دراسة تحليلية بايوكينماتيكية ثلاثية الابعاد لكمية الحركة المحصلة لاجزاء الجسم عند أداء الضربة الخلفية (المستقيمة – القطرية) بالتنس

أ.د. حسين مردان عمر م.م. ضحى طارق
جامعة القادسية – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة جامعة القادسية – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
hussein.omer@qu.edu.iq sporteacher10@qu.edu.iq

استلام البحث : ٢٠٢٣/٨/١٣
قبول البحث : ٢٠٢٣/٩/٢٦

ملخص البحث

ان كمية الحركة (الزخم) المحصلة هي مقدار الاستمرارية وهي مركبة من ثلاثة اتجاهات للسرعة مختلفة (امامية-خلفية ويمين-يسار واعلى-اسفل) مضروبة في كتلة هذه الأجزاء، تم استخدام برنامج التحليل الحركي ثلاثي الابعاد (APAS). ان الهدف من البحث هو التعرف على قيم كمية الحركة المحصلة لاجزاء الجسم عند أداء نوعي الضربة الخلفية (المستقيمة - القطرية) في لعبة التنس والمقارنة بينهما ، تكونت عينة البحث من (١٢ مشاهدة) تم اعتمادها من لاعبين اثنين يمثلان المنتخب الوطني العراقي ، اجري الاختبار والتصوير في ملعب التنس في كلية التربية الرياضية في الجامعة التقنية ، توصلنا الى ان لليد زخم اكبر في الضربة الخلفية القطرية مقارنة بالضربة الخلفية المستقيمة وذلك بسبب طول مسار اليد ، وان الفخذ ستنحني الى الامام بشكل اكبر في الضربة الخلفية المستقيمة اما في الضربة الخلفية القطرية فانها ستضل ثابتة لان الارتكاز سيكون عليها ولايسمح وضعها التشريح بالثني اماما.

الكلمات المفتاحية: تنس ، الضربة الخلفية ، ثلاثي الابعاد ، كمية الحركة

A three-dimensional study of the momentum parts of the body when performing the backstroke (straight - diagonal) in tennis

Prof.Dr. Hussein Mardan Omer *A.L. Dhuha Tariq Shawkat*

Abstract

The resultant momentum is the amount of continuity, and it is a compound of three directions of different speeds (front-back, right-left, and up-down) multiplied by the mass of these parts. The three-dimensional motion analysis program (APAS) was used. The purpose of the research is to identify the values of the resultant momentum of body parts when performing the two types of backhand strokes (straight - diagonal) in tennis and to compare them. The research sample consisted of (12 views) adopted from two players representing the Iraqi national team. The test and photography were conducted on the tennis court at the College of Physical Education at the Technical University. We found that the hand has more momentum in the diagonal backhand stroke compared to the straight backhand stroke due to the length of the hand's path. The thigh will bend forward more in the straight backhand stroke, but in the diagonal backhand stroke, it will remain fixed because the support will be on it and its anatomical position does not allow it to bend forward.

Keywords: *Tennis, Backstroke, Three-dimensional, momentu*

١- المقدمة:

تعد الضربة الخلفية من المهارات الأساسية التي يجب على اللاعبين امتلاكها رغم صعوبتها وكثرة استخدامها وهي من المهارات الدفاعية والهجومية على حد سواء، وتستخدم هذه المهارة في كثير من الأوقات وعليه توجب تحسين اداء اللاعب في هذه المهارة من خلال تقييم أدائه ، ويعد التحليل الكمي أكثر موضوعيه. لأنه يعتمد على القياسات حيث يمكن قياس المتغيرات البايوكينماتيكية من خلال برامج تحليل الفيديو وتستخدم للتقييم ومن الضروري استخدام برامج تحليل الحركات في ثلاثية الابعاد لغرض بناء قاعدة بيانات دقيقة تساهم في دقة الأداء.

وللتحليل الحركي فوائد كثيرة منها "استخدام التحليل الحركي الذي ينعكس على أداء المهارات الرياضية بشكل متسلسل وانسيابي ومتوافق مع التقليل من حالات تقطع أداء الحركات، والذي سوف ينعكس ايجابيا على مستوى اللياقة البدنية وآلية استعمال عناصرها بما يخدم الأداء فضلا عن معرفة المدرب والرياضي لمقادير الكميات الميكانيكية النوعية المنجزة مثل شكل الأداء، درجة الأداء، ووضع الجسم"(5: 171)

ولقد تم تحليل هذه المهارة بعدة طرائق من خلال تصويرها من الجانب في تحليل حركي ثنائي الابعاد وبمتغيرات كينماتيكية ،ويلاحظ افتقار هذه المهارة الى معلومات التحليل من ثلاثة ابعاد ، اذ ان توفر هذه المعلومات الجديدة ستؤدي الى اظهار سلوك هذه المتغيرات من عدة مسطحات ، وهذه الضربة تستخدم لوضع المنافس تحت الضغط والسيطرة على النقطة ، وعليه لابد من اتقانها ، ان عدم وجود دراسات تحليلية ثلاثية الأبعاد ببرامج حديثه واكثر دقه لشمول كافة المتغيرات الخاصة بهذه الضربة أدت بنا على استخدام التحليل الثلاثي الابعاد ببرنامج (APAS) العالمي كون التحليل بهذا البرنامج يكون أكثر صدقا و بشكل مقارب للحقيقة ، ان برامج التحليل الحركي لثلاث ابعاد تستخدم خوارزميات لعرض الفيديو من الأعلى أو الاسفل وإن لم يتم تصوير المشهد من الأعلى او الأسفل، وقابلية دوران المشهد تعتمد على بعض قوانين المثلثات وهو خاص بالبرنامج(٢: ١٦)، فضلاً الى انه يحد الكثير من الاخطاء التي نقلتها الدراسات السابقة كون ان المتغير المسيطر قد تم دراسته من بعدين فقط ، اذا ان الابعاد الثلاثة تحدد جميع مسارات أجزاء الجسم او الكرة في الفضاء من حيث الاقتراب والارتفاع والابتعاد ويعطي المتغيرات قيمتها بشكل أكثر دقة.

١- الغرض من الدراسة:

أ- التعرف على قيم الزخم (كمية الحركة) لاجزاء ند أداء الضربة الخلفية (المستقيمة - القطرية) في لعبة التنس.

ب- التعرف على الفروق في قيم الزخم لاجزاء الجسم بين نوعي الضربة الخلفية (المستقيمة - القطرية) في لعبة التنس.

٣- منهجية البحث وإجراءاته الميدانية

٣-١ منهج البحث:

ان المنهج هو الطريق الذي يتبعه الباحث في دراسته لحل مشكلة البحث، وقد اعتمدنا المنهج الوصفي بنمط الدراسات العلية المقارنة اذ تحاول بعض الدراسات الوصفية ان تكشف لا عن ماهية الظاهرة فقط ولكن اذا كان ممكناً كيف ولماذا تحدث هذه الظاهرة، انها تقارن جوانب التشابه والاختلاف بين الظاهرات.(٤ : ٣١٢-٣٣٩)

٣-٢- مجتمع وعينة البحث:

حددت الباحثة مجتمع البحث وهم لاعبي نادي الكوفة/ النجف الاشرف وتم اختيار (٢) لاعبين بالطريقة العمدية وذلك للحصول على نتائج تخدم أهداف البحث ، ووفقا لكل نوع من نوعي مهارة الضربة الأرضية الخلفية بخطي اللعب (المستقيم - القطري) فقد تم استبعاد (٢) لاعبين واعتماد (٦) محاولات ناجحة لكل لاعب ، أذ بلغ عدد المحاولات (١٢) محاولة لكل نوع من نوعي الضربة، ويوضح الجدول (١) مواصفات العينة وتجانسهم.

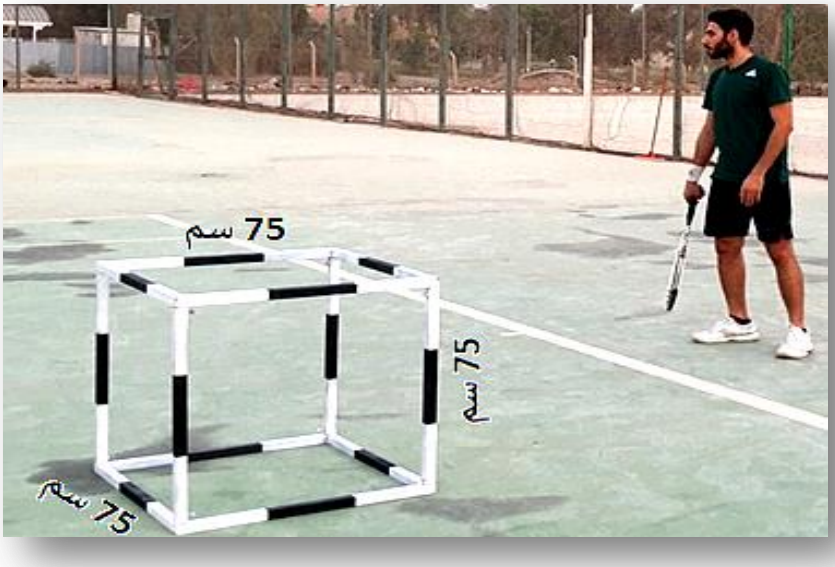
جدول (١) : يبين مواصفات اللاعبين وتجانسهم

التسلسل	المتغيرات	وحدة القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف
١.	الطول الكلي	سم	176	0.001	0.001
٢.	الكتلة	كغم	75	3.924	5.232
٣.	العمر	سنة	30	1.412	4.707
٤.	العمر التدريبي	سنة	5.3	0.514	9.698

٣-٣- الوسائل والأجهزة والأدوات والبرمجيات المستخدمة في البحث:

١. المصادر العربية والأجنبية.
٢. آلات تصوير فيدوية عدد (٢) (اثنان للتحليل الحركي ثلاثي الابعاد).
٣. برنامج التحليل الحركي ثلاثي الابعاد (APAS).
٤. جهاز قاذف كرات نوع (wilson) امريكي المنشأ ، الشكل (١).
٥. مضارب تنس نوع (Wilson) امريكي المنشأ عدد (٤).
٦. كرات تنس نوع (Wilson) امريكي المنشأ عدد (٣٠).
٧. ميزان طبي.
٨. ملعب تنس نظامي.
٩. مقياس رسم ثلاثي الأبعاد مكعب الشكل بقياسات (٧٥) سم ، كما موضح في الشكل (٢).
١٠. شريط قياس.
١١. شريط لاصق ملون.
١٢. لواصق نقاط الجسم.

شكل (١) يوضح جهاز قاذف الكرات



شكل (٢) يوضح مقياس رسم ثلاثي الابعاد

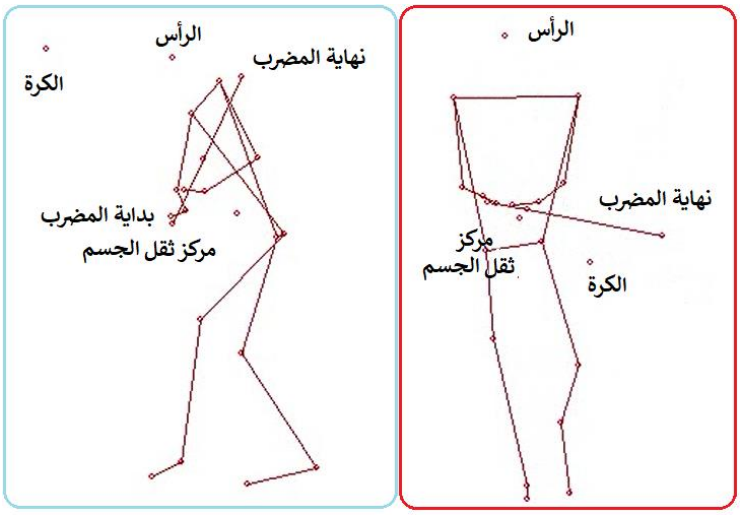
٣-٤- المتغيرات البايوميكانيكية والتحليل الحركي ببرنامج (APAS):

تم تحديد السرعة الخطية المحصلة القصوى من تحليل ثلاثي الابعاد (بعد تركيب السرعة في الاتجاه الافقي والجانبي والعمودي) لعدد (٢١ نقطة) ، منها (١٧) نقطة على مفاصل وأجزاء الجسم وفق تسلسل ربط الأجزاء ببعضها و(٢ نقطة) للمضرب (بداية المضرب ونهايته) ، و(١ نقطة) للكرة و(١ نقطة) لمركز ثقل الجسم تم ايجاده بواسطة البرنامج، وكما موضح في الشكل (٣) ، اما الشكل (٤) فيوضح تخطيط الجسم ، والشكل (٥) يوضح الرسوم المتسلسلة من بداية الحركة الى نهايتها.

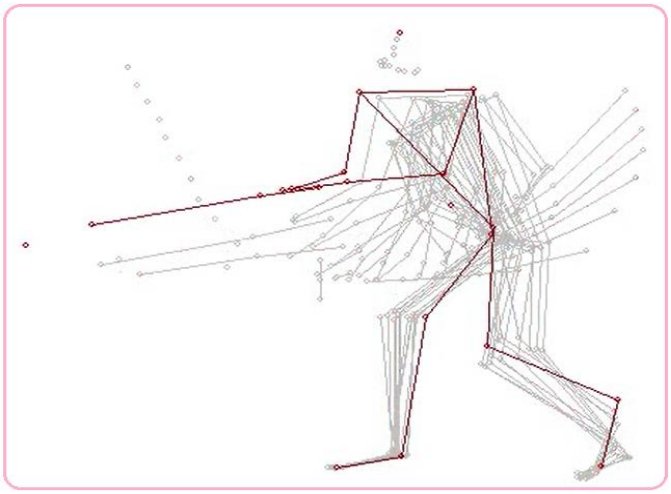
تمثلت النقاط بالأتي:

١-مقدمة القدم اليمين	٢-الكاحل اليمين	٣-الركبة اليمنى
٤-الورك اليمين	٥-الورك اليسار	٦-الركبة اليسرى
٧-الكاحل اليسار	٨-مقدمة القدم اليسار	٩-بداية قبضة الكف اليمين
١٠-الرسغ اليمين	١١-المرفق اليمين	١٢-الكتف اليمين
١٣-الكتف اليسار	١٤-المرفق اليسار	١٥-الرسغ اليسار
١٦-بداية قبضة الكف اليسار	١٧-الرأس	١٨-بداية مقبض المضرب
١٩-نهاية المضرب	٢٠-الكرة	٢١-مركز ثقل الجسم

شكل (٣) يوضح نقاط مفاصل وأجزاء الجسم والمضرب والكرة ومركز ثقل الجسم



شكل (٤) يوضح تخطيط الجسم من خلال برنامج (APAS) وعليها بعض أسماء النقاط



شكل (٥) يوضح الرسوم المتسلسلة من بداية الحركة الى نهايتها

٣-٥- التجربة الرئيسية:

أجريت في يوم الاحد الموافق ٢٠٢٢/٨/٢٨ في تمام الساعة الثالثة مساءآ، على ملعب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة / النجف الاشرف وبوجود فريق العمل المساعد وبتهيئة كافة مستلزمات التجربة، والسماح لّلاعبين بأخذ الوقت الكافي للإحماء وذلك للوصول إلى المستوى المطلوب للاختبار، وتم انجاز التجربة النهائية لأجراء اختبار الضربة الخلفية في التنس وإعطاء مجموعه من المحاولات لكل لاعب لجمع النتائج حول المتغيرات قيد الدراسة بشكل دقيق، والشكلين (٦) و(٧) يوضحان التجربة الميدانية المصورة من واجهة البرنامج والرسوم المتسلسلة.

شكل (٦) يوضح التجربة الميدانية المصورة من واجهة البرنامج

شكل (٧) يوضح التجربة الميدانية المصورة من واجهة البرنامج مع الرسوم المتسلسلة

ووفقاً لبرنامج (APAS) فان تصميم ميدان التجربة تتطلب تواجد التي تصوير كحد أدنى ولا يهم مدى بعد وقرب الالتين بقدر تغطيتهما لمشهد الأداء، وحسب أداء اللاعب فان التي التصوير ستكون بينهما زاوية لمشهد الأداء لغرض بيان جميع أجزاء الجسم، وفق الترتيب الأتي:

- **آلة التصوير رقم (١):** تم وضع آلة التصوير رقم (١) نوع (أيفون) بشكل عمودي على الجانب الايسر من اللاعب المختبر وعلى مستوى خط القاعدة للملعب (The Best Line) وكانت سرعة آلة التصوير (٦٠) صورة/ثانية وكان ارتفاع آلة التصوير (١٥٠) سم عن سطح الأرض وببعد (٨متر) متراً عن موقع أداء اللاعب وذلك من اجل تغطية حركة اللاعب في أثناء الأداء.
- **آلة التصوير رقم (٢):** وتم ضبطها بنفس مواصفات الكاميرا الأولى من حيث السرعة والاطار والدقة ، وتقع على يمين المختبر وعلى نفس الابعاد والارتفاعات ، وهي من كاميرات تحليل الحركة.

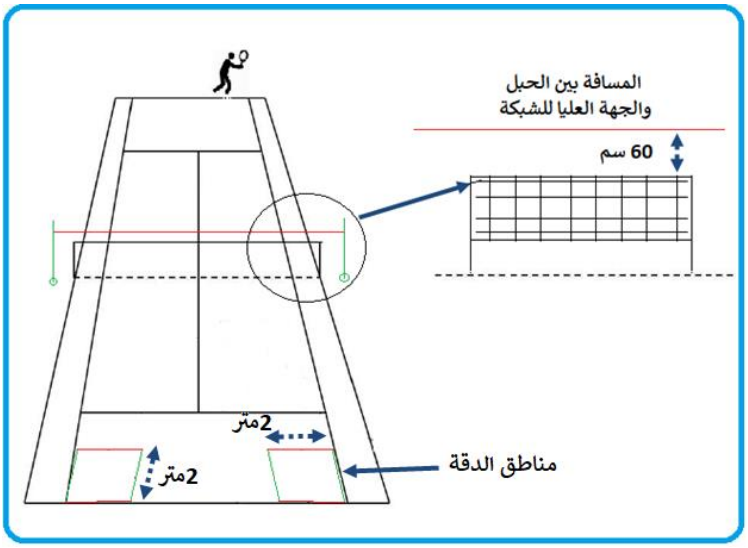
شكل (٨) يوضح بداية الحركة ونهايتها من التي التصوير على يمين اللاعب وعلى يساره

اعتمدنا على اختبار دقة الضربة الخلفية (المستقيمة-القطرية) بالتنس من (Machar Reid &Bruce Elliott ٢٠٠٧) (٦ : ٤٧-٦٨)

وفي هذا الاختبار يتم تقسيم زاوية الملعب الفردي بشريط ملون الى (**٢×٢ متر**) وتوضع شبكة اصطناعية فوق الشبكة الأساسية للملعب بارتفاع (٠.٦) سم ، وكما موضحة في الشكل (٩) ، بعدها يتم تشغيل جهاز قاذف الكرات باتجاه اللاعب وعلى المكان المحدد لسقوط الكره وبعد ذلك يقوم اللاعب بضرب الكرة باتجاه ملعب المنافس ومن شروط الأداء:

- آلة الكرة تعمل بسرعه ثابته لجميع اللاعبين.
- يتوجب على اللاعب أداء الضربة الخلفية القطرية أولا ومن ثم الضربة المستقيمة ثانيا.

- يتوجب على اللاعب تسديد الكرات تحت شبكة اصطناعية معلقة ٠.٦ متر أعلاه ، وبالتوازي مع الجزء العلوي من الشبكة والأرض ٢ م × ٢ م "المناطق المستهدفة".
- يستمر الجهاز بتسليم الكره الى اللاعب حتى يصل لثلاث محاولات ناجحة لكل نوع من انواع الضربة الخلفية (المستقيمة – القطرية) وعندها يتم الانتهاء من التصوير.



شكل (٩) يوضح مخطط الاختبار الضربة الأرضية الخلفية (المستقيمة -القطرية)

٣-٦- المعالجات الإحصائية: استخدمنا المعالجات الإحصائية بالحزمة الإحصائية ومنها:

الوسط الحسابي.

الانحراف المعياري.

معامل الاختلاف.

قانون (ت) للعينات المترابطة.

٤- عرض وتحليل ومناقشة النتائج

٤-٢ عرض وتحليل ومناقشة نتائج المتغيرات الكيناتيكية

٤-٢-١- كمية الحركة

جدول (٢) يبين محصلة قيم كمية الحركة (الزخم) لاجزاء الجسم اثناء أداء الضربة الخلفية (القطرية-المستقيمة)

ت	الجهات	الاجزاء	القطري		المستقيم		الفروق		قيمة	مستوى
			سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع	ت	الدلالة
1	يمين	قدم	0.12	0.03	0.13	0.06	0.000	0.069	0.009	0.993
2		ساق	0.43	0.11	0.55	0.23	0.124	0.199	1.523	0.188
3		فخذ	1.16	0.56	0.92	0.34	-0.243	0.502	-1.186	0.289
4		جذع	0.14	0.03	0.12	0.02	-0.025	0.022	-2.784	0.038
5		يد	0.03	0.00	0.02	0.00	-0.012	0.007	-4.220	0.008
6		ساعد	0.28	0.10	0.22	0.07	-0.066	0.108	-1.510	0.192
7		عضد	0.44	0.15	0.54	0.13	0.100	0.145	1.701	0.150
8	يسار	قدم	0.21	0.09	0.16	0.04	-0.055	0.101	-1.334	0.240
9		ساق	0.59	0.21	0.49	0.08	-0.104	0.281	-0.907	0.406
10		فخذ	0.89	0.34	1.36	0.32	0.473	0.438	2.647	0.046
11		جذع	0.19	0.14	0.19	0.07	0.005	0.115	0.111	0.916
12		يد	0.01	0.00	0.01	0.00	-0.001	0.003	-0.745	0.490
13		ساعد	0.25	0.08	0.17	0.03	-0.076	0.056	-3.324	0.021
١٤		عضد	0.75	0.60	0.43	0.17	-0.317	0.491	-1.583	0.174
15	الوركين		1.10	0.65	1.44	0.50	0.335	0.877	0.935	0.393
16	الكتفين		2.46	0.43	1.77	0.41	-0.698	0.662	-2.581	0.049

تبين من الجدول وجود فروق معنوية في محصلة الزخم (كمية الحركة) لبعض اجزاء الجسم ، اذ لوحظ وجود فرق معنوي في كل من محصلة زخم (الجذع واليد لجهة اليمين في القطري كان اكبر) وكل من (الفخذ والساعد لجهة اليسار في المستقيم كان اكبر) كما تبين وجود فرق في قيمة محصلة الزخم للكتفين ، ويلاحظ وجود أجزاء مخالفة في الجهات ففي اليمين تشارك كل من الجذع واليد في استمرارية الجسم وكل من الفخذ والساعد في اليسار. ان كمية الحركة قد تم حسابها من خلال (ضرب السرعة المحيطية للاجزاء في كتلتها) لان البرنامج وضعه ضمن التقسيم الزاوي للبيانات ، وهذا يعني ان الأجزاء البعيدة لديها سرعات محيطية اكبر من الأجزاء القريبة فضلا عند تساوي الكتل ، أي ان افضل تفسير هو مكان تواجد هذه الأجزاء فاللاعب الذي قدم قدمه اليمين الى الامام سيكون قد مسك القبضة ويده اليمنى اقرب الى جسمه من اليد اليسرى ففي النوع القطري ستكون لليد زخم اكبر من المستقيم وذلك بسبب طول مسار اليد ، ولنفس التفسير يعود زخم الساعد الايسر(٣ : ٨٣)، اما الفخذ فانها ستنحني الى الامام بشكل اكبر في الضربة المستقيمة اما في الضربة القطرية فانها ستضل ثابتة نوعيا لان الارتكاز سيكون عليها ولايسمح وضعها التشريح بالثني اماما ، إن مساحة الضرب ونقطة الاتصال ترتبط بثلاثة أبعاد وهي : تضرب الكرة على ارتفاع بين الركبة والوسط ، تضرب الكرة من الجانب وامام الجسم بانحراف بسيط ، تضرب الكرة وهي بمسافة من الجسم.(١ : ٩١)، وفي الكتفين فيعود الزخم الكبير الى طول مسار مركز الكتفين فيظهر الزخم في القطري اكبر من المستقيم.

٥- الاستنتاجات والتوصيات

٥-١- الاستنتاجات

بعد عرض وتحليل ومناقشة النتائج استنتجت الباحثة الاتي:

١. في الضربة الخلفية القطرية ستكون لليد زخم اكبر من الضربة الخلفية المستقيمة وذلك بسبب طول مسار اليد

٢. الفخذ ستنحني الى الامام بشكل اكبر في الضربة الخلفية المستقيمة اما في الضربة الخلفية القطرية فانها ستضل ثابتة لان الارتكاز سيكون عليها ولايسمح وضعها التشريح بالثني اماما.

٣. السرعة اللحظية كانت اكبر في الضربة الخلفية القطرية وذلك لايصال الكرة الى منطقة ابعد من منطقة دقة الضربة الخلفية المستقيمة.

٥-٢- التوصيات:

من خلال الاستنتاجات توصي الباحثة الاتي:

١. ضرورة استخدام برامج التحليل الحركي ثلاثي الابعاد لان الحركة يتم دراستها في فضائها الحقيقي

٢. الاهتمام بأداء مهارة الضربة الخلفية بنوعيها القطري والمستقيم.

٣. اجراء دراسات وابحاث عن المهارات الأخرى

المصادر

١. أمين أنور الخولي، وجمال الدين الشافعي (٢٠٠١) : **التنس – التاريخ- المهارات والخطط- قواعد اللعب**، ط ١، القاهرة، دار الفكر العربي، ص٩١.

٢. حسين مردان عمر (٢٠١٩) : **مواضيع في البايوميكانيك**، ط٢، دار الكتب والوثائق، مطبعة جامعة ديالى، العراق، ص١٦.

٣. حسين مردان عمر (٢٠٢٣) : **البايوميكانيك والرياضة** ، ط١ ، مطبعة جامعة ديالى ، ص٨٣.

٤. ديو بولد ب فان دالين (١٩٧٧) : **مناهج البحث في التربية وعلم النفس**، (ترجمة:محمد نبيل نوفل واخرون) ، القاهرة، مطابع سجل العرب ص٣١٢ - ٣٣٩.

٥. محمد جاسم محمد الخالدي، حيدر فياض حمد العامري (٢٠١٠) : **اساسيات_البايوميكانيك**، ط١، شركة دار الاحمدي، جامعة الكوفة، العراق ، ص١٧١.

٦. Machar Reid &Bruce Elliott (2007) : **The one- and two-handed backhands in tenni**, Sports Biomechanics Volume 1, 2002 - Issue 1,Pages 47-68 | Published online.