية الحركة للذراعين لحظة الانطلاق	^{H}ARM.R
زمن الطيران	^{F}L.T.
أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران	^{H}CG.2
أقصى غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى	$^{Sh.}$AngL1
أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى	$^{TH.}$AngL1
أقصى مد للركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى	$^{Kn.}$AngL1
غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية	$^{Sh.}$AngL2
أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية	$^{TH.}$AngL2
أقصى مد للركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية	$^{Kn.}$AngL2
أقصى مد للكتفين في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية	$^{Sh.}$AngL3
أقصى مد للفخذين في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثاني	$^{TH.}$AngL3
أقصى مد للركبتين في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثاني	$^{Kn.}$AngL3
ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	^{H}CG.TD
أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	$^{Sh.}$AngL.TD4
أقصى مد للفخذين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	$^{THh.}$AngL.TD4
أقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	$^{Kn.}$AngL.TD4
سرعة مركز ثقل كتلة الجسم الأفقية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	^{V}CGTDX
سرعة مركز ثقل كتلة الجسم الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	^{V}CGTDY
القوة الأفقية المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	^{F}CGTDX
القوة الرأسية المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط	^{F}CGTDY
سرعة مركز ثقل كتلة الجسم الأفقية في نهاية الهبوط	^{F}CGX
سرعة مركز ثقل كتلة الجسم الرأسية في نهاية الهبوط	^{F}CGY

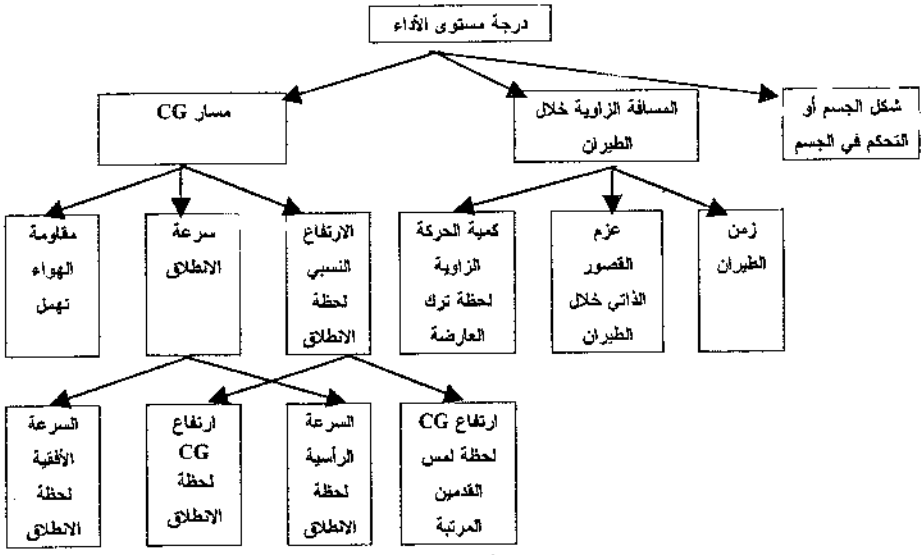
الطرق Methods

النموذج Model

يجـــب عـــلى لاعب الجمباز لإنجاز مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة تحقيق متطلبات الارتفاع ، وعرض التحكم في دوران الجسم من أجـــل الـــدوران للخلف والجسم مستقيم والهبوط . لذلك يجب وضع العوامل التالية في الاعتبار من أجل التحليل البيوديناميكي للمهارة قيد الدراسة:

أ- إظهار الحركة الخطية بمتابعة مسار CG للاعب .

ب- إظهار الحركة الزاوية حول المحور الأفقي .



شكل (١)

نموذج العوامل البيوديناميكية المحدد لمسار CG والمسافة الزاوية في الطيران المؤثرة في أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة

يعـــرض الشـــكل (١) أن مســـار CG خلال الطيران حدد عن طريق مقاومة الهواء المضـــادة للطيران ، سرعة الانطلاق من عارضة العقلة ، والارتفاع النسبي لمركز ثقل كتلة اللاعب عند لحظة ترك العقلة بالنسبة لارتفاعه عند لمس مرتبة الهبوط ، السرعة عند لحظة الانطـــلاق في النهاية ربما اعتبرت كمجموع متجه السرعة الأفقية والسرعة الرأسية عند

الانطلاق . اعتمدت المسافة الزاوية التي من خلالها يدور الجسم حيثما وجد في الهواء على كمية الحركة الزاوية للاعب عند ترك عارضة العقلة ، عزم قصوره الذاتي المتوسط خلال الطيران ، زمن الطيران Hay & Ried (١٩٨٨م) (٧) .

يشمل شكل الجسم أو التحكم في جسم اللاعب عند أداء مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة على اختلاف أوضاع أجزاء الجسم في الفضاء والطريقة التي يتم فيها تحرك هذه الأجزاء من وضع لآخر خلال الدوران للخلف ومرحلة الهبوط . ويتم تحكيم التمرينات الاختيارية وفق توجيهات وإرشادات القانون الدولي للجمباز والتي توجه الحكام نحو تنفيذ عقوبة خصم النقاط عند حدوث نقص في هرمونية الأجزاء المختلفة لتمرين ، ونقص في أقصى ارتفاع ومسافة أفقية خلال الطيران ، واستقامة الجسم خلال الدوران للخلف ، والتأخير أو غياب استمرار مد الجسم قبل الهبوط ، والوضع المنخفض للهبوط . وتمنح نقاط المحسنات في حالة (١) أقصى مدى (مثل أبعد ارتفاع أو زاوية الجسم للدوران للخلف) ، (٢) الإبداع في الأداء الذي يظهر التأثير الديناميكي للوضع النهائي للمهارة والذي يتضح في الانتقال من المد الزائد للجسم خلال الدوران للخلف بسرعة واتمام مد الجسم المناسب عند لحظة لمس مرتبة الهبوط FIG (٢٠٠١م) (٤) . من الواضح أيضاً أن (أ) معدل دوران الجسم للخلف ، (ب) انتقال المسافة ، (ج) التغير في وضع الجسم من ترك عارضة العقلة للدوران للخلف ، ومن الدوران للخلف للهبوط تكون هامة في تحليل شكل الجسم ، أو التحكم في الجسم خلال النهاية . وفي هذه الدراسة القائمة حددت خصائص الأداء تلك تحديدا كميا على التوالي ، عن طريق (أ) السرعة الزاوية المتوسطة لدوران الجسم ، (ب) المسافة الأفقية لانتقال CG ، (جـ) التغير في وضع الجسم ، مقاساً عن طريق عزم القصور الذاتي من عارضة العقلة إلى الدوران للخلف ، ومن الدوران للخلف إلى الهبوط ، الارتفاع والقصور الذاتي عند وضع المد الزائد خلال الدوران للخلف ، (هـ) والارتفاع والقصور الذاتي لمركز ثقل كتلة الجسم وزاوية الميل عند لمس القدمين الأرض .

جمع البيانات Data collection

١- عينة البحث The research subject

شملـــت عيـــنة الدراسة لاعبين من لاعبي الفريق القومي الذين يؤدون المهارة قيد البحـــث ، وتم اختـــيارهما بالطريقة العمدية لأنهما أفضل لاعبين يؤديان مهارة الدورة الهوائـــية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة . أدى كل منهما المهارة قـــيد البحـــث ثلاث مرات وبذلك يصبح حجم عينة البحث ٦ محاولات ، ويعرض الجدول (١) خصائص عينة البحث .

جدول (١)

خصائص عينة البحث

م	اسم اللاعب	رقم المحاولة	العمر الزمني (بالسنين)	الطول (بالمتر)	الوزن (بثقل كجم)	درجة مستوى الأداء
١	رؤوف عبد الكريم	١	٢٥	١,٦٨	٦٨	٩,٤
		٢	٢٥	١,٦٨	٦٨	٩,٦
		٣	٢٥	١,٦٨	٦٨	٩,٥
٢	كريم علي عبد الرحمن	٤	٢٣	١,٧٠	٧٠	٩,٨
		٥	٢٣	١,٧٠	٧٠	٩,٧
		٦	٢٣	١,٧٠	٧٠	٩,٨

بروتوكول التصوير : Filming protocol

اســـتخدمت (٢) آلة تصوير فيديو ماركة **Panasonic** تردد كل منهما ٥٠ مجال/ثانية لتصوير كل من لاعبي الجمباز عينة الدراسة في أداء المهارة قيد البحث ، وروعي وضع آلة تصوير الفيديو الأولي على ارتفاع مستوى عارضة العقلة وعلى بعد ١٢ متر من الجانب الأيمن للعقلة ،وضعت آلة تصوير الفيديو الثانية على ارتفاع مستوى عارضة العقلة وعـــلى بعـــد ١٠ متر من الجانب الأيمن للعقلة .والمسافة بين الكاميرتين كانت (٤أمتار) وزاويـــة ميل كل من الكاميرتين على الهدف (١٢٠°) . كما روعي وضع صندوق المعايرة **calibration box** في مجال التصوير بحيث كان أداء المهارة داخل صندوق المعايرة .

وينوه الباحثون إلى أنه بالنسبة لإعداد اللاعب للتصوير وإعداد مجال التصوير ، وإعداد كأميراتي التصوير بالفيديو راعى الباحثون الخطوات التي ذكرها كل من عادل عبد البصير (٢٠٠٠م) (١) وSusan (١٩٩٩م) (١٠)، وتم تنفيذ عملية التصوير في صالة تدريب الجمباز بنادي القاهرة بالقاهرة الكبرى في يوم السبت الموافق ٢٠٠١/١٢/١٩م.

تقييم مستوى الأداء : The Performance standard evaluation

تم عرض أحد الفيلمين المصورين لكل من أداءات كل من اللاعبين قيد البحث ، على خمسة حكام دوليين معتمدين من الاتحاد المصري للجمباز ، قاموا بتقييم أداء كل من اللاعبين للمهارة قيد البحث وفق إرشادات وتعليمات القانون الدولي لتحكيم الجمباز حيث أعطى كل حكم من الحكام درجة ويتم شطب أعلى درجة واقل درجة ويؤخذ متوسط الثلاث درجات الآخرى والناتج هو درجة أداء اللاعب للمهارة قيد البحث (٤) .

اختصار البيانات : Data reduction

تم تحليل ١٩٣ كادر تقريباً في كل محاولة أداء في كل من الفيلمين بمساعدة برنامج تحليل ويندو الآلي الفوري بمعمل الميكانيكا الحيوية بكلية التربية الرياضية ببورفؤاد – ببورسعيد ، جامعة قناة السويس . اشتملت هذه الكادرات على أوضاع جسم اللاعب عند (أ) ترك عارضة العقلة، (ب) المد الزائد لجسم اللاعب ، (جـ) أقصى ارتفاع CG خلال الطيران ، (د) الهبوط على مرتبة الهبوط .

اعتبر زمن الطيران هو الزمن الذي استغرق بين أول كادر ظهر فيه اللاعب في حالة كسر الاتصال مع عارضة العقلة والكادر الأول الذي يظهر فيه اللاعب متصلاً بمرتبة الهبوط.

كما اعتبر جسم اللاعب مكون من ١٤ وصلة صلبة وفق نموذج الأجزاء لجسم الإنسان الموضحة عن Clauser, McConville and Young (١٩٦٩م) (٢) واستخدم CG في كل كادر من الكادرات المسجلة. وحسبت كل من السرعة في اتجاه كلا المركبتين الأفقية (Vx) والرأسية (Vy) عند لحظة الانطلاق من عارضة العقلة بتطبيق المعادلة التالية :

$$Vx = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \qquad (1)$$

$$Vy = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1} \qquad (2)$$

وحسبت كمية الحركة الزاوية حول المحور الأفقي المار بمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران باستخدام الطريقة الموضحة عن **Hay, Wilson, Dapena, & Woodworth** (١٩٧٧م) (٦) وبيانات عزم القصور الذاتي الجزئية عن **Whitest** (١٩٦٣م) (١٢) باستخدام المعادلة التالية :

$$\overline{H} = \Sigma (I_{T1}\, wi + m_1\, r_1^{\,2}\, w^*) \qquad (3)$$

وحددت المسافة الزاوية التي من خلالها يدور لاعب الجمباز حول المحور الأفقي المار بمركز ثقل كتلة جسمه خلال الطيران باستخدام المعادلة التالية :

$$\theta = (\overline{H} / \bar{I})\, t \qquad (4)$$

حيث $\overline{H}$ = كمية الحركة الزاوية، $\bar{I}$ = متوسط عزم القصور الذاتي للاعب الجمباز حول نفس المحور، t = الزمن ، θ = المسافة الزاوية .

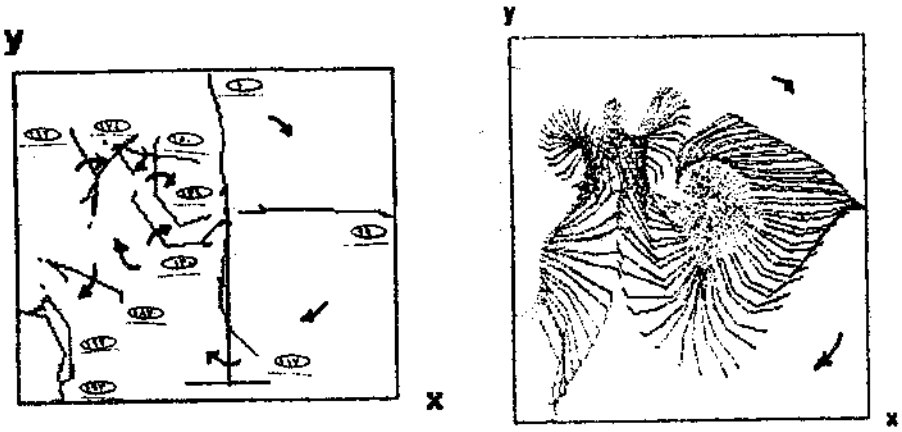
التحليل الإحصائي Statistical analysis

تم استخدام حزمة البرنامج الإحصائي للعلوم الاجتماعية **SPSS** في التحليل الإحصائي للبيانات الأساسية المستخرجة من التحليل الديناميكي الكمي باستخدام كل من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ، مصفوفة الارتباط البسيط لسبيرمان ، والتحليل المنطقي للانحدار بتحديد نسبة مساهمة المتغيرات الديناميكية في درجة مستوى أداء المهارة قيد البحث .

النتائج والمناقشة : The Results and Discussion

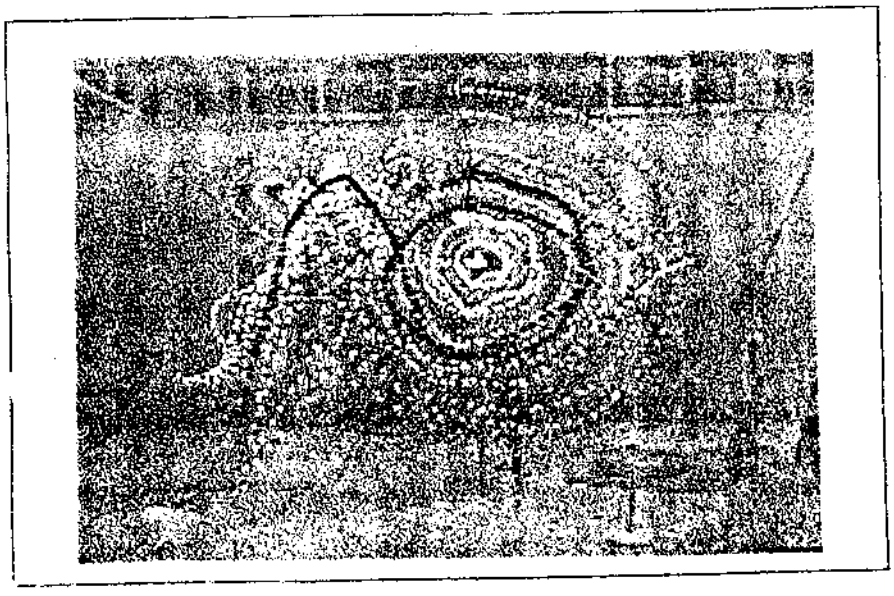
أولاً : وصف مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة

بملاحظة الصور المتتابعة شكل (٢)، ومسار CG شكل (٣) أتضح أن اللاعب بدأ مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة عقب أداء الدائرة الخلفية العظمى $\frac{3}{4}$ ١ دورة حيث انطلق من عارضة العقلة عندما وصل CG عند الزاوية (٣١٢°) عند الصورة (١٣٥) خلال المرجحة لأعلى خلال الدورة الأمامية العظمى الثانية ومد مفصلي الفخذين مداً زائداً ومد مفصلي الركبتين مداً كاملاً ، وغلق زاوية الكتفين كاملاً ووضع الساعدين على الصدر حيث يتحرك CG حركة انتقالية في مساره لأعلى وللأمام مع استمرار الدوران للخلف والجسم في وضع المد الزائد للفخذين لإتمام الدورتين الخلفيتين المستقيمتين وفى الثلث النهائي من الدورة الخلفية المستقيمة الثانية يمد اللاعب الذراعين جانباً وينتقل الفخذين من حالة المد الزائد إلى المد حيث يزيد عزم قصوره الذاتي للجسم وتقل سرعته الزاوية ويصبح في وضع يسمح له بالهبوط الراسخ على مرتبة الهبوط عند الصورة (١٩٠) وبذلك يتحقق هدف المهارة قيد البحث ويتفق ذلك مع نتائج David, Maurice & Sung (١٩٩٠م) (٣).



شكل (٢)

الصور المتتابعة لمراحل أداء مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة
المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة في المحاولة (٤) للاعب (٢)



شكل (٣)

مسار CG خلال أداء مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة
المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة في المحاولة (٤) للاعب (٢)

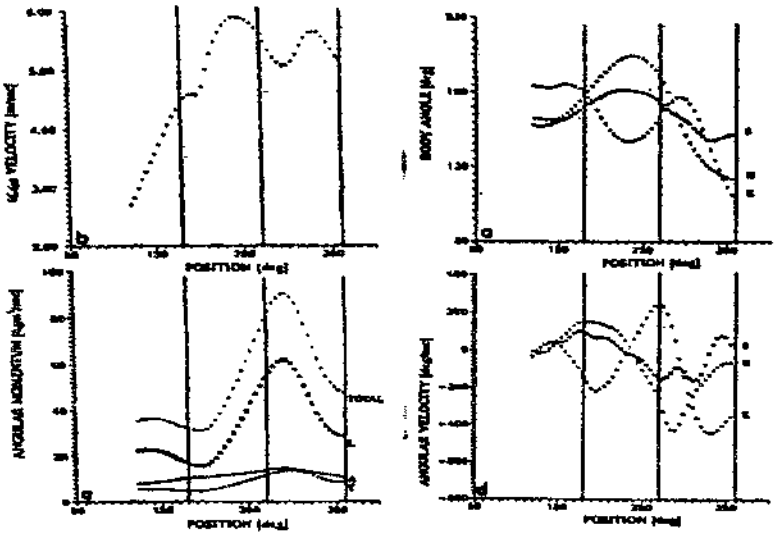
ثانياً : الإعداد للانطلاق من عارضة العقلة :

تؤدى الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة مسبوقة بالمرجحة الأمامية العظمى كمرحلة إعدادية للحصول على الكميات اللازمة لكل من الحركتين الخطية والدورانية . ويوضح الشكل (٤) أن كمية الحركة الزاوية الكلية وصلت الى الحد الأقل من الأقصى لها قبل قاع المرجحة العظمى . والقيم القصوى لكمية الحركة الزاوية العضوية اوضحت انتقال كمية الحركة الزاوية بين الأجزاء خلال مراحل أداء الدورة العظمى الأماميه حيث ظهرت أول قمة للجذع عند زاوية موضع CG مقدارها (٢٤٠°) تقريباً. كما وصلت أيضاً الذراعين لأقصى قمة لها عند هذه المرحلة. وهذا الحد الأقصى مطابق للمد الزائد للفخذين والكتفين خلال المرجحة لأسفل، وكانت أكبر سرعة لمركز ثقل كتلة الجسم عند زاوية (٢٤٠°) ، بينما كانت كمية الحركة الزاوية الكلية عند هذه اللحظة حوالي ٦٠% من الحد الأقصى المطلق.

تشير مقارنة الشكلين (b٤، c٤) إلى أنه عند نقطة الحد الأقصى للمد الزائد لمفصلي الفخذين ومد مفصلي الركبتين والكتفين ، تسارعت سرعة CG الكلية بحدة . وأظهرت هذه الحركة للفخذين دوراً هاماً في قاعدة المرجحة العظمى التمهيدية. زادت كمية الحركة الزاوية للرجلين والجسم كله تبعاً لكمية الحركة الزاوية للجذع. وقد لوحظ تزامن أدنى كمية حركة زاوية للجذع مع الحد الأقصى لكمية الحركة الزاوية للرجلين وكمية الحركة الزاوية الكلية للجسم.

والجدير بالذكر أن سرعة مد الفخذين الزائدة القصوى متطابقة تماماً مع كمية الحركة الزاوية القصوى . وتتفق هذه النتائج مع نتائج David Maurice & Sung (١٩٩٠م) (٣) والتي تشير إلى أنه لكي تؤدى النهايات بطريقة فنية صحيحة ، سوف يتمكن جميع لاعبي الجمباز من الاستفادة من قيم كمية الحركة الزاوية . وعند أذن سيعرضون استقامة وضع الجسم في الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على العقلة . كما أشار إظهار ثنى الركبتين بزاوية (١٥°) قبل مد الفخذين إلى أقصى سرعة لمد الركبتين عند الوضع الزاوي لمركز ثقل كتلة الجسم (٢٧٠°) . بالرغم من وضوح إقلال سرعات ثنى الفخذين والكتفين عند الزاوية (٢٨٠°) ، إلا أن كلا المفصلين استمرا في إنتاج الثني مع إقلال في انتقال عزم القصور الذاتي ،

دعمست هذه الحركة باستناف لئى الركبتين ، عدم الزيادة في السرعة الزاوية للاعب الجمباز وإقلال عزم القصور الذاتي عند زاوية (٣٣٠°) ، متطابقة مع إقلال كمية الحركة الزاوية.



شكل (٤)

متوسط البيانات البيوديناميكية المؤثرة على CG خلال المرحلة التمهيدية لأداء الدورتين الهوائيتين الخلفيتين المستقيمتين كنهاية على جهاز العقلة حيث Total= الجسم كله، L= الرجلين، T= الجذع ، S = الكتفين ، A= الذراعين ، H = الفخذين ، K= الركبتين .

جدول (٢)

المقادير الكمية للمتغيرات البيوديناميكية المحددة لمسار CG والمسافة الزاوية في الطيران المؤثرة في أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة

م	رقم المحاولة	مرحلة الانطلاق							
		٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
		$^{V}CGX.R$ m/sec	$^{V}CGY.R$ m/sec	$^{H}CG.R$ (m)	$^{R}CG.R$ (0)	$^{R}TOT.R$ (kgm^2/sec)	$^{H}LEG.R$ (kgm^2/sec)	$^{H}TRU.R$ (kgm^2/sec)	$^{H}ARM.R$ (kgm^2/sec)
١	١	-,٩٨	٢,١٠	٢,٥١	٣٢١	٤٨,٩	٣١,٦	٩,٣٠	٨,٣٠
٢	٢	-,٩٨	٣,٩	٢,٥٧	٣٢١	٥٠,٢	٣٢,٣٠	٩,٥٤	٨,٤١٠
٣	٣	-,٩٧	٣,٧	٢,٥٨	٣٢٠	٥١,٣	٣٣,٣٠	٩,٧٥	٨,٧٢٠
٤	٤	-,٩٧	٣,٤٠	٢,٥٠	٣٢٥	٥٢,٤	٣٣,١	٩,٨٨	٨,٩١٠
٥	٥	-,٩٥	٣,١٥	٢,٥٧	٣٢٤	٥٥,٨	٣٦,٢٧	١٠,٦٠	٩,٤٩٠
٦	٦	١,٠	٢,٩٦	٢,٥٨	٣٢١	٥٧,٩٠	٣٧,٦٦	١١,٠٠	٩,٨٤٠
المتوسط الحسابي		٠,٧٧٥	٣,١٣٥	٢,٥٥١٧	٣٢٢	٥٢,٧٥	٣٤,٠١٣٣	٩,٦٦٧٧	٨,٩٦٦٧
الانحراف المعياري (+-)		٠,١٦٦ ٩	٠,٢٣٠٩	٠,٠٣٧	٢,٠٠٠	٣,٤٤٦	٢,٣٧٨٠	٠,٧١٨٧	٠,٠٥٨٧٧
الحد الأدنى		-,٩٥	٣,١٠	٢,٥٠	٣٢٠	٤٨,٩	٣١,٦٠	٩,٠٣	٨,٣٠
الحد الأقصى		١,٠	٣,٩٦	٢,٥٨	٣٢٥	٥٧,٩	٣٧,٦٦	١١,٠٠	٩,٨٤

تابع جدول (٢)

م	رقم المحاولة	مرحلة الطيران									
		١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
		^{F}L.T. sec	^{H}CG. (m)	^{Sh}AngL1 (0)	$^{T.H}$AngL1 (0)	^{Ka}AngL1 (0)	^{Sh}AngL2 (0)	$^{T.H}$AngL2 (0)	^{Ka}AngL2 (0)	^{Sh}AngL3 (0)	$^{T.H}$AngL3 (0)	^{Ka}AngL3 (0)
١	١	١,٣٠	٣,٧٠	٦,٠	١٩٠	١٨٠	٤٠	١٨١	١٨٠	٩٠	١٧٣	١٨٠
٢	٢	١,٣٥	٣,٥٠	٤,٢	١٩٣	١٧٩	٦٠	١٨٦	١٧٩	٩٢	١٧٥	١٧٩
٣	٣	١,٣٢	٣,٦٠	٥,٣	١٩٥	١٧٧	٧٠	١٨٧	١٧٨	٩٦	١٧٨	١٨٧
٤	٤	١,٣٦	٣,٤٠	٦,٥	١٩٦	١٧٦	٧٥	١٨٠	١٨٠	٩٥	١٧٠	١٨٠
٥	٥	١,٣٢	٣,٦٠	٧,٠	١٩٥	١٨٠	٨٠	١٨٠	١٨٠	٨٨	١٧٦	١٨٠
٦	٦	١,٣٥	٣,٥٠	٦,٤	١٩٦	١٨٠	٨٢	١٧٩	١٨١	٨٧	١٧٥	١٧٩
المتوسط الحسابي		١,٣٣٥٠	٣,٥٥	٥,٩٠	١٩٣,٧٠	١٧٨,٧٠	٦٧,٨٣	١٨٢,٧٠	١٧٩,٧	٩١,٣٣	١٧٤,٣٣	١٨٠,٨٣٠
الانحراف المعياري		٠,٠٢٣٠	٠,١٠٤٨	١,٠٠٨	٢,٤٢٠٠	٤,٧٠٠٠	١٥,٧٥	٣,١٥	١,٣٠	٣,٦٧	٢,٨٨	٣,٠٦
الحد الأدنى		١,٣٠	٣,٤٠	٤,٢٠	١٩٠	١٧٦	٤٠,٠٠	١٧٩	١٧٨	٨٧	١٧٠	١٧٩
الحد الأقصى		١,٣٦	٣,٧٠	٧,٠٠	١٩٦	١٨٠	٨٢,٠٠	١٨٧	١٨١	٩٦	١٧٨	١٨٧

تابع جدول (٢)

م	رقم المحاولة	مرحلة الطيران								درجة مستوى الأداء
		٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	
		^{H}CG.TD (m)	^{Sh}AngL.TD4 (0)	THAngL.TD4 (0)	^{Ka}AngL.TD4 (0)	^{V}CGTDX (msec)	^{V}CGTDY (msec)	^{F}CGTDX (N)	^{F}CGTDY (N)	^{T}CGX (msec)	^{T}CGY (msec)	
١	١	١,١٢	١٥٠	١٢٢	٨٩	٠,٧	٤,٠	٢٥٠	١٠٣٥	صفر	صفر	٩,٤
٢	٢	١,١٥	١٤٨	١٢٥	٩٠	٠,٨٠	٤,٦	٢٧٠	١٠٤٠	صفر	صفر	٩,٦
٣	٣	١,١٥	١٤٩	١٦٧	٩٣	١,٠	٤,٩	٢٩٠	١٠٤٥	صفر	صفر	٩,٥
٤	٤	١,١٤	١٨١	١٢٣	٨٩	٠,٩٤	٤,٣	٣٥٠	١٠٦٠	صفر	صفر	٩,٨
٥	٥	١,١٢	١٨٠	١٢٣	٨٨	٠,٩	٤,٥	٣٤٥	١٠٨٠	صفر	صفر	٩,٧
٦	٦	١,١٠	١٧٥	١٢٤	٨٨	٠,٩٨	٤,٤	٣٤٠	١٠٩٠	صفر	صفر	٩,٨
المتوسط الحسابي		١,١٣٠	١٦٣,٨٣	١٣٠,٨٣	٨٩,٣٣	٠,٨٨٧	٤,٥٣	٣٠٧,٥	١٠٥٥,٨٠	صفر	صفر	٩,٦٣
الانحراف المعياري		٠,٠٢٠	١٦,٣٨٨	١٧,٧٤	١,٥١٠	٠,١١٦	٠,٢٠٧	٤٣,١٠٠	٢٦,١٦٠	صفر	صفر	٠,١٦٣٠
الحد الأدنى		١,١٠٠	١٤٨,٠٠	١٣٢,٠	٨٨,٠٠	٠,٧٠	٤,٣٠	٢٥٠	١٠٢٠	صفر	صفر	٩,٤٠
الحد الأقصى		١,١٥	١٨١	١٦٧,٠	٩٢,٠٠	١,٠٠٠	٤,٩٠	٣٥٠	١٠٩٠	صفر	صفر	٩,٨٠

ثالثاً : مرحلة الانطلاق : Release phase

أظهـرت نـتائج التحلـيل الإحصائي الوصفي للعوامل البيوديناميكية المحددة لمسار CG والمسـافة لحظة الانطلاق المؤثرة في أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهـاز العقلـة جـدول (٢) أن خلال مرحلة الانطلاق كانت قيم كل من المتوسط الحسابي والانحـراف المعياري والحدين الأدنى والأقصى لكل من سرعة CG الأفقية ، الرأسية ، سرعة CG الرأسـية وارتفاع CG ، وزاوية CG وكمية الحركة الزاوية الكلية للجسم، وكمية الحـركة الـزاوية للـرجلين ، وكمية الحركة الزاوية للجذع والرأس ، و كمية الحركة الزاوية

للذراعين وجميعها عند لحظة الانطلاق و كانت على التوالي (٠,٧٧٥م/ث +ـ ٠,١٦٦٩) ، (٠,٦٥م/ث) ، (١,٠م/ث) ، (٣,٦٣٥م/ث +ـ ٠,٣٢٠٩) ، (٣,١٠م/ث) ، (٣,٩٦ م/ث) ، (٢,٥٥١٧م/ث +ـ ٠,٠٣٧٠) ، (٢,٥م/ث) ، (٢,٥٨) ، (٢٧٤ +ـ ١١٨,٥٦٨) ، (٣٢٠) ، (٣٢٥) . ويلاحظ من خلال متوسطي كل من سرعةCG في اتجاه المركبة الرأسية ، واتجاه المركبة الأفقية تفوق المركبة الرأسية على المركبة الأفقية وكبر متوسط زاوية CGلحظة الانطلاق وارتفاع CGلحظة الانطلاق مما يشير إلى أن المحاولات قيد البحث قد حققت العوامل الهامة خلال لحظة الانطلاق والتي تؤدي إلى تحقيق منحنى طيران مناسب لتمكن اللاعب من السيطرة على جسمه خلال أداء الدورتين الخلفيتين المستقيمتين في الهواء وتتفق هذه النتائج مع نتائج كل من David, Maurice, Yeadon & Sung (١٩٩٠م) (٣)، Geatrt,et al (١٩٩٤م) (٥) والذين أشاروا إلى أن نجاح الدورات الهوائية المتعددة كنهايات على جهاز العقلة يتوقف على تفوق سرعة CGالرأسية لحظة الانتقال على مثيلتها الأفقية .

كما لوحظ في الجدول (٢) أن هناك تقارب بين المحاولات الثانية والثالثة والرابعة في قيم سرعة مركز ثقل كتلة للجسم في اتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق وكانت (٣,٦م/ث) ، (٣,٧م/ث) ، (٣,٥م/ث) على التوالي كما لوحظ وجود تقارب بين قيم سرعة مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق في كل من المحاولتين (٥،٦) حيث كانت (٣,٩٥م/ث) ، (٣,٩٦م/ث) وعدم وجود تقارب بين سرعة مركز ثقل كتلة الجسم في اتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق في محاولة (١) وباقي المحاولات ، ويمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقاربهم في السرعة الرأسية لمركز ثقل كتلة الجسم لحظة الانطلاق إلى المستويات التالية :

المستوى الأول : ويتميز بكبر سرعة CGفي اتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق وتمثله كل من المحاولتين (٥،٦) .

المستوى الثاني : ويتميز بسرعة CGفي اتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق وتنحصر ما بين (٣,٥م/ث ، ٣,٧م/ث) وتمثله كل من المحاولات (٢،٣،٤) .

المستوى الثالث : ويتصف بصغر سرعة CGفي اتجاه المركبة الرأسية لحظة الانطلاق وتمثله المحاولة (١) بمقدار (٣,١٠م/ث) .

لوحظ وجود تقارب بين زاوية CG لحظة الانطلاق في كل من المحاولات (١،٢،٣،٦) حيث كانت على التوالي هي (٣٢١° ،٣٢١° ،٣٢٠° ، ٣٢١°)كما وجد تقارب أيضاً في زاوية CGلحظة الانطلاق بين المحاولتين (٤،٥) حيث كان قيمة كل منهما على التوالي (٣٢٥° ، ٣٢٤°) وبناء على ذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقارب زاوية CGلحظة الانطلاق إلى المستويين التاليين :

المستوى الأول : ويتميز بكبر زاوية CG لحظة الانطلاق وتمثله كل من المحاولتين(٤،٥) وتنحصر زاوية CG لحظة الانطلاق ما بين (٣٢٤° ، ٣٢٥°) .

المستوى الثاني : ويتصف بزاوية CG لحظة الانطلاق وتنحصر ما بين (٣٢٠° ، ٣٢١°) وتمثله المحاولات (١،٢،٣،٦) .

كما لوحظ وجود تقارب بين المحاولات (٢،٣،٥،٦) في ارتفاع CG لحظة الانطلاق حيث كانت قيمة كل منهما على التوالي هي (٢,٥٧متر ، ٢,٥٨متر ، ٢,٥٧متر ، (٢,٥٨متر) ، ووجود تقارب بين المحاولتين (١،٤) في ارتفاع CG لحظة الانطلاق حيث كانت قيمة كل منهما على التوالي (٢,٥١متر ، ٢,٥٠متر) وبناء على ذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث إلى المستويين وفق ارتفاع CG لحظة الانطلاق كما يلي :

المستوى الأول : ويتميز بارتفاع CG لحظة الانطلاق وتمثله كل من المحاولات (٢،٣،٥،٦) وتنحصر قيمة ارتفاعاته ما بين (٢,٥٧متر ، ٢,٥٨متر) عن الأرض .

المستوى الثاني : ويتميز بارتفاع CG لحظة الانطلاق وتنحصر قيمته ما بين (٢,٥٠متر، ٢,٥١متر) عن الأرض وتمثله كلا المحاولتين (١،٤) .

كما لوحظ وجود تقارب في كمية الحركة الزاوية الكلية خلال لحظة الانطلاق بين كل من المحاولات (٢،٣،٤) حيث كانت قيمة كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق لكل منهم على التوالي هي (٥٠,٢كجم.م^{٢}/ث ، ٥١,٣كجم.م^{٢}/ث ، ٥٢,٤

كجم.م^{٢}/ث) ، وجود تقارب بين المحاولتين (٦،٥) في كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق حيث كانت قيمة كل منهما على التوالي (٥٥,٨كجم.م^{٢}/ث ، ٥٧,٩٠كجم.م^{٢}/ث). وعدم وجود تقارب بين المحاولة (١) وباقي المحاولات قيد الدراسة في كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق حيث كانت قيمتها (٤٨,٩٠كجم.م^{٢}/ث) وبناء على ذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد الدراسة وفق تقاربها وعدم تقاربها إلى ثلاث مستويات التالية :

المستوى الأول : ويتميز بكبر كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق وتمثله المحاولتين (٦،٥) بقيمة تنحصر ما بين (٥٥,٨كجم.م^{٢}/ث ، ٥٧,٩٠كجم.م^{٢}/ث) .

المستوى الثاني : ويتصف بقيمة كمية حركة زاوية كلية تنحصر ما بين (٥٠,٢ كجم.م^{٢}/ث ، ٥٢,٤٠كجم.م^{٢}/ث). وتمثله المحاولات (٤،٣،٢) .

المستوى الثالث : ويتصف بصغر كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق نسبياً وتمثله المحاولة (١) بقيمة (٤٨,٩ كجم.م^{٢}/ث) .

كما وجود تقارب في كمية الحركة الزاوية للرجلين لحظة الانطلاق ما بين المحاولات (٤،٣،٢،١) حيث كانت قيم كل منها على التوالي هي (٣١,٦كجم.م^{٢}/ث ، ٣٢,٣كجم.م^{٢}/ث ، ٣٣,٣٥كجم.م^{٢}/ث ، ٣٣,١كجم.م^{٢}/ث) ، وجود تقارب بين المحاولتين (٦،٥) في كمية الحركة الزاوية للرجلين لحظة الانطلاق حيث كان قيم كل منهما على التوالي (٣٦,٢٧كجم.م^{٢}/ث ، ٣٧,٦٤كجم.م^{٢}/ث). وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق كمية الحركة الزاوية للرجلين إلى مستويين التالية :

المستوى الأول : ويتميز بكبر كمية الحركة الزاوية الرجلين لحظة الانطلاق وتمثله المحاولتين (٦،٥) بقيم تنحصر كل منهما ما بين (٣٦,٢٧كجم.م^{٢}/ث ، ٣٧,٦٤كجم.م^{٢}/ث)٠

المستوى الثاني : ويتصف بكمية الحركة الزاوية الرجلين لحظة الانطلاق تنحصر ما بين (٣١,٦كجم.م^{٢}/ث ، ٣٣,١كجم.م^{٢}/ث) وتمثله كل من المحاولات (٤،٣،٢،١) .

وجد تقارب في كمية الحركة الزاوية للجذع مع الرأس في كل من المحاولات (٤،٣،٢،١) حيث كانت قيمة كل منها على التوالي هي (٩,٣كجم.م^{٢}/ث ، ٩,٥٤ كجم.م^{٢}/ث ، ٩,٧٥كجم.م^{٢}/ث ، ٩,٨٨كجم.م^{٢}/ث) ، ووجد تقارب أيضاً ما بين

المحاولتين (٦،٥) في كمية الحركة الزاوية للجذع مع الرأس حيث كانت قيمة في كل منهما على التوالي هي (١٠,٦كجم.م٢/ث ، ١١,٠٠كجم.م٢/ث). وعلى ذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفقاً لكمية الحركة الزاوية للجذع مع الرأس إلى ما يلي :

المستوى الأول : ويتميز بكمية الحركة الزاوية للجذع مع الرأس تنحصر ما بين (١٠,٦كجم.م٢/ث ، ١١,٠٠كجم.م٢/ث) وتمثله المحاولتين(٦،٥) .

المستوى الثاني : ويتصف بكمية الحركة الزاوية للجذع مع الرأس تنحصر ما بين (٩,٠٣ كجم/ ث ، ٩,٥٤ كجم/ث ، ٩,٧٥كجم/ث ، ٩,٨٨كجم/ث) ، وتمثله كل من المحاولات (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤) .

وجد تقارب في كمية الحركة الزاوية للذراعين بين كل من المحاولات (١،٢،٣،٤) حيث كانت قيمة كل منها على التوالي هي (٨,٣كجم.م٢/ث ، ٨,٥٤كجم.م٢/ث ، ٨,٧٢كجم.م٢/ث ، ٨,٩١كجم.م٢/ث) ، ووجد تقارب أيضاً في كمية الحركة الزاوية للذراعين بين المحاولتين (٦،٥) حيث كان قيمة كل منهما على التوالي هي (٩,٤٩كجم.م٢/ث ، ٩,٨٤كجم.م٢/ث).

وعلى ذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق للاتفاق في كمية الحركة الزاوية للذراعين إلى المستويات التالية :

المستوى الأول : ويتميز بقيمة كمية حركة زاوية الذراعين المحصرت ما بين (٨,٣كجم.م٢/ث ، ٨,٩١كجم.م٢/ث) وتمثله كل من المحاولات (١،٢،٣،٤) .

المستوى الثاني : ويتصف بقيمة كمية حركة زاوية الذراعين المحصرت ما بين (٩,٤٩كجم.م٢/ث ، ٩,٨٤كجم.م٢/ث) وتمثله المحاولتين (٦،٥) .

رابعاً : مرحلة الطيران : **The flight phase**

تشير نتائج التحليل الإحصائي الوصفي للعوامل الديناميكية المؤثرة في أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة خلال مرحلة الطيران المختارة شكل (١) وجدول (٢) إلى ما يلي :

١ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ، الحدين الأدنى والأقصى لكل من زمن الطيران ، أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران ، شكل الجسم خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى مقاساً بكل من أقصى غلق للكتفين ، أقصى مد زائد للفخذين ، أقصى مد للركبتين ، خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية مقاساً بكل من غلق الكتفين ، أقصى مد زائد للفخذين ، أقصى مد للركبتين ، أقصى مد للكتفين في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، أقصى مد للفخذين في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، أقصى مد للركبتين في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، مقاديرها على التوالي هي (١,٣٣ثانية +_٠,٠٢٣) ، (١,٣ثانية) ، (١,٣٦ثانية) ، (٣,٥٥متر+_٠,١٠٤٩) ، (٢,٤متر) ، (٢,٥٠متر) ، (٩,٥°+_١,٠٠٨) ، (٤,٢°) ، (٧,٠٠°) ، (١٩٣,٧°+_٢,٤٢) ، (١٩٠°) ، (١٩٦°) ، (١٧٨,٧°+_١,٧٥) ، (١٧٦°) ، (١٨٠°) ، (٦٧,٨٣°+-١٥ ٧٥ ٤٠,٠٠°) ، (٨٢,٠°) ، (١٨٢,٧°+-٣,٤٥) ، (١٧٩°) ، (١٨٧°) ، (١٧٩,٧+_١,٠٣) ، (١٧٨°) ، (١٨١°) ، (٩١,٣٣°+_٣,٦٧) ، (٨٧°) ، (٩٦°) ، (١٧٤,٣٣°+_٢,٨٨) ، (١٧٠°) ، (١٧٨°) ، (١٨٠,٠٣°+_٣,٠٦) ، (١٧٩°) ، (١٨٧°) .ويفسر سحت هذه النتائج بأنه قد تم استغلال الاستفادة من تحقيق زمن الطيران الطويل نسبياً وارتفاع مناسب لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران ، وغلق الكتفين ووضع الساعدين على الصدر ، والمد الزائد للفخذين ومد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى واستمرار ذلك إلى أن يصل الجسم عند الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية حيث تم قصر الكتفين ومد الذراعين جانباً ووصول الفخذين والركبتين للمد استكمالاً لاستغلال العلاقة العكسية بين السرعة الزاوية لأجزاء الجسم حول المحور الأفقي المار بمركز ثقله وعزم القصور الذاتي لها حول نفس المحور عند ثبات كمية الحركة الزاوية الكلية خلال الطيران . وتتفق هذه النتائج مع نتائج David,Maurice,&Sung(١٩٩٠م) (٣) و التي تشير إلى أن متوسط كل من زمن الطيران (١,٢٦ثانية) ، وارتفاع CG خلال الطيران (٣,٦٣متر) وأقل مد للفخذين (١٢٠,٥°) .

كما نوحظ في الجدول (٢) خلال مرحلة الطيران وجود ما يلي :

١) تقارب زمن الطيران بين المحاولات (١،٣،٥) حيث كانت قيمة كل منها (١,٣٠ثانية، ١,٣٢ثانية،١,٣٢ثانية) على التوالي .

٢) تقـــارب في زمـــن الطيران بين المحاولات (٢،٤،٦) حيث كانت قيمة كل منها على التوالي هي (١,٣٥ثانية،١,٣٦ثانية،١,٣٥ثانية) . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقاربها في زمن الطيران إلى المستويين التاليين :

المســـتوى الأول : ويتمـــيز بكبر زمن الطيران نسبياً وتنحصر ما بين (١,٣٥ثانية ، ١,٣٦ثانية) وتمثله المحاولات (٢،٤،٦) .

المستوى الثاني : ويتصف بزمن طيران انحصر ما بين (١,٣٠ثانية،١,٣٢ثانية،) وتمثله المحاولات (١،٣،٥) .

٣) تقارب في أقصى ارتفاع وصل إليه CG بين المحاولات (٢،٤،٦) حيث كانت كل منها على التوالي هي (٢,٥٠متر،٢,٤٠متر،٢,٥٠متر) .

٤) تقارب في أقصى ارتفاع وصل إليه CG بين المحاولات (١،٣،٥) حيث كانت كل منها على التوالي هي (٢,٧٠متر،٢,٦٠متر،٢,٦٠متر) .وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقاربها في أقصى ارتفاع وصل إليه CGخلال الطيران إلى المستويين التاليين :

المستوى الأول : تتميز بكبر أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران وتمثله المحاولات (١،٣،٥) والمحصر ما بين (٢,٦٠متر،٢,٧٠متر) .

المستوى الثاني : يتصف بأقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران المحصر ما بين (٢.٤٠متر،٢,٥٠متر) .وتمثله المحاولات (٢ ، ٤ ، ٦) .

٥) تقارب في غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى بين المحاولات (١ ، ٤،٦) حيث كانت قيمة كل منها على التوالي (٦,٠°)،(٦,٥°)،(٦,٤°) ،وعدم وجود تقارب بين المحاولة (٢) وكل من المحاولات قيد الدراسة ، عدم وجود تقارب بين المحاولة (٥) وباقي المحاولات قيد الدراسة . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقاربها أو عدم تقاربها إلى المستويات التالية :

المستوى الأول : تميز بغلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وتمثله المحاولة (٢) وكانت قمة زاوية الكتفين (٧,٠°) .

المستوى الثاني :يتصف بغلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وتمثله المحاولات (٦،٤،١) و قيمة الغلق في كل منها (٦,٠ْ ،٥,٣ْ ،٦,٥ْ) على التوالي .

٦) تقارب المد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى بين المحاولات (٦،٥،٤،٣) حيث كانت قيمة كل منها على التوالي (١٩٥ْ)،(١٩٦ْ)، (١٩٥ْ) (١٩٦ْ) ، ووجـــود تقارب بين المحاولتين (٢،١) حيث بلغت كل منهما على التوالي (١٩٠ْ،١٩٣ْ) . وعلى ذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقاربها في المد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى إلى المستويين التاليين :

المستوى الأول : وتميز بكبر المد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وتمثله المحاولات (٣،٤،٥،٦) وانحصرت قيمة ما بين (١٩٥ْ،١٩٦ْ) .

المستوى الثاني:ويتصف بالمد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وتمثله المحاولتين (١،٢) وانحصرت قيمة ما بين (١٩٠ْ،١٩٣ْ)

٧) تطابق في مد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى بين المحاولات (١،٥،٦) حيث كان كل منها (١٨٠ْ) . ووجود تقارب في مد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى بين المحاولات (٢،٣،٤) حيث كانت قيمة كل منها (١٧٩ْ،١٧٧ْ،١٧٦ْ) عـــلى التوالي . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد البحث وفق تقاربهـــا في مـــد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى إلى المستويين التاليين :

المستوى الأول : تميز بتمام مد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وتمثله كل من المحاولات (١،٥،٦) .

المســـتوى الـــثاني ويتصف بمد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وانحصرت قيمة ما بين (١٧٦ْ،١٧٩ْ) على التوالي وتمثله المحاولات (٣،٤،٢).

٨) تقارب في غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بين المحاولتين (٥،٦) حيـــث بلغت قيمة غلق كل منهما(٨٠ْ) ، (٨٢ْ) على التوالي . وتقارب بين المحاولتين (٣،٤) ، حيث بلغت قيمة غلق كل منهما(٧٠ْ) ، (٧٥ْ) على التوالي ، وعدم وجود تقارب بين المحاولة الأولى وباقي المحاولات حيث كان قيمة غلق الكتفين فيها (٤٠ْ) ، وعدم وجود تقارب بين المحاولة الثانية وباقي المحاولات قيد الدراسة حيث كان

قيمة غلق الكتفين فيها(٦٠°) . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد الدراسة وفق تقاربها أو عدم تقاربها في غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية إلى ثلاث مستويات كما يلي :

المستوى الأول : : تميز بغلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيمة انحصرت ما بين(٨٠°) ، (٨٢°) على التوالي وتمثله المحاولتين (٦،٥) .

المستوى الثاني:يتصف بغلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيمة انحصرت ما بين(٧٠°) ، (٧٥°) على التوالي وتمثله المحاولتين (٣،٤) .

المستوى الثالث : : يتصف بغلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيمة (٦٠°) وتمثله المحاولة الثانية.

المستوى الثالث : : يتصف بغلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيمة (٤٠°) وتمثله المحاولة الأولى .

٩) تقارب المد الزائد للفخذيين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بين المحاولات(١،٤،٥،٦) حيث كانت قيمة كل منها (١٧٩°)،(١٨٠°)،(١٨٠°) (١٨١°) على التوالي ، ووجود تقارب بين المحاولتين (٢،٣) حيث كانت قيمة (١٨٦°،١٨٧°) على التوالي. وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد الدراسة وفق تقاربهم في المد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى إلى المستويين التاليين :

المستوى الأول : تميز بالمد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية المحاولات(١،٤،٥،٦) على التوالي وانحصرت قيمة ما بين (١٧٩°) ، (١٨١°).

المستوى الثاني:ويتصف بالمد الزائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية وتمثله المحاولتين (٢،٣) وانحصرت قيمة ما بين (١٨٦°،١٨٧°) .

١٠) تقارب في مد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بين المحاولات (١،٤،٥،٦) حيث بلغت قيمتها (١٨٠°) ، (١٨٠°) ،(١٨٠°) ، (١٨١°) على التوالي . وبين المحاولتين (٢،٣) حيث بلغت قيمة كل منهما (١٧٩°،١٧٨°) على التوالي . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد الدراسة وفق تقاربها في مد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية إلى المستويين التاليين :

المستوى الأول : يتميز بمد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيمة (١٨٠°) ، (١٨١°) وتمثله كل من المحاولات (١،٤،٥،٦) .

المستوى الثاني: يتصف بمد الركبتين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية وانحصرت قيمة ما بين (١٧٩°،١٧٨°) على التوالي وتمثله المحاولات (٢،٣) .

١١) تقارب في أقصى مد الكتفين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بين المحاولتين (٣،٤) حيث بلغت قيمة كل منها (٩٦°،٩٥°) على التوالي . وبين المحاولتين (١،٢) حيث بلغت قيمة كل منها (٩٠°،٩٢°) على التوالي . وبين المحاولتين (٥،٦) حيث بلغت قيمة كل منها (٨٨°،٨٧°) على التوالي . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد الدراسة وفق أقصى مد للكتفين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية إلى ثلاث مستويات كما يلي :

المستوى الأول : تميز أقصى مد الكتفين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيم انحصرت ما بين (٩٦°،٩٥°) وتمثله المحاولتين (٣،٤) .

المستوى الثاني:يتصف بأقصى مد الكتفين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيم انحصرت ما بين (٩٠°،٩٢°) وتمثله المحاولتين (١،٢) .

المستوى الثالث :يتصف بأقصى مد الكتفين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيم انحصرت ما بين (٨٨°،٨٧°) وتمثله المحاولتين (٥،٦) .

١٢) تقارب أقصى مد للفخذين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بين المحاولات (٢،٣،٥،٦) حيث بلغت قيمة كل منها (١٧٥°،١٧٨°، ١٧٦°،١٧٥°) على التوالي . وبين المحاولتين (١،٤) حيث بلغت قيمة كل منهما (١٧٢°، ١٧٠°) على التوالي . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قيد الدراسة وفق أقصى مد للفخذين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية إلى مستويين كما يلي :

المستوى الأول : تميز بأقصى مد للفخذين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيم انحصرت ما بين (١٧٥°،١٧٨°)وتمثله المحاولتين (٢،٣،٥،٦) .

المستوى الثاني: يتصف بأقصى مد للفخذين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيم انحصرت ما بين (١٧٢°،١٧٠°) وتمثله المحاولتين (١،٤) .

١٣) تقـــارب أقصـــى مد للركبتين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المســـتقيمة الثانية بين المحاولات (١،٢،٤،٥،٦) حيث بلغت قيمة كل منها (١٨٠°، ١٧٩°، ١٨٠°، ١٧٩°، ١٨٠°) على التوالي . وعدم وجود تقارب في أقصى مد للركبتين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بين المحاولة (٣) وكل من المحاولات قيد الدراسة حيث بلغت قيمتها (١٨٧°) . وبذلك يمكن تقسيم المحاولات قـــيد الدراســـة وفق تقاربها أو عدم تقاربها في أقصى مد للركبتين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية إلى مستويين كما يلي :

المســـتوى الأول : تميز بأقصى مد للركبتين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفـــية المستقيمة الثانية بقيم انحصرت ما بين (١٧٩°، ١٨٠°) على التوالي (١،٢،٤،٥،٦) وتمثله المحاولتين (٢،٣،٥،٦) .

المستوى الثاني : يتصف بأقصى مد للركبتين في الربع الأخير من خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بقيمة(١٨٧°) وتمثله المحاولة (٣) .

خامساً : مرحلة الهبوط : The landing phase

أوضـــحت نتائج التحليل الإحصائي الوصفي لمرحلة الهبوط جدول (٢) أن المتوسط الحسابي ، والانحراف المعياري والحدين الأدنى والأقصى لكل من ارتفاع CG لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، أقصى مد للفخذيـــن لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، سرعة CGالأفقية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، سرعةCG الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، و القوة المؤثرة على CG في اتجاه المركبة الأفقية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، و القوة المؤثرة على CG في اتجـــاه المركـــبة الرأســـية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط، سرعة CG في اتجاه كلا المركبـــتين الرأسية و الأفقية في نهاية مرحلة الهبوط بلغت قيمتها على التوالي (١,١٣ متر+-٠,٠٢) ، (١,٠٠متر) ، (١,١٥متر) ، (١٦٣,٨٣°+-١٦,٣٨٨) ، (١٤٨°) ، (١٨١°) ، (١٣٠,٨٣°+-١٧,٧٤) ، (١٢٣°) ، (١٦٧°) ، (٨٩,٣٣°+-١,٥١) ، (٨٨°) ، (٩٢,٠٠°) ، (٠,٨٨٧متر/ثانية+-٠,١١٦) ، (٠,٧٠متر/ثانية) ، (١,٠متر/ثانية) ، (٤,٥٣متر/ثانية+-٠,٢٠٧) ، (٤,٣متر/ثانية) ، (٤,٩متر/ثانية) ،

(٣٠٧,٥نيوتن+_٤٣,١) ، (٢٥٠نيوتن) ، (٣٥٠نيوتن) ، (١٠٥٥,٨نيوتن+_٢٦,١٦) ، (١٠٢٠نيوتن) ، (١٠٩٠نيوتن) ، (صفر متر/ثانية+_صفر) ، (صفر متر/ثانية) ، (صفر متر/ثانية) .والحدين الأدنى والأقصى لدرجة مستوى الأداء كانت قيمتها هي (٩,٦٣نقطة+_٠,١٦٣) ، (٩,٤نقطة) ، (٩,٨نقطة) . ويفسر الباحث هـذه النتائج بأنه نتيجة للتحكم في الجسم خلال أداء الدورتين الخلفيتين المستقيمتين خـلال مـرحلة الطـيران والتي تمت عن طريق توافق تغيير شكل الجسم من وضع الاستقامة الزائدة خلال الدوران في الدورة الأولى والثانية حتى الربع الأخير حيث بدأ اللاعب في الانتقال من المد الزائد للفخذين إلى المد من غلق مفصلي الكتفين إلى مدهما والذراعين جانباً ومد مفصلي الركبتين مما أدى إلى وصول اللاعب إلى وضع مناسب للهبوط ووضع القدمين على مرتبة الهبوط حيث توضح هذه الخطوة أن اللاعب بذل السـرعة والقوة المناسبة مقداراً واتجاهاً لحدوث فرملة لمركز ثقل كتلة الجسم حيث ظهر أثارها في نهاية مرحلة الهبوط حيث وصلت إلى صفر وحدث الاتزان الديناميكي والوصول لوضع الوقوف . ويؤكد ذلك تقييم المحكمين لمستوى الأداء حيث وصل إلى متوسط (٩,٦٣) نقطة ويرجع الخصم الحادث وهو (٠,٣٧٩) إلى حدوث بعض الخطأ الشكلي خلال مرحلة الطيران مثل فتح الرجلين قليلاً أو عدم المد الكامل للركبتين . وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه David,Mourice&Sung (١٩٩٠م) (٣) من حيث أن استقامة الجسم خلال الطيران في الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة كنهاية على جهاز العقلة يساعد في التحكم في الدوران خلال الهبوط

سادسـاً : العلاقـات الارتباطية بين المتغيرات الديناميكية المحددة لمسار CG والمسافة الزاوية في الطيران ودرجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة

يوضح جدول (٣) ما يلي :-

١- وجود عدد (١٢٠) معامل ارتباط منها عدد (٥٨) معامل ارتباط سالبة بنسبة (٤٨,٣٣%) وعدد معامل ارتباط موجب بنسبة (٥١,٦٧%) .

وجود علاقة طردية بين درجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة وكل من زمن الطيران ، أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران وأقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية المستقيمة الأولى ، غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، كمية الحركة الزاوية لحظة الانطلاق ، أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وجميعها دالة إحصائيا عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠٥) ، (٠,٠٠٠) ، (٠,٠٥) ، (٠,٠٥) ، (٠,٠٥) على التوالي . ويعتبر ذلك أنه كلما زاد كل من زمن الطيران أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران وأقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية المستقيمة الأولى ، غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، كمية الحركة الزاوية لحظة الانطلاق ، أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وجميعها دالة إحصائيا عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠٥) ، (٠,٠٠٠) ، (٠,٠٥) ، (٠,٠٥) ، (٠,٠٥) على التوالي . ويعتبر ذلك أنه كلما زاد كل من زمن الطيران ، أقصى ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الطيران ، أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، وكمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق ، وأقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط كلما زادت درجة مستوى أداء المهارة قيد الدراسة ، وتفسر هذه العلاقات الطردية بين درجة مستوى أداء المهارة قيد البحث والمتغيرات الديناميكية المحددة لمسار CG والمسافة الزاوية خلال الطيران تأكيد أهمية هذه المتغيرات في التأثير على درجة مستوى أداء المهارة قيد الدراسة.

وتتفق هذه النتائج مع نتائج التي تصول لها David,Maurice&Sung (١٩٩٠م) (٣) .

٢- وجود علاقة عكسية بين السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم لحظة الانطلاق ، ارتفاع CG لحظة لمس القدم .

٣- وجود علاقة طردية بين إرتفاع CG لحظة لمس المرتبة والسرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم لحظة الإنطلاق وهي دالة إحصائيا عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠٥) ، ويعتبر ذلك أنه كلما زادت سرعة CG الأفقية لحظة الانطلاق قل ارتفاع CG

لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ويفسر الباحثون هذه العلاقة على أساس أن السرعة الأفقيـــة تؤدي إلى انتقال CG إلى الأمام أي تزيد من التحرك لمسافة أفقية وبذلك تؤثر على ارتفاع CGوالذي يتأثر بالسرعة الرأسية .

٤- وجـــود علاقة عكسية بين زاوية CGلحظة الانطلاق وكل من أقصى مد للفخذين لحظـــة لمـــس القدمين مرتبة الهبوط ، وأقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، وسرعة CG الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط . ويشير ذلك إلى أنه كـــلما زادت زاويـــة CG لحظة الانطلاق قلت قيمة أقصى مد لكل من الفخذين والركبـــتين وسرعة CG الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ويفسر الباحثون هذه العلاقات بأنه كلما زادت زاوية CG لحظة الانطلاق كلما أدى ذلك لارتفاع CG خلال الطيران مما يؤدي إلى زيادة العبء على العضلات العاملة على كل من مفاصـــل الفخذين والركبتين بفعل قوة مقاومة الجاذبية الأرضية لأسفل والتي تؤدي خـــلال إقـــلال سرعة CG الرأسية الى حدوث فرملة تؤدي في النهاية إلى حدوث الثبات في نهاية الهبوط .

٥- علاقة طردية بين زمن الطيران ، وارتفاع CG وهي دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصـــائية(٠,٠٠٠) وأخـــرى عكسية بين زمن الطيران وأقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وهي دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصـــائية (٠,٠٥ويعني ذلك أنه كلما زاد زمن الطيران زاد ارتفاع CG وأقل مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى ويفسر الباحثون هذه العلاقـــة بأن زيادة كل من زمن الطيران وارتفاع CG خلال الطيران وإقلال قيمة أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى يعطي للاعب فرصـــة في التحكم في الدوران للخلف حول المحور الأفقي المار بثقل كتلته – زيادة عزم القصور الذاتي – مما يؤدي إلى إتمام الدورتين المستقيمتين مع الاحتفاظ بالتوازن الديناميكي خلال هبوط اللاعب على مرتبة الهبوط .

٦- علاقـــة عكسية بين وارتفاع CG خلال الطيران وأقصى مد زائد للفخذين خلال الـــدورة الهوائـــية الخلفـــية المستقيمة الأولى وهي دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصـــائية (٠,٠٥ويعـــني ذلك أنه كلما زاد ارتفاع CG خلال الطيران قلة قيمة

أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى ويفسر الباحثون هذه العلاقة على ضوء أن كلما زادت فرصة اللاعب في عدد الدورات مما يضطره إلى زيادة عزم القصور الذاتي حتى يتمكن من التحكم في كمية الدوران المناسب لأداء الدورتين المستقيمتين الخلفيتين .

٧- وجود علاقة طردية بين أقصى غلق للكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى، أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وهي دالة إحصائيا عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠٥) ويشير ذلك إلى أنه كلما زادت قيمة أقصى غلق للكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى كلما زادت قيمة أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط الأولى ويفسر الباحثون هذه العلاقة على أساس أنه كلما قلت زاويتي الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى كلما كان لدى اللاعب فرصة أكبر في قبض الكتفين لأقصى مدى لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط .

٨- وجود علاقة طردية بين أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى وكل من غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، وكمية الحركة الزاوية الكلية ، وأقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وجميعها دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠١) ، (٠,٠٥) ، (٠,٠١) ويشير ذلك إلى أنه كلما زادت قيمة أقصى مد زائد للفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الأولى زادت قيمة كل من غلق الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية ، وكمية الحركة الزاوية الكلية ، وأقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط .

٩- وجود علاقة طردية بين وكمية الحركة الزاوية الكلية وأقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وجميعها دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠٥) ويعني ذلك أنه كلما زادت كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق زادت قيمة أقصى انقباض للكتفين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط .

١٠- علاقة طردية بين ارتفاع CG لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وأقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وهي دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠٥)

ويعـــني ذلـــك أنه كلما زادت قيمة وأقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط كلما زاد ارتفاع CG لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط .

١١- وجـــود علاقة طردية بين أقصى مد زائد للفخذين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وكل من أقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، وسرعة CG الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وكل منهما دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصائية (٠,٠١)،(٠,٠١) على التوالي ويعني ذلك أنه كلما زادت قيمة أقصى مد زائد للفخذين لحظـــة لمـــس القدمـــين مرتبة الهبوط زادت قيمة كل من أقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط ، وسرعة CG الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط .

١٢- وجـــود علاقـــة طردية بين أقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط وسرعة CG الرأســـية لحظـــة لمس القدمين مرتبة الهبوط وهي دالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصـــائية (٠,٠١) ويعـــني ذلك أنه كلما زادت قيمة أقصى مد للركبتين لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط زادت قيمة سرعة CG الرأسية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط .

جدول (٤)

مساهمة كل من المتغيرات الديناميكية المحددة لمسارCG والمسافة الزاوية خلال الطيران في درجة مستوى أداء المهارة قيد البحث

البيان	معامل الانحدار الجزئي	الخطأ المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	نسبة المساهمة
المقدار الثابت	١١,٧٥٠	٠٠,٠٠٠٠	٥	٠٠	
سرعة CG الأفقية	٠,١٠٦	٠,٠٠٠		٠٠	٠,٠١٩
سرعة CG الرأسية	٠,٥٥١	٠,٠٠٠		٠٠	٠,٤٠٢
زاوية CG لحظة الانطلاق	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠		٠٠	٠,٢٣٧
ارتفاع CG لحظة الانطلاق	٣,٢٢٥-	٠,٠٠٠		٠٠	٠,٢٢١
زمن الطيران	٢,٩٩٨	٠,٠٠٠		٠٠	٠,١٢١
					٠١,٠٠٠

يـــبين جـــدول (٤) أن أكثر المتغيرات الديناميكية المحددة لمسار CG والمسافة الزاوية خلال الطيران مساهمة في درجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المزدوجة المستقيمة كنهاية على جهاز

العقلة كانت سرعة CG الرأسية لحظة الانطلاق حيث ساهمت بنسبة ٤٠,٢% يليها زاوية CG لحظة الانطلاق ساهمت بنسبة ٢٣,٧% يليها ارتفاع CG لحظة الانطلاق ساهمت بنسبة ٢٢,١% يليها كل من زمن الطيران ، سرعة CG الأفقية لحظة الانطلاق بنسبة ١٢,١% ، ١,٩% على الترتيب . والجدير بالذكر أن هذه المتغيرات الديناميكية ساهمت مجتمعة في درجة مستوى أداء المهارة قيد الدراسة ١٠٠% وهي نسبة مرتفعة توضح أهمية المتغيرات الديناميكية في التأثير على أداء المهارة قيد البحث . وبذلك تصبح المعادلة التنبئية للتنبؤ بدرجة مستوى أداء المهارة قيد البحث بدلالة كل من المتغيرات الديناميكية المساهمة فيه كما يلي :

درجة مستوى أداء المهارة قيد البحث = ١١,٧٥ + ٠,١٠٦ (سرعة CG الأفقية لحظة الانطلاق) + ٠,٥٥١ (سرعة CG الرأسية لحظة الانطلاق) + (ارتفاع CG لحظة الانطلاق) ٠,٠٠١ -٣,٢٢٥ + ٢,٩٩٨ (زمن الطيران) .

جدول (٥)

مساهمة كل من كمية الحركة الزاوية لأجزاء الجسم في كمية الحركة الزاوية الكلية خلال لحظة الانطلاق

البيان	معامل الانحدار الجزئي	الخطأ المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	نسبة المساهمة
المقدار الثابت	٠,١١١-	٠,٢٢٠		٠,٥٠٧-	
كمية الحركة الزاوية للرجلين	٠,٤٢١٠	٠,٠٣٠		١,٣٦١	٠,٩٧٧
كمية الحركة الزاوية للجذع مع الرأس	٠,٣٩٣-	٠,١٣٩	٣	٢,٢٣٤-	٠,٠١٣
كمية الحركة الزاوية للذراعين	٦,١٧٥	٠,٢٠٧		٢٩,٨٦٧	٠,٠٠٩
					٠,٩٩٩

يوضح الجدول (٥) أن كمية الحركة الزاوية للرجلين أكثر الأجزاء مساهمة في كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق حيث ساهمت منفردة بنسبة (٩٧,٧%) من كمية الحركة الزاوية الكلية ، يليها الحركة الزاوية للجذع مع الرأس بنسبة (١,٣%) يليها نسبة مساهمة كمية الحركة الزاوية للذراعين (٠,٩%) والجدير بالذكر أن الثلاث أجزاء ساهمت في كمية الحركة الكلية لحظة الانطلاق بنسبة (٩٩,٩%)

ينوه الباحثون إلى أهمية كمية الحركة الزاوية للرجلين لحظة الانطلاق

الاستنتاجات : The Conclusion

في حدود عينة البحث و نتائجه وتفسيرها، أمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية :

أولاً :وصف الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة:

تعتبر الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة من الحركات المركبة من الحركة الانتقالية الدورانية حيث تبدأ مسبوقة بالدورة الهوائية الأمامية العظمى ، وفيها ينطلق CG عند زاوية (٣٢١°) حركة انتقالية وخلال تواجده حراً في الهواء يدور الجسم دورتين مستقيمتين حول المحور الأفقي المار بمركز ثقل كتلة الجسم عن طريق استغلال العلاقة العكسية بين عزم القصور الذاتي للجسم وسرعته الزاوية والتي تمكن اللاعب من السيطرة على جسمه خلال دورانه والوصول لوضع مناسب للهبوط بالقدمين على مرتبة الهبوط هبوطاً راسخاً .

ثانياً: الخصائص البيوديناميكية لمرحلة الانطلاق :

١- تفوق مقدار سرعة CG في اتجاه المركبة الرأسية على مناظرتها في اتجاه المركبة الأفقية لحظة الانطلاق حيث بلغ متوسط كل منهما (٣,٦٣٥م/ث)، (٠,٧٧٥م/ث) على التوالي .

٢- كبر متوسط زاوية CG لحظة الانطلاق حيث بلغ مقدار (٣٢١°) .

٣- كبر متوسط الارتفاع CG لحظة الانطلاق حيث بلغ مقدار (٢,٥٥٠متر) .

٤- كبر متوسط كمية الحركة الزاوية للجسم الكلية لحظة الانطلاق حيث بلغ مقدار (٥٢,٧٢٠كجم.م٢/ث).

٥- كبر متوسط كمية الحركة الزاوية للرجلين لحظة الانطلاق حيث بلغ المقدار (٣٤,٤٠كجم.م٢/ث) .

٦- صغر متوسط كمية الحركة الزاوية لكل من الجذع والرأس ، الذراعين حيث بلغ كل منها على التوالي (٩,٦٧٧ كجم.م٢/ث) ، (٨,٩٦٧٠كجم.م٢/ث) .

٧- يتناسب متوسط درجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة تناسباً طردياً مع متوسط كمية الحركة الزاوية الكلية لحظة الانطلاق .

٨- أهم المتغيرات البيوديناميكية مساهمة في كمية الحركة الزاوية الكلية خلال لحظة الانطلاق كانت بالترتيب التنازلي كما يلي :

أ - كمية الحركة الزاوية للرجلين بنسبة (٩٧,٧%) .

ب - كمية الحركة الزاوية للجذع والرأس بنسبة (١,٣%) .

جـ- كمية الحركة الزاوية للذراعين بنسبة (٠,٩%) .

ثالثاً : الخصائص البيوديناميكية لمرحلة الطيران :

١- كبر متوسط زمن طيران CG حيث بلغ مقدار(١,٣٣ثانية).

٢- كبر متوسط ارتفاع CG خلال مرحلة الطيران حيث بلغ مقدار (٣,٥٥ متر).

٣- تميز شكل جسم اللاعب خلال الدورة الهوائية المستقيمة الأولى بمتوسط كل من زاويتي الكتفين والفخذين والركبتين مقداره (٥,٩°) ، (١٩٣,٧٠°) ، (١٧٨,٧٠°) على التوالي .

٤- تميز شكل جسم اللاعب خلال ¾ الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية بمتوسط كل من زاويتي الكتفين والفخذين والركبتين مقداره (٦٧,٨٣°) ، (١٨٢,٧°) ، (١٧٩,٧°) على التوالي .

٥- تميز شكل جسم اللاعب خلال الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة بمتوسط كل من زاويتي الكتفين والفخذين والركبتين مقداره (٩١,٩٣°) ، (١٧٤,٣٣) ، (١٨٠,٨٣°) على التوالي .

٦- يتناسب متوسط مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة تناسباً طردياً مع كل من زمن الطيران ، وارتفاعCG خلال الطيران ، وشكل الجسم محدداً زاويتي الفخذين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة وزاويتي الكتفين خلال الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية تناسباً طردياً .

رابعاً : الخصائص البيوديناميكية لمرحلة الهبوط :

١- كبر متوسط ارتفاع CG لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط حيث بلغ مقداره (١,١٣متر).

٢- تميز شكل جسم اللاعب لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط والمحدد بزاويتي كل من الكتفين والفخذين والركبتين بزاويا كل منها (١٦٣,٨٣°) ، (١٣٠,٨٣°) ، (٨٩,٣٣°) على التوالي .

٣- تفوق قيمة سرعة CG في اتجاه المركبة الرأسية على مناظرها في اتجاه المركبة الأفقية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط حيث بلغ متوسط كل منهما (٤,٥٣م/ث) ، (٠,٨٨٧م/ث) على التوالي.

٤- تفوق قيمة القوة المؤثرة على CG في اتجاه المركبة الرأسية على مناظرها في اتجاه المركبة الأفقية لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط حيث بلغ متوسط كل منهما (١٠٥٥,٨ نيوتن)، (٣٠٧,٥ نيوتن) على التوالي.

٥- يتناسب درجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة بشكل الجسم لحظة لمس القدمين مرتبة الهبوط محدداً بزاويتي الكتفين تناسباً طردياً .

خامساً : المتغيرات الديناميكية المساهمة في درجة اداء المهارة قيد البحث :

١- انحصرت المتغيرات البيوديناميكية الأكثر مساهمة في درجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة تنازلياً كما يلي :

- سرعة CG الرأسية لحظة الانطلاق بنسبة (٤٠,٢%)
- زاوية CG الرأسية لحظة الانطلاق بنسبة (٢٣,٧%)
- ارتفاع CG الرأسية لحظة الانطلاق بنسبة (٢٢,١%)
- زمن الطيران بنسبة (١٢,١%)
- سرعة CG في اتجاه المركبة الأفقية بنسبة (١,٩%)

وجميعها ساهمت بنسبة (١٠٠%) .

٢- كانت المعدلة التنبؤية للتنبؤ بدرجة مستوى أداء الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة بدلالة المتغيرات البيوديناميكية لمساهمة فيها كما يلي :

درجة مستوى أداء المهارة قيد البحث = ١١,٧٥ + ٠,١٠٦ (سرعة CG الأفقية لحظة الانطلاق) + ٠,٥٥١ (سرعة CG الرأسية لحظة الانطلاق) + (ارتفاع CG لحظة الانطلاق) ٠,٠٠١ -٣,٢٢٥ + ٢,٩٩٨ (زمن الطيران) .

التوصيات : The Recommendations

في حدود نتائج البحث واستنتاجاته يوصي الباحث بما يلي :

عند تعليم مهارة الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة المزدوجة كنهاية على جهاز العقلة يجب مراعاة الخصائص البيوديناميكية لكل من مراحل الانطلاق ، والطيران والهبوط التالية :

١. التركيز علة تفوق سرعة CG في اتجاه المركبة الرأسية على مثيلتها في اتجاه المركبة الأفقية خلال مرحلة الانطلاق .

٢. التركيز على ارتفاع CG لحظة الانطلاق .

٣. التركيز على انطلاق CG بزاوية (٣٢١°) من عارضة العقلة .

٤. التركيز على زيادة كمية الحركة الزاوية الكلية إلى أن تصل مقدار (٥٢,٧٥ كجم.م/ث٢) لحظة الانطلاق .

٥. التركيز على زيادة كمية الحركة الزاوية للرجلين تصل إلى (٣٤,٠٤٣٠كجم.م٢/ث) إقلال كل من كمية الحركة للجذع والرأس والذراعين لتصل كل منها إلى (٩,٦٦٧٣٤ كجم.م٢/ث) ، (٨,٩٦٦٧ كجم.م٢/ث)على التوالي لحظة الانطلاق .

٦. زيادة زمن الطيران إلى (١,٣٣ثانية) .

٧. زيادة ارتفاعCG خلال الطيران حتى يصل إلى (٣,٥٥متر) .

٨. إجراء البحوث المماثلة على أجهزة الجمباز المختلفة للآنسات والرجال .

٩. مراعاة خلال الدورة الهوائية المستقيمة الخلفية الأولى أن تكون زاويتي كل من الكتفين (٥,٩°) ، الركبتين (١٧٨,٧°) ، الفخذين (١٩٣,٧٠°) ، وخلال ¾ الدورة الثانية كل من الكتفين (٦٧,٨٣°) ، (الفخذين (١٨٢,٧°) ، الركبتين (١٧٩,٧°) وتحولها إلى (٩١,٩٣°) ، (١٧٤,٤٣°) ، (١٨٠,٨٣°) على التوالي في الربع الأخير من الدورة الهوائية الخلفية المستقيمة الثانية .

١٠. مراعاة العلاقات الارتباطية بين المتغيرات الديناميكية المحددة لمسار CG ومسافة الزاوية في الطيران ودرجة مستوى أداء المهارة قيد البحث .

١١. التركيز على المتغيرات الديناميكية الأكثر مساهمة في درجة أداء المهارة قيد البحث التي توصلت لها هذه الدراسة الحالية .

١٢. استخدام المعادلة التنبؤية للتنبؤ بدرجة مستوى أداء المهارة قيد البحث بدلالة المتغيرات الديناميكية المساهمة فيها .

١٣. تنمية مرونة الفخذين والعمود الفقري وإطالة العضلات خلف الفخذين ومرونة مفصلي الكتفين .

١٤. تنمية قوة العضلات العاملة على كل من مفاصل الكتفين والفخذين والركبتين .

قائمة المراجع

أولاً : المراجع العربية :

١ عادل عبد البصير على : (٢٠٠٠م)، التحليل البيوديناميكي لحركات جسم الإنسان (أسسه وتطبيقاته) ، المكتبة المتحدة سنتر ، بورفؤاد .

ثانياً : المراجع الأجنبية :

2 Caluser, C.E., McConville,, J.T. and Young ,J.W. : (1969), Weight volume and center of mass of the human body (Report No. AMRL-TR-69-70) Dayson Ch: Wright Patterson Air Bas Aerospace Med. Res. Lab.

3 David G. Kerwin, Maurice, R., Yeadon * Sung. Cheol Lee. : (1990), Body configuration in multiple somersault high bar dismounts. In: Biomechanics research of at the Olympic games; 1984-1994. Human Kinetics Canada, PP.(303-310).

4 Federation of international gymnastics : (2001), Code of points. FIG, PP. (16-30).

5	Gert- Peter Bruggemann, Phillip, J., Cheetham, Yilmaz Alp. & Diamantis Arampatzis	:	(1994), Approach to a biomechanical profile of dismounts and release-regrasp skills of the high bar. In: Biomechanics research of the Olympic games: 1984-1994, Human Kinetics, Canada, PP. 524-533.
6	Hay, J.G., Wilson, B.D., Dapena, J.T., Woodwarth, G.G.	:	(1977): A computational technique to determine the angular mome-ntum of a human body. Journal of Biomechanics, 10, 269-277.
7	Hay, J.G. & Reid, J.G	:	(1988), Anatomy, mechanics and human motion. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
8	Kaneko, A.	:	(1976), Olympic gymnastics. New York: Sterling, Loken C.N., Willoughby, J.R. (1977), Complete book of gymnastics. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
9	Loken, C.N. & Willoughby, J.R.	:	(1977), Complete book of gymnastics. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall.

10 Susan, J. Hall : (1999), Basic biomehcanics, Third edition, McGraw Hill Book, Co, PP. (53, 54).

11 Whilestt, C.E. : (1964), Some dynamic response characteristics of weightless man (AMRL Tec. Reb. 63-68) Dayson, OH: Wright-Patterson Air Force Base.

12 Yosaki Takei, Hiroshi Nohara and Mamoru Kamimura : (1992), Techniques used by elite gymnasts in the 1992 Olympic compulsory dismount from the horizontal bar. In: Biomechanics research at the Olympic games: 1988-1994, Human Kinetics, Canada, PP(427-451).