نسب مساهمة المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفى وعلاقتها بدقة سقوط الكرة للاعبي تنس الطاولة بدولة الكويت

د.عبدالعزيز يوسف إسماعيل محمد أرحمه
وزارة التربية والتعليم - الكويت

المقدمة ومشكلة البحث

شهدت السنوات الأخيره طفرة كبيرة فى لعبة تنس الطاولة بدولة الكويت وذلك نتيجة التدريب المنظم والجاد، رغم هذا التطور إلا أن هناك بعض المهارات التى يصعب تعليمها وتدريبها بسبب عدم التحقق وتطبيق الدراسات البحثية التى إستخدمت علم الميكانيكا كأحد العلوم الهامة للتعمق فى دراستها، وتعتبر لعبة تنس الطاولة من الألعاب التى لم تحظى بإهتمام كبير من جانب البحث العلمى على الرغم من كثرة الإقبال الشديد عليها من البراعم وذلك بسبب ماتحظاه اللعبة من أنشطة حركية متنوعة ولما تتطلبه هذه الرياضة من خصائص بدنية هامة لممارستها مثل التوقع الحركي، لذا سيساهم علم الميكانيكا الحيوية بإعتبارة أحد العلوم الهامة والمرتبطة بعلم التربية البدنية فى تقديم أنسب الحلول الحركية بإستخدام التحليل الحركي الذى يتحقق من الفروض ذات العلاقة بالأسس العلمية لتطوير التدريب الرياضى بصفة عامة و رياضة تنس الطاولة خاصة.

ويشير **محمد إبراهيم شحاته (2006م)** إلى أن التحليل البيوميكانيكى فى الرياضة يوضح أموراً علمية للمدرب واللاعب إذ أن مستوى الإنجاز يتوقف على مستوى المعرفة العلمية بأهداف التحليل الميكانيكي كعلم كاشف للمهارات الحركية ووضع الحلول المناسبة والدقيقة من قبل الباحثين لحل مشكلات الأداء الفنى للمهارات بإستخدام تقنيات عالية المستوى للتعرف علي أدق المواصفات والخصائص التى تتميز بها إعادة صياغة هذة المهارات وتوجية مساراتها فى نطاق التطبيقات الميدانية لمخرجات الأداء الفنى المثالى بهدف الوصول إلى المثالية فى الأداء. (9 : 34)

ويؤكد **طلحة حسام الدين وآخرون (2014م)** أن من أهم دوافع دراسة الميكانيكا الحيوية هو تطوير وتحسين الأداء الرياضي خاصة إذا كان أسلوب الأداء هو العامل الرئيسي المراد تناوله بالتحسين والتطوير وذلك من خلال التحليل الوصفي للأداء. (6 : 28، 29)

وفى هذا الصدد يؤكد **يونغ هوان وآخرون .Yong-Hwan, et al (2007م)** على أهمية حركة الجزء العلوى من الجسم وتأثيرها على سرعة الكرة فى الهواء أثناء أداء مهارات تنس

الطاولة بوجه المضرب الخلفى، حيث يشير إلى أن الخصائص الكينماتيكية لمؤشرات سرعة الكرة القصوى ما بعد لحظة التصادم تعتمد على تكنيك الأداء لحركة الطرف العلوى والمضرب والكرة. (155 : 20)

كما يشير كل من **جمال محمد علاء الدين وناهد أنور الصباغ (1996م)** إلى أن عملية النقل الحركى قد تكون من الجذع إلى الأطراف، وقد تكون من الأطراف إلى الجذع، ويتحدد إتجاه عملية النقل الحركي تبعاً للواجب الحركى فإذا كان واجب الحركة منصب على حركة الجسم كله فعندئذٍ يحدث النقل من الأطراف إلى الجذع الذي يمثل (50 ٪ من الوزن الكلي للجسم). (1 : 81)

ويشير **هيرزوج والتر Herzog Walter (2000م)** إلى أن من أحدث العلوم التى تختص بدراسة تفاصيل وصعوبات الأداءات الحركية وتطويرها وصولاً للأداء الأمثل علم الميكانيكا الحيوية الذى أهتمت أبحاثه بتقديم نماذج بيوميكانيكية تستهدف حلولاً مثلي لمشكلات الأداء الحركى داخل مهارات الأنشطة المختلفة من خلال فرض مجموعة من المعادلات الرياضية يمكن عن طريقها محاكاة أداء اللاعب والتنبؤ بأثر تعديل بعض أو كل متغيرات الأداءات البيوميكانيكية علي بعضها وعلي ناتج الأداء ككل والتى تعتبر من الأساليب المستحدثة ذات التأثير فى تطوير تكنيكات الأداء تحت إشتراطات قوانين الحركة ومعادلات الميكانيكا. (15 : 16)

لذا يؤكد **إليوت بروش Elliott Bruce (2006م)** على أهمية دراسة الخصائص الكينماتيكية لدوران الذراع والكتف أثناء أداء الإرسال، حيث أن التعرف على طبيعة دوران الذراع والكتف يلعب دوراً هاماً فى تطور أداء الإرسال سوءاً للاعبين المحترفين أو من الناحية التعليمية للمبتدئين.

(393 : 13)

تحتوى رياضة تنس الطاولة على مجموعة من المهارات الأساسية والمتقدمة، وتعتبر مهارة القاطع بوجة المضرب الخلفى أحد المهارات الهجومية المتقدمة، والتى تتطلب من اللاعب أداء حركى لاكثر من جزء من أجزاء الجسم وبشكل سريع وفجائى قبل ضرب الكرة، حيث يشترك فى هذا المسار الحركى عدة أجزاء من الجسم تساهم بشكل كبير فى إخراج الأداء المهارى للإرسال بصورة ناجحة.

من خلال متابعة الباحث لمباريات تنس الطاولة لاحظا وجود مشكلة لدي لاعبى تنس الطاولة فى اداء الارسال الخلفي القاطع في تنس الطاولة لذلك تمثلت الدراسة الحالية فى التعرف على المؤشرات البيوميكانيكية لأداء القاطع بوجة المضرب الخلفي خلال بداية مرجحة الذراع في المرحلة

التمهيدية ولحظة التصادم، وذلك للتوصل لتدريبات نوعية تخصصية وفقا لنتائج التحليل البيوميكانيكى نظراً لأهميتها فى رياضة تنس الطاولة لاستخدامها فى تقويم عملية تعلم مهارة الارسال القاطع بوجة المضرب الخلفي وتدريب لاعبى تنس الطاولة عليها.

ويذكر **ليس أدريان Lee Adrian (2003م)** أنه بالرغم من تعدد وتتطور الأجهزة المستخدمة فى التصوير والتحليل الحركى ثلاثى وثنائى الأبعاد، إلا أن رياضات المضرب بوجه عام لم تحظى بإهتمام كبير من حيث التعرف على الخصائص الكينماتيكية المسببة لأداء المهارات حتى يمكن إستخدامها فى تطوير أداء اللاعبين، حيث أنه لابد من التعرف على الخصائص الحركية لمهارات رياضات المضرب للوصول إلى الآليات الأساسية المستخدمة في أداء هذه المهارات فى رياضات مثل التنس والإسكواش والتى تتميز بسرعة الكرة فى العديد من الضربات. (17 : 717)

ويعتبر الإرسال من المهارات الهجومية الهامة والتى تمكن اللاعب فى تنس الطاولة من الحصول على نقطة مباشرة الأمر الذى يشكل صعوبة على المنافس أثناء رد الإرسال، لذا فالحصول على نقطة مباشرة من الإرسال يتطلب سقوط الكرة بعد الإرسال في مكان يصعب علي المنافس ردة وهذا هو أساس الدقة ولذلك فهناك علاقة هامة بين أداء الإرسال ودقة سقوط الكرة علي الطاولة.

ويذكر **محمد إبراهيم شحاته (2006م)** إلى أن علم البيوميكانك يهتم بدراسة سير الحركة ومظاهرها وزوايا المفاصل حتى يمكن تحقيق المهارات بشكل متقن، لذا فإن كلاً من المدرب والعاملين فى مجال التدريب لابد أن يتوافر لديهم قدراً كبيراً من المعلومات حول مسببات الحركة، لما فى ذلك من أثر كبير للتعرف على المهارات الحركية فيجعلهم اكثر دقة فى عملهم، وكذلك تصل معرفتهم لتشمل الأسباب الكامنة وراء أداء حركة رياضية بطريقة معينة بالأضافة إلى التكنيكات المستخدمة فى المهارات.(9 : 34)

كما يؤكد **شيت مورفي Chet Murphy (1998م)** إلى أن الحركة المنقولة من قدم اللاعب إلى الذراع الممسكة للمضرب لحظة ملامسته للكرة تؤدى إلى إتقان الأداء الفنى للضربات ودقة توجيه الكرة، كما أن دفع الجسم كأحد العناصر المؤثرة من مراحل تحركات القدمين عن طريق نقل مركز الثقل من الخلف للامام هى التى تكسب اللاعب سرعة وقوة الانطلاق وكذلك سرعة التحرك والانتقال ضماناً لدقة وتنفيذ الضربات الفنية. (12 : 51)

وتعتبر مهارة الإرسال القاطع بوجة المضرب الخلفي من المهارات التى يصعب أدائها من جانب اللاعبين الناشئين أو حتى اللاعبين ذو المستوى العالي، حيث يقوم اللاعب بأداء الإرسال بوجة المضرب الأمامي لانه سهل الأداء، وهذا يؤدى إلى إحتمالية خسارة النقطة بسهوله أو سهولة

مهاجمة المنافس له سريعاً، ويرجع الباحث هذا السبب إلي عدم المعرفة بفنيات الإرسال القاطع بوجة المضرب الخلفي نظراً لعدم تحليله فنياً وميكانيكياً حتى يسهل تعلمه والتدريب علية.

بالإضافة إلى أنه وفى حدود علم الباحث تعد دراسة الخصائص الكينماتيكة لمهارة الارسال القاطع بوجه المضرب الخلفى هى الدراسة الاولى محلياً ودولياً، لذا تكمن أهمية هذا البحث فى التعرف على نسب مساهمة المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع الخلفى وعلاقتها بدقة سقوط الكرة للاعبى تنس الطاولة بدولة الكويت.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى التعرف على المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفى وعلاقتها بدقة سقوط الكرة للاعبى تنس الطاولة وذلك من خلال التوصل إلى:

- علاقات إرتباطية بين المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفى ودقة سقوط الكرة للاعبى تنس الطاولة خلال لحظتى المرجحة والتصادم.
- نسب مساهمة المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.
- أهم المعادلات الرياضية التنبؤية حتى تكون أساساً علمياً للتنبؤ بدقة سقوط الكرة لمهارة الإرسال الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

فروض البحث

- قد توجد علاقات إرتباطية بين المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع الخلفى ودقة سقوط الكرة للاعبى تنس الطاولة خلال لحظتى المرجحة والتصادم.
- قد توجد نسب مساهمة لبعض المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال القاطع الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.
- قد يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أسس علمية يمكن من خلالها التنبؤ بدقة سقوط الكرة لمهارة الإرسال القاطع الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

إجراءات البحث

منهج البحث

إستخدم الباحث المنهج الوصفى بإستخدام التحليل البيوميكانيكي ثنائي الابعاد، معتمداً على أسلوب التصوير بالفيديو والتحليل الحركي باستخدام برنامج **Simi Motion Analyses**.

مجتمع وعينة البحث

تم إختيار عينة البحث بالطريقة العمدية وإشتملت على (5) لاعبين مصنفين من أفضل ثمانية لاعبين على مستوى دولة الكويت تحت 19 سنة، حتى يتوفر المستوى الفني العالى الذي يسمح بأداء مهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفى بأفضل أداء، وقام كل لاعب بأداء (2)

محاولات لمهارة الإرسال لتصبح عدد المحاولات التي تم تحليلها والتي خضعت للمعالجات الإحصائية (10) محاولة.

جدول (1)
التوصيف الإحصائى للعينة الكلية في متغيرات النمو والعمر التدريبى
ن = (5)

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	الوسيط	الإلتواء
السن	سنة	18,67	0,58	19	1,73 –
إرتفاع القامة	متر	173,67	4,04	173	0,49
الوزن	كيلو جرام	74,63	2,87	73,50	1,18
العمر التدريبي	سنة	8,33	0,58	8	1,73

يتضح من الجدول رقم (1) أن جميع قيم معاملات الإلتواء لعينة البحث تراوحت ما بين (1,73 : – 1,73) فى متغيرات النمو والعمر التدريبى وقد إنحصرت هذه القيم ما بين [–3، +3] مما يدل على أن عينة البحث متجانسة فى متغيرات النمو والعمر التدريبى ونتائجها ممثله للمجتمع تمثيلاً إعتدالياً.

أدوات وأجهزة جمع البيانات

الأدوات المستخدمة

- جهاز رستاميتر **Restameter Pe 3000** لقياس إرتفاع القامة لأقرب سم.
- ميزان طبى معايير لقياس الوزن **Medical Scale for Wight** بالكيلو جرام.
- طاولة تنس قانونى + مضرب تنس + كرة تنس.

أجهزة التحليل الحركي (مرفق 1)

- وحدة كمبيوتر متطورة.
- برنامج التحليل الحركي **Simi Motion Analysis**.
- عدد (1) مقياس رسم (50 سم × 50 سم) **Calibration 2D**.
- عدد (2) كاميرا فيديو عالية السرعة من 50 إلى 250 كادر/ثانية من نوع **Fastec Imaging**.
- عدد (2) كارت ذاكرة سعة (64) جيجا بايت ماركة **San Disk**.
- عدد (2) حامل ثلاثي مزود بميزان ماء.
- وصلات كهربائية.

برنامج التحليل الحركي

قام الباحث بالتصوير وإجراء التحليل الحركي لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي مستخدماً برنامج التحليل الحركي (**Simi Motion Analysis**)،

اللحظات قيد البحث

قام الباحث بتحديد لحظات البحث وهي (لحظة المرجحه، لحظة التصادم)

الدراسات الاستطلاعية

أجرى الباحث الدراسة الاستطلاعية يوم السبت الموافق 2020/7/25م بنادي اليرموك بدولة الكويت، وبلغت عينة الدراسة الاستطلاعية (2) لاعبين ومن خارج العينة الأساسية وكان من أهم أهداف هذه الدراسة:

- التأكد من صلاحية المكان الذى سيتم فيه التصوير وأيضاً وسائل وأدوات جمع البيانات.
- تحديد مكان وإرتفاع وضع الكاميرات وزاوية التصوير.
- تحديد أنسب درجة إضاءة مطلوبة تصلح للتصوير.
- التأكد من وضوح العلامات التشريحية أثناء التصوير.
- الكشف عن المشكلات الإدارية والفنية التى قد تظهر أثناء تصوير التجربة الأساسية.
- تجهيز لوحة المعايرة (مقياس الرسم) ومجال الرؤية لأداء المهارة لتحديد أنسب أماكن لوضع الكاميرات.

الدراسة الأساسية

قام الباحث بإجراء التجربة الاساسية يوم الثلاثاء الموافق 2020/7/28م الساعة 12 ظهرا وذلك، حيث تم وضع الكاميرا الاولي علي الجانب الأيمن للاعب و علي بعد 4.20 متر و بزاوية 45 درجة علي اللاعب وعلي ارتفاع 90 سم كما تم وضع الكاميرا الثانية مواجهة للاعب بزاوية 90° درجة و علي بعد 4.20 متر وارتفاع 90 سم وتم وضع الكاميرا الثالثة علي جانب اللاعب الايسر بزاوية 45° درجة و علي بعد 4.20 متر وارتفاع 90 سم وكانت المسافة بين الكامرتين الاولي الثالثة 4.20 متر ، وتم ضبط سرعة الكاميرا علي سرعة 250 كادر/ ث.

المعالجات الاحصائية

بعد إجراء عملية التحليل لعدد (10) محاولات وتجميع النتائج المستخلصة من التحليل الحركى، قام الباحث بإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة لتحقيق أهداف البحث والتأكد من صحة الفروض بواسطة برنامج SPSS، حيث إرتضى الباحث مستوى معنوية 0,05 للدلالة وتم حساب مايلى:

- المتوسط الحسابي Mean
- الوسيط Median
- الإنحراف المعياري Standard Deviation
- معامل الإلتواء Skewness
- معامل الإرتباط البسيط (بيرسون) Pearson Correlation

معادلة تحليل الإنحدار Regression Analysis

عرض ومناقشة النتائج

عرض ومناقشة نتائج لحظة أقصى مرجحة

عرض ومناقشة نتائج مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى الدقة لحظة أقصى مرجحة

يوضح الجدول رقم (2) (مرفق3) الخاص بمصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة أقصى مرجحة، أن هناك عدد (2628) معاملات إرتباط منها عدد (529) معامل إرتباط دال طردي وعدد (251) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (1848) معامل إرتباط غير دال بين المتغيرات بعضها ببعض وذلك عند مستوى معنوية (0,05) ودرجات حرية (0,8) وأن هناك عدد (72) متغير بين المؤشرات البيوميكانيكية ومستوى الدقة، منها عدد (11) معامل إرتباط دال طردي وعدد (10) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (51) معامل إرتباط غير دال من المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة أقصى مرجحة، وبناءاً عليه سوف يقوم الباحث بعمل تحليل الإنحدار المتعدد لأعلى المعاملات الإرتباطية سواء كانت طردية أو عكسية للتعرف على نسب مساهمة هذه المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) للإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي، ومنه يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أساس علمي يمكن الإستفادة منها في التنبؤ بالمستوى المهاري(دقة مستوى الإرسال) لحظة أقصى مرجحة.

جدول (3)

تحليل إنحدار المؤشرات البيوميكانيكية ودقة

الارسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة اقصي مرجحة

المؤشرات البيوميكانيكية	المتوسط لحسابي	الخطأ المعياري	قيمة ف	المقدار الثابت	تحليل الإنحدار						نسبة المساهمة%
السرعة الرأسية للركبة اليسرى	0.286	8.686	10.604	6.939	6.516						45.124
السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر	-0.237	8.605	9.402	5.912	-2.220	-14.865					65.958
السرعة الرأسية للساق اليمني	0.000	8.046	8.786	4.420	-30.179	-17.381	2686020				73.350
السرعة الرأسية للكتف الأيمن	0.212	6.435	3.331	2.420	-38.028	-48.657	3326008	-24.896			88.947
السرعة الأفقية للفخذ الأيسر	0.219	6.730	2.532	2.238	-16.300	-13.661	1249263	-16.422	33.481		93.481

المؤشر الأول : السرعة الرأسية للركبة اليسرى لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (2) مرفق(3)، (3) أن السرعة الرأسية للركبة اليسرى أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة أقصى مرجحة، حيث بلغت نسبة مساهمتها (45,124%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (2)مرفق (3) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعة الرأسية للركبة اليسري ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0,909–) إرتباط عكسى قوي أي أنه كلما قلت السرعة الرأسية للركبة اليسرى كلما زاد مستوى الدقة، ويعزى الباحث ذلك إلى أنه كلما قلت السرعة الرأسية للركبة اليسرى وهى إنثناء قدم الإرتكاز والتى من خلالها يتم النقل الحركى من الطرف السفلي إلى الأطراف إلى الذراع اليمني الممرجحه وهذا يمثل رافعة من النوع الثاني، حيث تتوسط المقاومه بين محور الإرتكاز والقوة والإرتكاز هنا هي (القدم اليسري) والمقاومة متمثلة في جسم اللاعب والقوه متمثلة فى الذراع الممرجحه كما تعتبر هذة المرحله هي المرحله التمهيدية قبل تصادم الكرة بالمضرب كما يعذي الباحث ذلك إلى أن اللاعب الذي يقوم بإرسال الإرسال القاطع بوجة المضرب الخلفي يحتاج إلي إنثناء فى الركبه اليسري حتي تقل السرعة الرأسية للركبة اليسري في مرحلة المرجحه حتي يكون هناك توجية جيد للكره أثناء التصادم، وهذا يتفق مع ما أشار إليه **طلحة حسام الدين وآخرون (2014م)**(6) فى أن النقل يعنى مشاركة المجموعة العضلية المسئولة عن العمل فى كافة أجزاء الجسم لبعضها فى التوقيتات المناسبة لذلك، وقد تكون هذة المشاركة متزامنة أو متتالية، كما هو الحال فى حركة الطرف السفلى كرد فعل فى حركة الطرف العلوى.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b1 \times x1)$$

$$y = 6.939 + 6.516 \times 0.8025 = 8.800$$

(y) = السرعة الرأسية للركبة اليسرى

(a) = المقدار الثابت

(b1) = معامل الإنحدار الأول

(X1)= متوسط المؤشر المساهم

المؤشرالثاني: السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر لمهارة الأرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي في تنس الطاولة خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (2) مرفق(3)، (3) أن السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر ثانى أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي حيث بلغت نسبة مساهمتها (65,958%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (2) مرفق(3) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0.899) إرتباط

طردي أي أنه كلما زادت السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر كلما زاد مستوى الدقة، ويعذي الباحث ذلك إلى أنه كلما زادت السرعة الرأسيه لليد اليسري زادت السرعة الرأسية لليد اليمني وذلك لأن الزراعين يعملان بحركة بندولية وفقاً لتفسيرات الحركة، حيث أن أى حركة رياضية تنقسم إلى مرحلة تمهيديه ومرحلة أساسية ومرحلة المتابعة وغالباً ماتكون المرحلة التمهيدية فى عكس إتجاه الحركة الأساسية فعندما تتم مرجحة الذراع اليسري للخلف ولأعلي تتم مرجحة الذراع اليمني الضاربه للأمام ولأسفل، وهذا يتفق مع كل من **جمال علاء الدين وناهد الصباغ (1999م)(2)**، **محمد عبدالحميد حسن(2012م) (10)** أن المرحلة التمهيدية قد تكون عكس إتجاه الحركة الأساسية ويحدث هذا عندما تكون الحركة دائرة أي تدور حول محور ثابت، حيث تكون المرحلة التمهيدية للحركة عبارة عن المرجحة للخلف أي عكس إتجاه الجزء الرئيسي من الحركة، ووظيفة المرحلة التمهيدية في هذه الحالة هى وضع مركز ثقل الجسم في أعلى طاقة وضع حيث يتحرك الجسم للأمام محولاً طاقة الوضع إلى طاقة حركة مساوية لها لإنجاز الجزء الأساسي من الحركة. (2: 72)

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + + (b_2 \times x_2)$$

$$y = 5.912 + (2.220- \times 0.286) + (14.865- \times 0.237-)= 8.800$$

المؤشر الثالث : السرعه الرأسية للساق اليمنى خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (2) مرفق (3)، (3) أن السرعه الرأسيه للساق اليمنى ثالث أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي حيث بلغت نسبة مساهمتها(73,350%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (2) مرفق (3) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعه الرأسيه للساق اليمنى ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0.889–)إرتباط عكسى أي أنه كلما قلت السرعه الرأسيه للساق اليمنى كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك الى أن اللاعب يقوم بثنى ركبته لأسفل لتقليل الإزاحة الرأسيه لمركز الثقل العام للجسم وبالتالي يستفيد اللاعب من سرعة النقل الحركى المنقول من الطرف السفلي إلى الذراع الضاربة ، وهذا يتفق مع **عادل عبد البصير(1998م)(7)** أن الحركة تنتقل من الجذع إلى الأطراف والعكس ،فى صورة سلسلة كينماتيكية مفتوحة بداية من القاعدة إلى النهاية الحرة أو بمعنى آخر من العضو الأقرب إلى العضو الأبعد بالنسبة للمحور الأساسى للحركة، ومن الأكثر كتلة إلى الأقل كتلة، مما يزيد من سرعة وقوة الحركة الناتجة عن هذه السلسلة. طاقة الوضع.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) +(b_2 \times x_2) +(b_3 \times x_3)$$

y= 4.420 + (30.179- × 0.286) + (17.381- × 0.237-) + (2686020.678 × 0.000003306) = 8.800

المؤشر الرابع : السرعة الرأسية للكتف الأيمن للارسال القاطع بوجة المضرب خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (2) مرفق (3)، (3) أن السرعة الرأسيه للكتف الأيمن رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال حيث بلغت نسبة مساهمتها(88,947%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (2) مرفق (3) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسيه بين السرعة الرأسيه للكتف الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط(0,860–) إرتباط عكسى أى أنه كلما قلت السرعة الرأسيه للكتف الأيمن كلما تحسن مستوي الدقة ويعزي الباحث ذلك إلي الحركة التمهيدية للذراع الضاربة أثناء أداء مهارة الإرسال القاطع بوجة المضرب الخلفي يتطلب الأداء الفني لهذة المهارة إلي تناقص الإزاحة علي المحور الرأسي لعمل الحركة التمهيدية للوصول إلي أقصي مرجحة للخلف إستعداداً للإرتداد بالذراع الضاربة تجاة الكرة، ويتفق ذلك مع نتائج **يونغ هوان وآخرون Yong– Hwan, et al. (2007م)(20)** فى أن السرعة القصوى للمضرب أثناء أداء المرجحة الخلفية تتحدد وفقاً لمقدار الإزاحة الرأسية لكتف الذراع الضاربة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4)$$

Y = 2.420 + (38.028- × 0.286) + (48.657- × 0237-) + (3326008.836 × 0.000003306) + (24.896- × 0.212) = 8.800

المؤشر الخامس : السرعة الأفقية للفخذ الأيسر لمهارة الارسال القاطع بوجه المضرب الخلفي لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (2) مرفق (3)، (3) أن السرعة الأفقية للفخذ الأيسر خامس المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال حيث بلغت نسبة مساهمتها (93,481%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (2) مرفق (3) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعة الأفقية للفخذ الأيسر ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (0.840–) إرتباط عكسي أي أنه كلما قلت السرعة الأفقية للفخذ الأيسر كلما زاد مستوى الدقة، ويعزى الباحث ذلك كنتيجة طبيعية إلي فرد الركبة اليسري فبالتالي تقل درجات الحرية لقدم الإرتكاز وهي القدم اليسري من ثلاث درجات متمثلة فى مفصل الفخذ ومفصل الركبة اليسري ومفصل رسغ القدم إلى درجتان متمثلتين فى مفصل رسغ القدم ومفصل الفخذ، حيث يمثل جسم اللاعب سلسه كينماتيكية مفتوحه بإرتكاز الرجل اليسري علي الأرض وترك الذراع الضاربة حره ويعزي الباحث ذلك إلي أن رياضة تنس الطاولة من الناحية

الكينماتيكية تعتمد على النقل الحركي من عضلات الطرف السفلي وخاصة الرجلين مروراً بالجذع ثم الكتفين وصولاً للذراعين ورسغ اليد ومنه للمضرب، هذا يعني أن كل وصلة من وصلات الجسم ذات الكتلة الكبيرة تتابع واحده تلو الأخرى في نقل الحركة أكثر من الوصلات ذات الكتلة الأقل، وهذا يتفق مع ماأشار إليه **وونج (2007)(19)** تقسم الحركة إلى أربعة أقسام، أولاً السرعة النهائية للوصلات هي أكثر المؤشرات الكينماتيكية تأثيراً في إنتقال كمية الحركة، ثانيًا المؤشرات المرتبطة والتي تؤثر على النقل الحركي هي قِصر الفترة الزمنية التي تنفذ فيها المهارة والتي تتراوح ما بين 40 م/ث إلى 300 م/ث، ثالثاً حدوث المشاركة الدينماكية القوية بين الوصلات، وأخيراً توجد المؤشرات النهائية في الحركات المضادة لجاذبية النقل الحركي.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4) + (b_5 \times x_5)$$

$$y = (1249263.650 \times 0.000003306) + (16.422 \times 0.212) + (33.481 \times 0.219) = 8.800$$

عرض ومناقشة نتائج لحظة التصادم

عرض ومناقشة نتائج مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى الدقة لحظة التصادم

يوضح الجدول رقم (4) مرفق(4) الخاص بمصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة التصادم، أن هناك عدد(2628) معاملات ارتباط منها عدد (529) معامل إرتباط دال طردي وعدد (251) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (1848) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات بعضها ببعض وذلك عند مستوى معنوية (0,05) ودرجات حرية (0,8)، وأن هناك عدد (72) مؤشر بين المؤشرات البيوميكانيكية ومستوى دقة الإرسال لحظة التصادم، منها عدد (8) معامل إرتباط دال طردي وعدد (6) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (58) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة التصادم، وبناءاً عليه سوف يقوم الباحث بعمل تحليل الإنحدار المتعدد لأعلى المعاملات الإرتباطية سواء كانت طردية أو عكسية للتعرف على نسب مساهمة هذه المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) للإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي، ومنه يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أساس علمي يمكن الإستفادة منها في التنبؤ بالمستوى المهاري (دقة مستوى الإرسال)لحظة التصادم للمهارة قيد البحث.

جدول(5)

تحليل إنحدار المؤشرات البيوميكانيكية ودقة

الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة التصادم

المؤشرات البيوميكانيكية	المتوسط لحسابي	الخطأ المعياري	قيمة ف	المقدار الثابت	تحليل الانحدار					نسبة المساهمة %
السرعة الراسية لمنتصف تارة المضرب	-0.161	9.420	10.016	8.846	0.283					55.177
السرعة الراسية للساق اليمني	0.000	8.213	11.931	5.821	5.132	-2078489.157				62.552
السرعة الراسية للمرفق الايمن	-0.465	6.296	4.395	2.863	2.919	966064.857	-17.569			75.319
السرعة الافقية للركبة اليسرى	0.440	5.694	4.669	2.016	8.003	-6154022.518	-63.065	-73.899		85.686
السرعة الراسية للكتف الايمن	0.246	5.750	3.839	1.791	4.116	-3513907.435	-37.007	-41.901	10.017	96.017

المؤشر الأول : السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (4) مرفق (4)، (5) أن السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها(55,177%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (4) مرفق (4) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (0,909) إرتباط طردي أي أنه كلما زادت السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب كلما زاد مستوى الدقة، ويعذي ذلك إلى أن اللاعب يقوم بمرجحة المضرب وذلك حتى يكون هناك قوة في ضرب الكرة لتطويل ذراع القوة، فبالتالي تقل درجات الحرية للذراع الضاربة حيث أنه كلما ذادت سرعة منتصف تارة المضرب زاد الزمن المتبقي لضرب الكرة ويؤكد **عارف فاده وآخرون (2012م)(11)** إلى أن إنقباض مفصل الكوع مع حركة الكب من رسغ اليد تلعب دوراً هاماً فى توليد السرعة اللازمة للأداء والمتمثلة فى سرعة تارة المضرب أثناء لحظة التصادم، بالإضافة إلى أن زوايا مفاصل الجزء العلوي للجسم تؤثر فى أداء مهارتى الضربة الأمامية والخلفية فى رياضات المضرب، حيث أن السرعات الزاوية والتسارع الزاوي للمفاصل يمثل مؤشر للتعرف على سرعة المقذوف وهو الكرة والناتج عن قوة التصادم مع تارة المضرب.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1)$$

$$y = 8.846 + (0.283 \times 0.161-) = 8.800$$

المؤشر الثاني : السرعة الرأسيه للساق اليمنى لمهارة الإرسال القاطع بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (4) مرفق (4)، (5) أن السرعة الرأسيه للساق اليمنى ثاني المؤشرات مساهمة في دقة الارسال خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها(62,552%) وهذا يتفق

مع نتائج جدول رقم (4) مرفق (4)الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسيه للساق اليمنى ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (0,861) إرتباط طردى، أي أنه كلما زادت السرعة الرأسيه للساق اليمنى كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك إلى أنه أثناء عملية الضرب يقوم اللاعب بفرد الركبة اليمني حتي يتسني له توجية الكره للأمام ولأعلي حتي تصل الكرة في المناطق الأكثر صعوبة حيث يسمح هذا الوضع التشريحي كينماتيكياً إلي زيادة دقة توجية الكرة، وهذا يتفق مع ما أشار إليه **مارينوفيك وآخرون Marinovic et, al. (2004م) (18)** فى أن هناك علاقة بين سرعة الكرة والنقل الحركي، حيث أن الضربات ذات السرعة العالية للكرة تتطلب نقل حركي من الأطراف إلى جسم المضرب.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + + (b_2 \times x_2)$$

$$y = 5.821 + (5.132 \times 0.161-) + (2078489.175- \times 0.000)= 8.800$$

المؤشر الثالث : السرعة الرأسية للمرفق الأيمن لمهارة الإرسال بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (4) مرفق (4)، (5) أن السرعة الرأسية للمرفق الأيمن رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها(75,319%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (4) مرفق (4)الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسية للمرفق الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (0,847) إرتباط طردي، أي أنه كلما زادت السرعة الرأسية للمرفق الأيمن تحسنت الدقة، ويعذي الباحث ذلك إلي أنه كلما زادت سرعة المرجحه أدى ذلك إلي إكساب اللاعب فترة زمنية أكبر يستطيع من خلالها تحديد المكان المناسب لضرب الكرة بدقة عاليه وكذلك من الناحية الفنيه لأداء الإرسال يستلزم علي اللاعب رفع المرفق إلي أعلي حتي يكون هناك قوة في ضرب الكره، ويتفق ذلك مع كل من **خالد عبد العزيز (2005م) (3)**، فى أن السرعة الرأسية ليد الذراع الضاربة تؤثر على سرعة المقذوف خلال لحظة التصادم وتعتبر هى أكبر سرعة فى جميع اجزاء الذراع خلال أداء المرحلة التمهيدية للمرجحة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b1 \times x1) + (b2 \times x2) + (b3 \times x3)$$

$$y= 2.863 + (2.919 \times 0.161-) + (966064.857 \times 0.000) + (17.569- \times 0.465-) = 8.800$$

المؤشر الرابع: السرعة الأفقية للركبة اليسري لمهارة الإرسال خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (4) مرفق (4)، (5) أن السرعة الأفقية للركبة اليسري رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها (85,686%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (4) مرفق (4) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعة الأفقية للركبة اليسري ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (0,836-) إرتباط عكسي، أي أنه كلما قلت السرعة الأفقية للركبة اليسري كلما زاد مستوى الدقة، ويعذي الباحث ذلك أن اللاعب يقوم بتثبيت مفصل الركبة وجعل اليد الضاربة حره وتمثل هنا رافعه من النوع الثاني حيث يكون محور الإرتكاز علي القدم اليسري ومحور المقاومة الجسم ومحور القوه الذراع الضاربة، مما يساعد على إكساب مركز ثقل الجسم سرعة تنتقل منه طبقاً لقاعدة النقل الحركى الى الجذع ومنه للذراع الضاربة، وهذا يتفق مع **طلحة حسام الدين وآخرون (2014م) (6)** أن القوة المنتجة من الذراعين تعملان كروافع يختلف نوعها طبقاً لنوع المقاومة التى تقابلها هذه القوة وموقع محور الأرتكاز بالنسبة لنقاط القوة والمقاومة، ونتيجة لذلك تحدث زيادة فى قيم السرعة الزاوية للنقاط التشريحية الثلاث فى هذه اللحظة (المرفقين،الجذع،الركبتين).

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b1 \times x1) + (b2 \times x2) + (b3 \times x3) + (b4 \times x4)$$

$$y = 2.016 + (8.003 \times 0.161-) + (6154022.518 \times 0.000) + (63.056- \times 0.465-) + (73.899- \times 0.0440) = 8.800$$

المؤشر الخامس : السرعة الرأسية للكتف الأيمن للإرسال خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (4) مرفق (4)، (5) وشكل(10) أن السرعة الرأسيه للكتف الأيمن خامس المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال حيث بلغت نسبة مساهمتها (96,017%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (4) مرفق (4) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسيه للكتف الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (0,755) إرتباط طردي أى أنه كلما زادت السرعة الرأسيه للكتف الأيمن في إتجاة الارض حيث تمثل هذة المرجحه زيادة في منحني المرجحه الخلفية أدى إلى زيادة الفترة الزمنية قبل عملية الضرب وبالتالي يتثنى للاعب فرصة أكبر لدقة الضرب، كما أن قوة الضربة تتمثل فى قدرة الذراع الضاربة على التسارع فى الإتجاه الرأسى لأعلى حتى يساعد فى دقة توجيه الكرة، ويتفق ذلك مع كل من **خالد عبد العزيز (2005م) (3)**فى أن السرعة الرأسية ليد الذراع الضاربة تؤثر على سرعة المقذوف خلال لحظة التصادم وتعتبر هى أكبر سرعة فى جميع أجزاء الذراع خلال أداء المرحلة التمهيدية للمرجحة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4) + (b_5 \times x_5)$$

$$Y = 1.791 + (4.116 \times 0.161-) + (3513907.435- \times 0.000) + (37.007- \times 0.465-) + (41.901- \times 0.440) + (10.017 \times 0.246) = 8.800$$

الإستنتاجات والتوصيات

الإستنتاجات

- السرعة الرأسية للركبة اليسري، رسغ اليد الأيسر، الساق اليمني، الكتف الأيمن لحظة المرجحة ساهموا فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت 45,124%، 65,958%، 73,350%، 88,947% على التوالى.
- السرعة الأفقية للفخذ الأييسر لحظة المرجحة ساهمت فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت 93,481%.
- السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب، الساق اليمني، المرفق الأيمن، الكتف الأيسر لحظة التصادم ساهموا فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت 55,177%، 62,552%، 75،319%، 96,017% علي التوالي.
- السرعة الأفقية للركبة اليسري لحظة التصادم ساهمت فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث بنسبة مساهمة بلغت 85،686%.

التوصيات

- التركيز علي المؤشرات البيوميكانيكية المساهمة فى مستوي دقة أداء المهارة قيد البحث أثناء التدريب مع مراعاة أولوية هذة المؤشرات أثناء تنمية القدرات البدنية الخاصة بكل مؤشر.
- التركيز علي تنمية التوافق الحركي لكل من الذراعين والجذع والرجلين من خلال وضع تدريبات نوعية خاصة فى برامج التدريب لتطوير المهارة قيد البحث.
- إستخدام تدريبات القوة المميزة بالسرعة للذراع الضاربة والتى تعمل على توليد أكبر قدر ممكن من السرعة اللازمة للأداء والمتمثلة فى سرعة تارة المضرب أثناء لحظة التصادم والتى تساهم فى زيادة الدقة للمهارة قيد البحث.
- تطبيق المعادلات التنبؤية المستخلصة من الدراسة بشكل عملي للمساهمة في زيادة مستوى الدقة للمهارة قيد البحث.

المراجع
المراجع العربية

1- **جمال محمد علاء الدين وناهد أنور الصباغ:** علم الحركة، ط6، دار الكتاب، القاهرة، 1996م.

2- **جمال محمد علاء الدين وناهد أنور الصباغ:** علم الحركة، ط7، دار الكتاب، القاهرة،1999م.

3- **خالد عبد العزيز أحمد:** تأثير حركة رسغ اليد أثناء أداء الضربة الأمامية القطرية فى رياضة الإسكواش على سرعة المقذوف، مجلة علم النفس المعاصر والعلوم الإنسانية، مركز البحوث النفسية، كلية الاداب، جامعة المنيا، المجلد السادس عشر، إبريل 2005م.

4- **خالد عبد العزيز أحمد:** تأثير برنامج تدريبى نوعى لعنصرى القوة والمرونة على سرعة المقذوف فى مهارة الضربة الأمامية للاعبى الإسكواش، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية، جامعة المنيا، 2003م.

5- **خالد نعيم على:** تأثير بعض الجمل الحركية المقترحة على السلوك الخططى لناشئ الإسكواش، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم، جامعة حلوان، 2004م.

6- **طلحة حسام الدين وآخرون:** أبجديات علوم الحركة – المدخل البيوميكانيكى فى دراسات علوم الحركة، مركز الكتاب الحديث، القاهرة، 2014م.

7- **عادل عبد البصير على** : الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق فى المجال الرياضى، ط2، مركز الكتاب للنشر، القاهرة،1998م.

8- **فاطمة فاروق راتب:** بيوميكانيكية الضربة الخلفية المستقيمة وعلاقتها بالتوازن العضلي لعضلات الطرف السفلي للاعبي الإسكواش، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية، جامعة المنيا، 2014م.

9- **محمد إبراهيم شحاته:** التطبيقات الميدانية للتحليل الحركى فى الجمباز، المكتبة المصرية، الاسكندرية، 2006م.

10-**محمد عبد الحميد حسن:** تطبيقات ونظريات علم الحركة في الرياضات الجماعية، مطبعة جامعة الزقازيق، الزقازيق، 2012م.

المراجع الاجنبية

11- **Ariff Fadiah, et al. (2012):** Joint angle production during squash forehand and backhand stroke, Paper presented at the 30th international conference on biomechanics in sports, Australia – Melbourne.

12- **Chet Murphy (1998):** Advanced Tennis. Dubuque, Lowa.

13- **Elliott Bruce (2006):** Biomechanics and Tennis. British journal of sports medicine, 40(5) pp 392-396.

14- **Elliott, B., Marshall, R., & Noffal, G. (1996):** The role of upper limb segment rotations in the development of racket-head speed in the squash forehand. Journal of sports sciences, 14(2) pp 159-165.

15- **Herzog Walter (2000):** Muscle properties and coordination during voluntary movement. Journal of sports sciences, 18(3) pp 141-152.

16- **Kyung, L. & Hee-Kyung, L. (2007):** An analysis on kinematically contributing factors at impact of forehand drive motion in squash. Korean journal of sport biomechanics, 17(1) pp 29-39.

17- **Lees Adrian (2003):** Science and the major racket sports: a review. Journal of sports sciences, 21(9) pp 707-732.

18- **Marinovic, W., Ilzuka, C. A, & Freudenheim, A. M. (2004):** Control of striking velocity by table tennis players. Perceptual and Motor Skills, 99(3) pp 1027-1034.

19- **Wong P.K.C.(2007):** Developing an intelligent table tennis umpiring system. International Conference on Intelligent Systems and Agents 2007,3-5 July 2007, Lisbon, Portugal.

20- **Yong-Hwan, et al. (2007):** The kinematic analysis of the upper extremity during backhand stroke in squash. Korean journal of sport biomechanics, 17(2) pp 145-156.