بيوميكانيكية الإرسال القاطع في رياضة التنس الارضي

أ.م.د. احمد محمود سعيد الدالي

يرتبط مفهوم الحركة البشرية بالفهم الدقيق للطرق التي يتحرك بها الجسم وكيفية إتمامها والمؤثرات التي تحدد إطار عملها، ويمثل التعرف علي مكونات النظام المتحرك أولي خطوات دراسة الحركة، الأمر الذي يتطلب دقة التحليل لكل من العمل العضلي المصاحب للحركة ومسبباتها من خلال معرفة ما يحدث أثناء الحركة وما يحكم هذه الحركة من قوانين ومباديء ميكانيكية .

يمكن تصنيف مهارة ضربة الإرسال من أعلي الكتف كإحدى مهارات الرمي في رياضة التنس، حيث أن الإرسال يهدف إلي تحقيق أعلي سرعة خطية للكرة مع دقة هبوطها في نقطة مثالية داخل مربع الإرسال بعيداً عن متناول المنافس، ولتحقيق هذه الأهداف يعمل جسم اللاعب من خلال عمل أجزاءه مع أطرافه كسلسلة من الوصلات في سياق نقل حركي من أسفل لأعلي لتوليد اكبر عزم للطرف الأخير المسئول عن ضرب الكرة، والتي تترجم ما يحدث في باقي الوصلات من متغيرات كينماتيكية وكيناتيكية تخدم هدف أداء مهارة ضربة الإرسال لوجود عمل متبادل بين القوي وناتج القصور الذاتي المتمثل في محصلة العزوم للعضلات العاملة تحقق في النهاية هدفها الميكانيكي. (١)،(٩)

تعد ضربة الإرسال هي الضربة الوحيدة في مباريات التنس التي تعطيك الكثير من المزايا، حيث تعطيك الفرصة لضبط اللعب لإحراز النقاط، كما أن الإرسال يكسبك ميزة نفسية نتيجة كونك في وضع المهاجم واضعاً منافسك في موقف الدفاع عن ملعبه.

بالإضافة إلي أن إتقان ضربة الإرسال تمكن اللاعب من كسب النقاط بدون مجهود بالجري لملاقاة الكرة والدفاع عن ملعبه. (٢ : ١٢٩)

والإرسال من أهم المهارات الأساسية في التنس التي تتميز بالجمال والانسياب الحركي لاعتماد اللاعب في أدائه علي أداء فني يميزه (الأداء التكنيكي المميز) الذي يعبرعن التركيب الحركي للمهارة وذلك في إطار الأساسيات المهارية للتنس. (١٠: ٣٢)

هناك ثلاث أنواع للإرسال في رياضة التنس ينبغي علي اللاعبين إتقانها نظراً لان كل واحد منها يستخدم مع أنماط مختلفة لمواقف اللعب، والمنافسين، والمباريات، وعادة ما يمزج اللاعبون المتميزون هذه الثلاثة أنواع معاً داخل مواقف اللعب مما يساعدهم علي التفوق علي أقرانهم، فعن طريق مهارات الإرسال يمكن للاعب التحكم بمجريات أمور اللعب داخل أشواط ارسالاته وخلق فرص سهلة لصالحة وذلك في مباريات الفردي والزوجي علي حد سواء.(٩: ٢١٢)

يعتبر الإرسال القاطع أكثر فاعلية وتأثير من الناحية أليسري للاعب المرسل "للاعب الأيمن" حيث يسمح دوران الكرة المصاحب لهذا الإرسال بأن يضع اللاعب المستقبل خارج الملعب، بالإضافة إلي أن مسار الكرة فوق الشبكة يرسم قوس منخفض لأسفل وللخارج يضع اللاعب المستقبل خارج الملعب أثناء الاستقبال. (٢: ١٢٧،١٢٨)

لاحظ الباحث من خلال متابعة البطولات المتنوعة محلياً ودولياً ومن خلال اشتغاله في مجال تخطيط الأحمال البدنية لرياضة التنس انه بالرغم من الأهمية البالغة لمهارة ضربة الإرسال كمتغير مهاري وخططي لحسم كثير من النقاط إلا أن تعليم وتدريب المهارة قيد الدراسة ما زال يعتمد محلياً في مجملة علي الخبرة الذاتية والتقليد أكثر منه استنادا علي نظريات وأساليب علمية سليمة للخصائص الفنية للمهارة قيد الدراسة وذلك في ضوء الشروط القانونية والاداءات الفنية المثلي، الأمر الذي قد يترتب علية ظهور العديد من المشكلات الحركية المرتبطة بالأداء بما يضعف فاعليتها علي المستوي المحلي في ظل الفكر السائد ، والذي يتمثل في الفروق الملحوظة في سرعة الكرة بين اللاعبين المحليين والعالميين وعدم قدرة الناشيء علي توظيف قدراته التوافقية والبدنية وترجمتها في الأداء المهاري لضربة الإرسال للحصول علي أفضل ناتج من سرعة ودقة التصويب، أيضا عدم تنفيذ الواجب الحركي المطلوب بما يتطلبه الأداء من كمية حركة أثناء ضربه الإرسال كعامل هام في ضرب الكرة.

هذا ما دفع الباحث إلي دراسة الخصائص الفنية المميزة لمهارة ضربة الإرسال من خلال التحليل البيوميكانيكي لمحاولة الخروج بنقاط القوة والضعف في الأداء الفني بالإضافة إلي إمكانية استخدامها كمحك تقييمي لمستوي الأداء الفني، و دراسة العمل العضلي من خلال تحليل عمل العضلات العاملة ونسب مشاركتها في الأداء.

أهداف البحث

١- دراسة الخصائص البيوميكانيكية لمهارة الإرسال القاطع.

٢- التعرف علي النشاط الكهربي العضلي وترتيب العضلات الأساسية العاملة من حيث بداية الاستجابة للانقباض ونسب مشاركتها في الأداء.

تساؤلات البحث

١- ما هي الخصائص البيوميكانيكية المميزة لتكنيك أداء مهارة الإرسال القاطع.

٢- ما هي قيم الشغل العضلي المبذول للنشاط الكهربي للعضلات الأساسية العاملة وترتيب العضلات من حيث سرعة الانقباض إثناء أداء مهارة الدراسة.

إجراءات البحث

منهج البحث

استخدم الباحث المنهج الوصفي "The Descriptive Method" باستخدام جهاز قياس النشاط الكهربي للعضلات "Electromyograph" والتحليل الفيديوجرافي باستخدام التصوير بالفيديو والتحليل الحركي لمهارة الدراسة.

عينة البحث

تم اختيارعينة البحث بالطريقة العمدية، حيث تمثلت من لاعب واحد ضمن اللاعبين المصنفين عالمياً.

خطوات إجراء البحث

- تم إعداد وضبط أجهزه القياس علي النحو التالي:

أ) جهاز قياس النشاط الكهربي للعضلات (Electromyography EMG) :

قام الباحث بإجراء تجربة استطلاعية لتحديد العضلات العاملة أثناء أداء مهارة الدراسة والتأكد من عمل وحدات الإرسال ووحدات الاستقبال وضبط سعة التردد للإشارات الكهربائية المستخرجة من جهاز قياس النشاط الكهربي للعضلات والتأكد من سلامه قنوات التسجيل حيث تم تسجيل نشاط سبع عضلات؛ بالتزامن مع عملية التصوير وهذه العضلات هي:

جدول (١) العضلات العاملة أثناء أداء مهارة الدراسة

م	العضلة	Muscle
١	العضلة الصدرية العظمي – الجزء العلوي	The Pectoralis Major - Lateral Part
٢	العضلة المستقيمة الفخذية	Quadriceps Femoris - Rectus Femoris
٣	العضلة الدالية – الفص الداخلي	Deltoid - Anterior Part
٤	العضلة البطنية المستقيمة	Rectus abdominis
٥	العضلة القابضة للرسغ الزندية	Flexor Carpi ulnaris
٦	العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية	Triceps
٧	العضلة القابضة لرسغ اليد	Extensors of Wrist

- **المتغيرات المرتبطة بتحليل إشارات النشاط الكهربي العضلي :**

١. نسبة مشاركة العضلات في الأداء (الشغل / التحميل) Work – Loading

٢. ترتيب العضلات من حيث بداية الانقباض (التفعيل – التنشيط) Activation Order

ب) التصوير السينمائي والتحليل الكينماتوجرافي :

قام الباحث بإجراء تجربة استطلاعية لعملية التصوير كان الهدف منها :

- التأكد من أماكن وضع الكاميرات.
- ضبط الكاميرات الرقمية ووضعها عمودية علي مجال مهارة الدراسة.
- وضع العلامات الضابطة العاكسة للضوء علي مفاصل اللاعب.
- تم تصوير نظام المعايرة Calibration في مجال أداء مهارة الدراسة.
- قام اللاعب بأداء عدد كبير من مهارة الارسال القاطع لاختيار أفضل محاولة لإجراء عملية التحليل الحركي.

المتغيرات المرتبطة بالتحليل البيوميكانيكي:

١. التحليل الزمني لمراحل أداء مهارة الدراسة.

٢. الإزاحة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم العام أثناء أداء مهارة الدراسة.

٣. السرعة الأفقية والرأسية والمحصلة لمركز ثقل الجسم.

الدراسات المرجعية :

١. اجري احمد هاني احمد طلعت (٢٠٠٤)(١) دراسة بعنوان" الخصائص الكينماتيكية لمهارة الضربة الخلفية اللولبية بيد واحدة وبكلتا اليدين في التنس" استهدفت الدراسة محاولة التعرف علي الخصائص الكينماتيكية لكل من الضربة الخلفية اللولبية بيد واحدة وبكلتا اليدين بالإضافة إلي دراسة الفروق بين كلتا الطريقتان؛ وقد تم اختيار العينة بالطريق العمدية من مجموعتين أحداهما يقوم بأداء مهارة الدراسة بيد واحدة وعددهم ٣ ثلاث للاعبين والمجموعة الثانية التي تقوم بأداء مهارة الدراسة بكلتا اليدين وعددهم ٣ ثلاث للاعبين؛ واستخدم الباحث المنهج الوصفي؛ وكانت أهم نتائج الدراسة زيادة الإزاحة الأفقية للضربة الخلفية بيد واحدة كما أن المسار الحركي لمركز ثقل الجسم علي المحور الصادي لوحظ زيادة في تغيير الإزاحة الرأسية للضربة الخلفية اللولبية بيد واحدة في مرحلة ضرب الكرة مقارنة بالضربة الخلفية بكلتا اليدين نظراً لانثناء الركبتين بصورة اكبر من الضربة الخلفية اللولبية بيد واحدة

، مما يؤدي إلي غطس الجسم لأسفل لمساعدة دوران الرسغ تحت مستوي ضرب الكرة لإحداث اللولبة المطلوبة.

٢. اجري ناصرغريب احمد (٢٠٠٠) (٥) دراسة بعنوان "دراسة تحليلية لبعض المتغيرات المهارية والخططية للاعبي التنس المساهمة في نتائج المباريات" تهدف الدراسة التعرف علي المهارات والخطط المساهمة في حسم النقاط في الأشواط والمجموعات والمباريات حيث تم عمل دراسة مسحية للمباريات المحلية في مصر والمباريات العالمية في فردي الرجال وجاءت أهم نتائج الدراسة أن نسبة نجاح الضربة الخلفية للاعبين المصرين (٣٩٠٤٦ %) من جملة أداء المهارة واللاعبين العالميين نسبة نجاحهم (٤٣٠٦ %) من جملة أداء المهارة.

٣. اجري اينوموتو–ك "K-Enomoto" (١٩٩٧) (٧) دراسة بعنوان "التحليل الكينماتيكي وقياس النشاط الكهربي للضربات الخلفية في التنس لبعض اللاعبين المصابين وغير المصابين بالتهاب اللقمة الوحشية" تهدف الدراسة إلي التعرف علي الفروق بين اللاعبين المصابين وغير المصابين بالتهاب اللقمة الوحشية في تأدية الضربة الخلفية بيد واحدة وبكلتا اليدين، واشتملت العينة علي ٢٢ لاعب تم اختيارهم بالطريقة العمدية تم تقسيمهم إلي أربع مجموعات/ المجموعة الأولي والثانية من اللاعبين المصابين بالتهاب اللقمة الوحشية يستخدمون الضربة الخلفية بيد واحدة وكلتا اليدين والمجموعة الثالثة والرابعة من اللاعبين غير المصابين بالتهاب اللقمة الوحشية ويستخدمون الضربة الخلفية بيد واحدة وكلتا اليدين، استخدم الباحث المنهج الوصفي كما استخدم التحليل الإحصائي باستخدام تحليل التباين بين الطرفين، وجاءت أهم نتائج الدراسة أن اللاعبين الذين يستخدمون الضربة الخلفية بيد واحدة أكثر عرضه للإصابة بالتهاب اللقمة الوحشية (Tennis Elbow) لعدم استقرار مفصل المرفق لحظة ضرب الكرة بالإضافة إلي ظهور تماثل في قمة منحني السرعة الزاوية لمفصل المرفق والسرعة الخطية للمضرب في كلا الضربتين بيد واحدة وكلتا اليدين للمجموعة الثالثة والرابعة أما بالنسبة للمجموعة الأولي والثانية لم يحدث تماثل في قمة منحني السرعة الزاوية لمفصل المرفق والسرعة الخطية للمضرب في كلا الضربتين بيد واحدة وكلتا اليدين وذلك لتفاديهم الألم لحظة ضرب الكرة.

٤. اجري س– جينجارا وآخرون "Gingara C and others" (١٩٩٣) (٨) دراسة بعنوان "التحليل السينماتوجراف الالكترومايوجراف للمرفق لمهارتي الضربة الخلفية بيد واحدة وبكلتا اليدين" حيث تهدف الدراسة إلي مقارنة النشاط الكهربي العضلي لثلاث عضلات باسطة للمرفق "Elbow Extensors" والعضلة القابضة لرسغ اليد "Wrist Flexor" والعضلة

الكابه للعضد " Forearm Pronator" للذراع الرئيسية في تأدية مهارة الضربة الخلفية بيد واحدة وبكلتا اليدين للاعبي التنس في المستويات العليا، واشتملت العينة علي (١٤) لاعب يؤدون الضربة الخلفية بيد واحدة و(١٣) لاعب يؤدون الضربة الخلفية بكلتا اليدين من ذوي المستويات العليا وقد أظهرت نتائج الدراسة من خلال التحليل الالكترومايوجراف في نشاط اعلي في تكنيك الضربة الخلفية بكلتا اليدين للعضلة القابضة الكعبرية للرسغ (Flexor Corpi Radialis Muscle) خلال المرحلة التمهيدية وفي العضلة الكابه المستديرة (Pranator Teros Muscle) خلال مرحلة التسارع، مما يشير إلي استمرارية أداء مدي كب (Pronation) اكبر عن طريق اليد المساعد في الضربة الخلفية وظهر النقص في العقدة الوحشية (Lateral Epicondy Litis) عند اللاعبين الذين يستخدمون مهارة الضربة الخلفية بكلتا اليدين، وذلك النقص ليس سببه هو نقص في النشاط الكهربي العضلي للعضلات الباسطة ولكن سببه بعض العوامل المرتبطة بأخطاء ميكانيكية حركية في الأداء والتي تظهر في طريقة الأداء للضربة الخلفية بيد واحدة.

التعليق علي الدراسات المرجعية

تباينت الأهداف الخاصة بالدراسات المرجعية في كونها محاولة إما للتعرف علي الخصائص الكينماتيكية لبعض المهارات الأساسية في رياضة التنس أو التطرق إلي الإصابات التي قد تحدث نتيجة لأداء احدي هذه المهارات بصورة خاطئة مما يؤدي إلي ضرورة التعرف علي الطرق والأساليب التي من الممكن عن طريقها تفادي تلك الإصابات بوضع البرامج التدريبية المساعدة لتفادي حدوث مثل تلك الإصابات، أو للمقارنة بين طرق الأداء المختلفة لإحدى المهارات الأساسية بيد واحدة وبكلتا اليدين والتعرف علي الفروق الميكانيكية للأداء، مستخدمين المناهج العلمية المناسبة لطبيعة الدراسة (وصفي وتجريبي ومسحي) وكذلك المعاملات الاحصائيه المناسبة للاستخراج وتفسير نتائج الدراسات، حيث اعتمد الباحثون في اختيار العينات علي اللاعبين المحلين والدوليين وكان المنهج المستخدم في الدراسات التي استخدمت اللاعبين العالمين المنهج ألمسحي عن طريق تتبع النتائج ودراستها من خلال إجراء تحليل لنتائج المباريات.

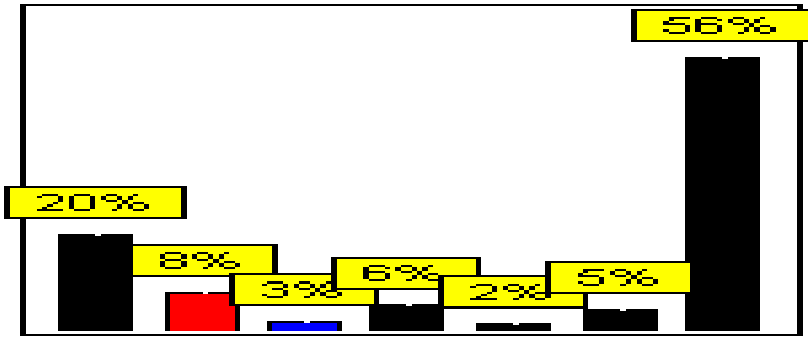
عرض ومناقشة نتائج الدراسة :

- **أولا : عرض نتائج المتغيرات المرتبطة بتحليل إشارات النشاط الكهربي العضلي:**

❖ **نسب مشاركة العضلات الشغل / التحميل Work – Loading**

جدول (٢) مقادير الشغل المبذول للعضلات العاملة

م	العضلة	مساحة الشغل لكل عضلة	مساحة الشغل الكلية
١	العضلة الصدرية العظمي الجزء العلوي	١٢٧ µVss ٢٠%	٦٣٠ uVss
٢	العضلة المستقيمة الفخذية	٥٢ µVss ٨%	
٣	العضلة الدالية – الفص الداخلي	١٧ µVss ٣%	
٤	عضلات البطن	٣٦ µVss ٦%	
٥	العضلة المادة لرسغ اليد	١٣ µVss ٢%	
٦	العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية	٣١ µVss ٥%	
٧	العضلة القابضة لرسغ اليد	٣٥٤ µVss ٥٦%	



شكل (١) النسب المئوية للشغل المبذول للعضلات العاملة

مناقشة نتائج المتغيرات المرتبطة بتحليل إشارات النشاط الكهربي العضلي:

أولا : مناقشة نتائج نسب مشاركة العضلات الشغل / التحميلWork – Loading

أظهرت نتائج قياس النشاط الكهربي العضلي لعضلات الدراسة أثناء أداء مهارة "الإرسال القاطع" كما في جدول (٢) وشكل (١) أن قيم النشاط الكهربي العضلي الكلي لعضلات الدراسة بلغت" µVss ٦٣٠ ميكروفولت "، وأن قيم النشاط الكهربي العضلي للعضلة " القابضة للرسغ الزندية " بلغ µVss ٣٥٤ بنسبة مئوية قدرها ٥٦% من النشاط الكلي حيث سجلت اعلي نسبة مشاركة في الأداء، ثم جاءت العضلة " العضلة الصدرية العظمي – الجزء العلوي " لتسجل نشاط كهربي قدرة µVss ١٢٧ وبنسبة مئوية قدرها ٢٠% مسجلة ثاني اعلي نسبة مشاركة في الأداء، ثم جاءت العضلة "المستقيمة الفخذية" في المرتبة الثالثة من حيث نسبة المشاركة في الأداء مسجلة قيم نشاط كهربي قدرها µUVss ٥٢ وبنسبة مئوية قدرها ٨%، ثم سجلت العضلة "البطنية المستقيمة " نشاطاً كهربياً قدرة µVss ٣٦ وبنسبة مئوية قدرها ٦ % احتلت به المركز الرابع في ترتيب العضلات من حيث نسب المشاركة في الأداء، وجاءت العضلة "ذات الثلاث

رؤوس العضدية" في الترتيب الخامس من حيث نسبة المشاركة في الأداء بنشاط كهربي قدرة ٣١ µVss وبنسبة مئوية قدرها ٥ % ، وجاءت العضلة "الدالية – الفص الداخلي" و العضلة "المادة لرسغ اليد" في المرتبة السادسة والمرتبة الأخيرة بالترتيب مسجلين نشاطاً كهربياً قدرة ١٧µVss وبنسبة مئوية قدرها ٣% و ١٣ µVss وبنسبة مئوية قدرها ٢%.

من الاستعراض السابق للقيم الخاصة بالنشاط الكهربي العضلي لعضلات الدراسة ونسب مشاركة هذه العضلات في الأداء نجد أن هناك تفاوت ملحوظ بين نسب المشاركة حسب متطلبات الأداء حيث كانت مشاركة العضلة " القابضة للرسغ الزندية " والعضلة "الصدرية العظمي – الجزء العلوي " اكبر مشاركة في الأداء بالإضافة إلي المشاركة الفعالة للعضلة "المستقيمة الفخذية" لإتمام عملية النقل الحركي بين الطرف السفلي والطرف العلوي من الجسم، وبالتالي انتقال القوة العضلية عن طريق مفاصل الجسم إلي أن تصل إلي الذراع الضاربة للكرة.

❖ **ترتيب العضلات من حيث بداية الانقباض(التفعيل – التنشيط) Activation Order**

جدول (٣) ترتيب العضلات من حيث بداية الانقباض أثناء أداء مهارة الدراسة

م	العضلة	ترتيب العضلات	سرعة الاستجابة الحركية لعضلات الدراسة بالثانية
١	العضلة القابضة للرسغ الزندية	الأولي	٠,٠٠ Sec
٢	العضلة الصدرية العظمي– الجزء العلوي	الثانية	٠,١٠ Sec
٣	العضلة المستقيمة الفخذية	الثالثة	٠,٤٦ Sec
٤	العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية	الرابعة	٠,٦٤ Sec
٥	العضلة البطنية المستقيمة	الخامسة	١,٩٠ Sec
٦	العضلة الدالية – الفص الداخلي	السادسة	٢,٤٠Sec
٧	العضلة المادة لرسغ اليد	السابعة	٢,٤٦ Sec

ثانياً : مناقشة نتائج ترتيب العضلات من حيث بداية الانقباض (التفعيل – التنشيط) Activation Order :

بدراسة جدول (٣) والذي يوضح ترتيب العضلات من حيث بداية الانقباض وسرعة الاستجابة للنشاط نجد أن " العضلة القابضة للرسغ الزندية " سجلت أسرع استجابة حركية لأداء مهارة الدراسة مع بداية العمل العضلي، وجاءت " العضلة الصدرية العظمي الجزء العلوي " في المرتبة الثانية من حيث سرعة الاستجابة الحركية للأداء مسجلة زمن قدرة ٠,١٠ ثانية، وجاءت في المرتبة الثالثة " العضلة المستقيمة الفخذية " فقد جاءت استجابتها الحركية للأداء سريعة مسجلة زمن قدرة ٠,٤٦ ثانية، وجاءت الاستجابة الحركية للعضلة " ذات الثلاث رؤوس العضدية " في

المرتبة الرابعة حيث سجلت زمن قدرة ٠,٦٤ ثانية، ثم سجلت العضلة " المستقيمة البطنية " المرتبة الخامسة بزمن استجابة قدرة ١,٩٠ ثانية، وفي الترتيب السادس والسابع علي التوالي جاءت العضلات " الدالية – الفص الداخلي " و" العضلة المادة لرسغ اليد " مسجلين أزمنة استجابة حركية قدرها ٢,٤٠ ثانية و ٢,٤٦ ثانية.

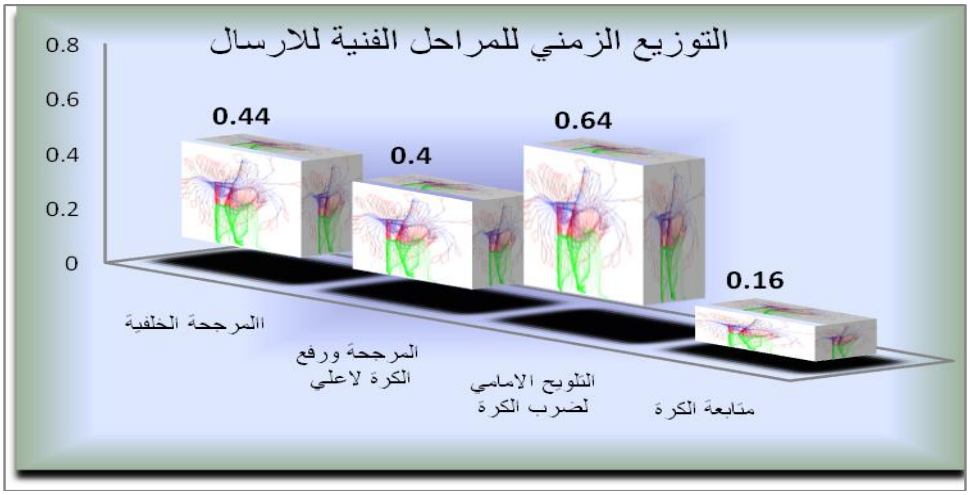
بالنظر إلي نتائج ترتيب العضلات من حيث بداية الانقباض العضلي نجد أن هناك ادوار مختلفة تقوم بها عضلات الدراسة وان جميع العضلات المختارة للتحليل الكهربي تتميز بالفاعلية والمشاركة في الأداء المهاري لمهارة الدراسة ولكن بنسب مختلفة مما يعطي أولوية تدريب هذه العضلات تدريباً مكثفاً للاستفادة منها لتنمية وتطوير الأداء المهاري لمهارة الإرسال القاطع.

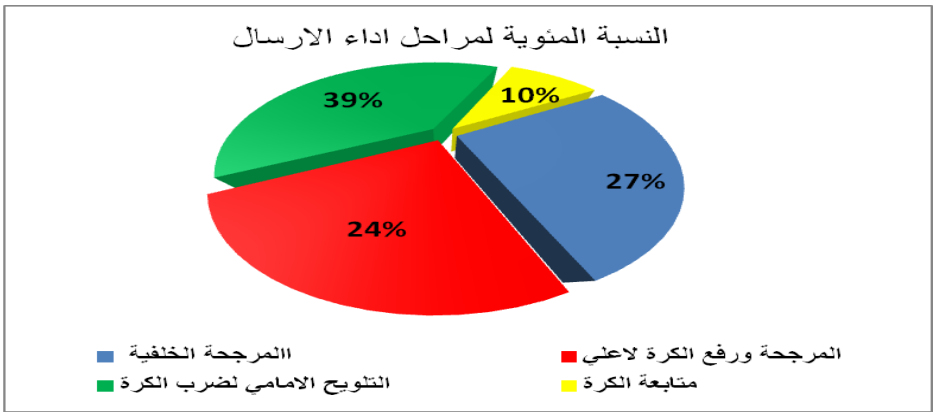
- **ثانياً : عرض نتائج المتغيرات البيوميكانيكية لمهارة الدراسة:**

❖ **أولا/ زمن مراحل الأداء والنسب المئوية لها :-**

جدول (٤) يوضح التوزيع الزمني والنسب المئوية لمراحل أداء مهارة الإرسال القاطع

المراحل الفنية	الزمن (ث)	النسبة المئوية
المرجحة الخلفية	٠,٤٤ ث	% ٢٧
المرجحة ورفع الكرة لأعلي"TOOS"	٠,٤٠ث	% ٢٤
التلويح الأمامي لضرب الكرة	٠,٦٤ث	% ٣٩
متابعة الكرة	٠,١٦ث	% ١٠
الزمن لكلي لأداء المهارة	١,٦٤ث	%١٠٠





شكل (٢) التوزيع الزمني والنسب المئوية لمراحل أداء مهارة الإرسال القاطع

❖ **مناقشة نتائج التوزيع الزمني والنسب المئوية لمراحل أداء مهارة الإرسال القاطع:**

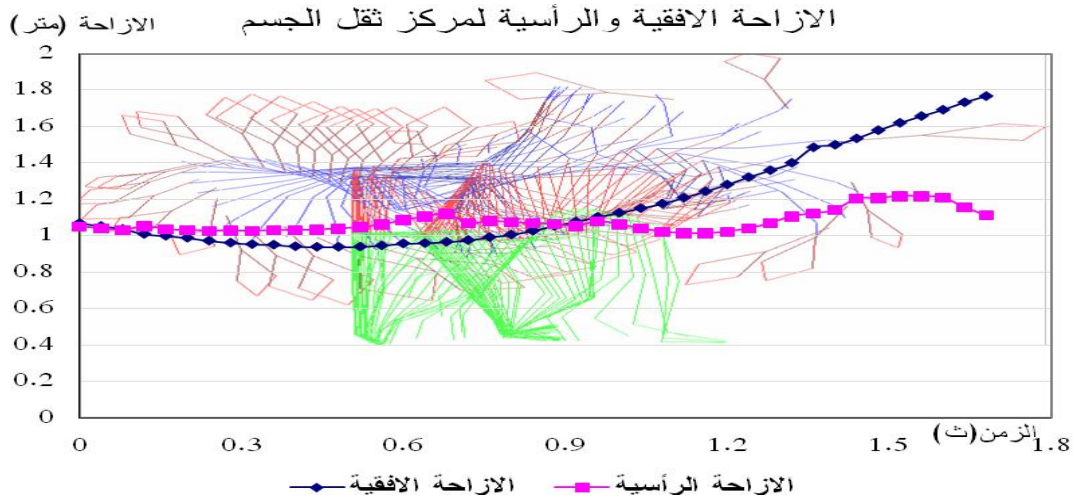
بدراسة جدول (٤) والشكل البياني (٢) نجد أن الزمن الكلي لأداء المهارة الإرسال القاطع بلغ زمن قدرة (١,٦٤ث) والمراحل الفنية لأداء المهارة تنقسم إلي أربع مراحل، تبدأ بمرحلة "المرجحة الخلفية للمضرب" وقد استغرقت زمن قدرة (٠,٤٤ث) وبنسبه مئوية (٢٧ %) من الزمن الكلي لأداء المهارة، وجاء زمن المرحلة الثانية "المرجحة ورفع الكرة لأعلي" "TOOS" لأداء مهارة الإرسال القاطع (٠,٤ث) بنسبة مئوية قدرها (٢٤ %)، ثم المرحلة الثالثة لأداء المهارة وهي مرحلة " التلويح الأمامي لضرب الكرة " واستغرقت زمن قدرة (٠,٦٤ث) من الزمن الكلي لأداء المهارة وبنسبة مئوية قدرها (٣٩ %)، ثم المرحلة النهائية لأداء المهارة وهي مرحلة "متابعة الكرة " وكان زمنها (٠,١٦ث) من الزمن الكلي لأداء المهارة وبنسبة مئوية (١٠ %).

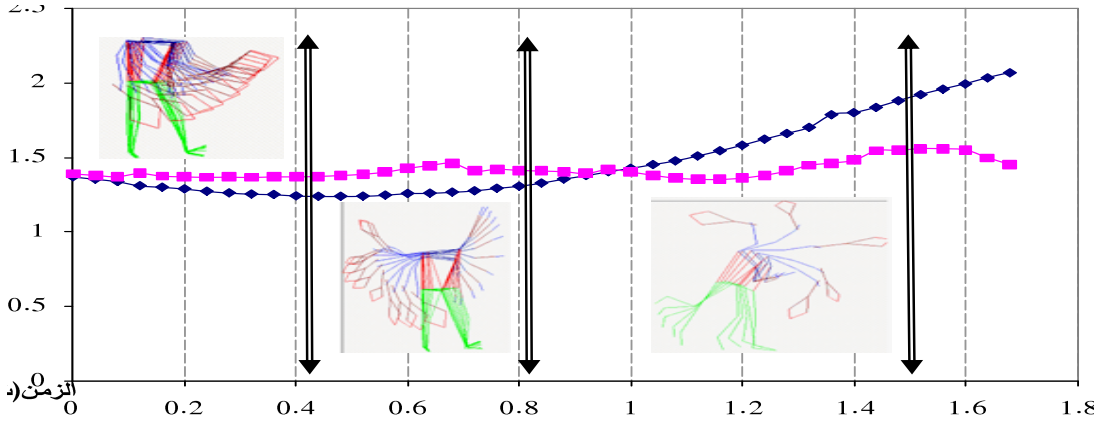
من الاستعراض السابق لأزمنة المراحل الفنية الأربعة لأداء مهارة الدراسة نجد أن مرحلة التلويح الأمامي لضرب الكرة سجلت اكبر الأزمنة من الزمن الكلي لأداء مهارة الإرسال القاطع، يوضح ذلك أهمية هذه المرحلة، حيث تتمثل الأهمية الفنية لهذه المرحلة في كونها المرحلة الأساسية لأداء المهارة التي يتم في نهايتها ملامسة الكرة للمضرب وضرب الكرة ويرجع السبب الأساسي لطول زمن هذه المرحلة أن اللاعب المرسل يقوم بتوجيه الجسم واليد الضاربة في نهاية هذه المرحلة لمواجهه الكرة، وسجلت مرحلة رفع الكرة لأعلي "TOSS" اقل الأزمنة وذلك لما لهذه المرحلة من أهمية قصوى ايضاً حيث يتميز أداء هذه المرحلة بالدقة والتحكم في التوجيه للكرة لملاقاتها بالمضرب "الهدف الحركي".

ثانياً : عرض لنتائج المتغيرات البيوميكانيكية لمهارة الإرسال القاطع :

جدول(٥) المتغيرات البيوميكانيكية لمهارة الإرسال القاطع

زمن (ث)	الإزاحة الرأسية	الإزاحة الأفقية	السرعة الرأسية [m/s]	السرعة الأفقية [m/s]	السرعة المحصلة [m/s]
0.04	1.042	1.053	0	0	0
0.12	1.054	1.009	−0.041	−0.417	0.419
0.2	1.032	0.988	−0.143	−0.305	0.336
0.28	1.03	0.961	−0.003	−0.24	0.24
0.36	1.032	0.95	0.033	−0.148	0.151
0.44	1.035	0.938	0.11	−0.062	0.126
0.52	1.049	0.939	0.318	0.117	0.339
0.6	1.087	0.957	0.464	0.168	0.493
0.68	1.121	0.966	−0.115	0.211	0.24
0.76	1.082	0.992	0.058	0.384	0.388
0.84	1.07	1.027	−0.162	0.548	0.571
0.92	1.054	1.077	−0.295	0.617	0.684
1	1.064	1.126	−0.245	0.617	0.664
1.08	1.024	1.176	−0.308	0.732	0.794
1.16	1.015	1.244	0.111	0.907	0.914
1.24	1.043	1.322	0.582	0.982	1.141
1.32	1.108	1.401	0.628	0.999	1.18
1.4	1.142	1.5	0.699	1.022	1.238
1.48	1.207	1.58	0.411	1.212	1.28
1.56	1.217	1.658	0.045	0.985	0.986
1.64	1.157	1.734	−0.673	0.926	1.144





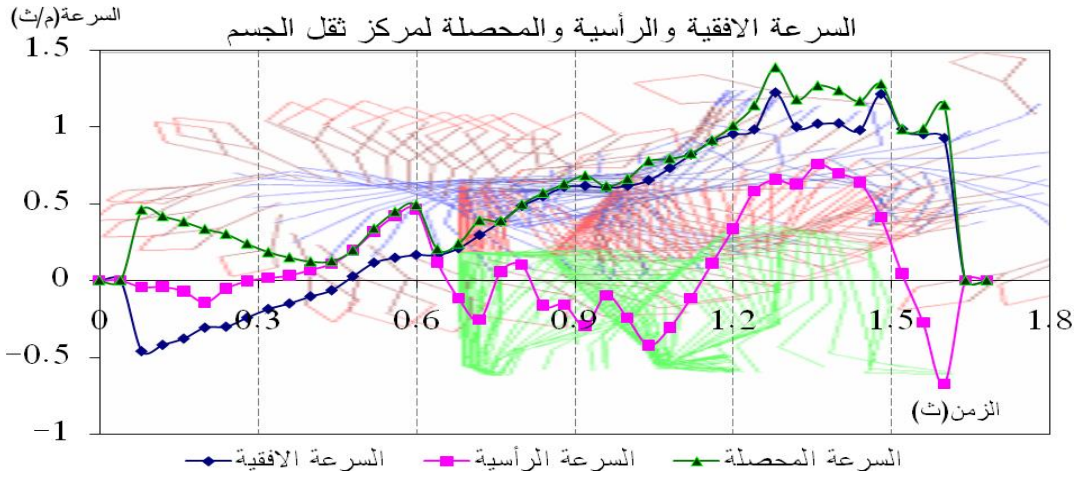
شكل (٣) الإزاحة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم أثناء أداء مهارة الإرسال القاطع

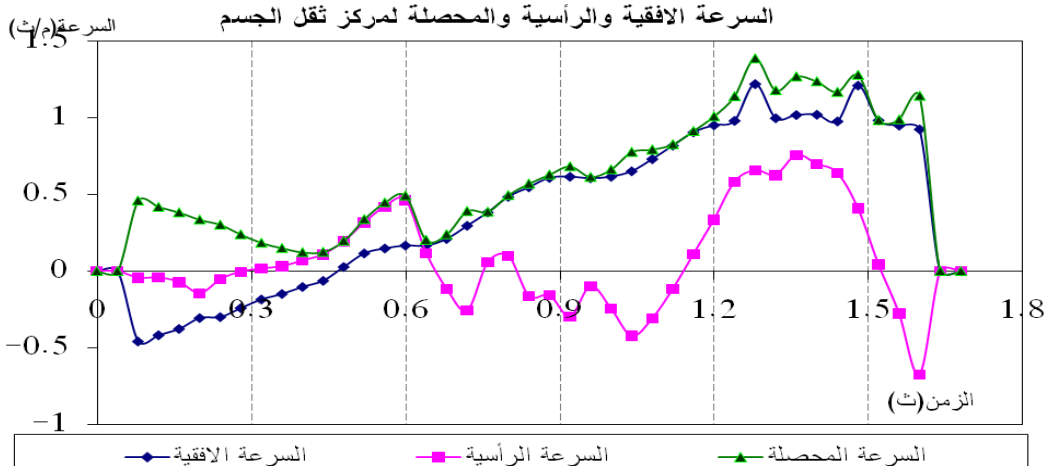
❖ مناقشة نتائج الإزاحة الأفقية والرأسية لمراحل أداء مهارة الإرسال القاطع :

بدراسة جدول (٥) وشكل (٣) الذين يمثلان الإزاحة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم العام أثناء أداء مهارة الإرسال القاطع نجد أن القيم المعبرة عن الإزاحة الأفقية لمركز ثقل جسم اللاعب في المرحلة الأولي – المرجحة الخلفية للمضرب – كانت في تناقص مما يوضح تحرك جسم اللاعب للخلف أثناء التحضير لرمي الكرة لأعلي وهو الوضع الطبيعي لان اللاعب يحاول بهذه الطريقة إكساب الجسم رد فعل في اتجاه رفع الكرة لأعلي وهي المرحلة الثانية، حيث تميزت هذه المرحلة بأن مركز ثقل الجسم تزايدت قيمه وذلك نتيجة لزيادة ميل الجذع اماماً ورفع الجسم عالياً واماما لمواجهة الكرة وهذا التسلسل في الأداء إنما يكسب الحركة شكلاً انسيابياً وجمالياً حيث تتتابع الحركة في تسلسل يكسب الجسم تناسق بين أجزائه، ثم تأتي المرحلة الأساسية من أداء المهارة وهي المرحلة الثالثة – التلويح الأمامي لضرب الكرة – وفي هذه المرحلة تزايدت قيم الإزاحة الأفقية حتى وصلت إلي اعلي قيمها حيث وصل اللاعب إلي اعلي درجات الميل الأمامي ولأعلي لملاقاة الكرة في اعلي نقطة في الهواء وتوجيه الكرة عن طريق المضرب إلي ملعب المنافس وفي النهاية مرحلة متابعة الكرة وهي المرحلة التي تصل فيها قيم الإزاحة الأفقية إلي ادني مستوياتها إلي أن يصل جسم اللاعب إلي مرحلة الهبوط علي الأرض داخل الملعب.

وجاءت نتائج قيم الإزاحة الرأسية في المرحلة الأولي من الأداء متذبذبة ما بين التناقص والتزايد حيث أن جسم اللاعب في هذه المرحلة يكون في حالة ضبط لأجزائه حيث تعتبر هذه المرحلة من الأداء من أهم المراحل في كونها المرحلة التي يتأسس عليها توجيه الكرة لأعلي وبالتالي ضربها، وجاءت المرحلة الثاني من الأداء لتؤكد ذلك حيث تميزت قيم هذه المرحلة بالارتفاع التدريجي حيث ارتفع مركز ثقل جسم اللاعب لأعلي قيمها حتى وصل اللاعب إلي مرحلة رمي الكرة لأعلي وبالتالي جاءت المرحلة الثالثة لتواصل قيم الإزاحة في الارتفاع التدريجي حتى

وصلت إلي اعلي قيم لها عند ملاقاة الكرة وضربها في اعلي نقطة لها، ثم تأتي مرحلة المتابعة للكرة وهي مرحلة تناقصت فيها قيم الإزاحة الرأسية لمركز ثقل الجسم مما يساعد اللاعب في العودة إلي الوضع الذي يسمح له برد الكرة بعد إرسالها وفي هذه المرحلة يحاول اللاعب أن يكسب أجزاء جسمه التحكم والاتزان اللازم حتى يستطيع مواجهه الكرة مرة أخري.





شكل (٤) السرعة الأفقية والرأسية والمحصلة لمركز ثقل الجسم أثناء أداء مهارة الإرسال القاطع

❖ **مناقشة نتائج السرعة الأفقية والرأسية والمحصلة لمراحل أداء مهارة الإرسال القاطع :**

بدراسة جدول (٥) وشكل (٤) المعبران عن السرعة الأفقية والرأسية والسرعة المحصلة لمركز ثقل الجسم العام أثناء أداء مهارة الدراسة نجد أن القيم المعبرة عن معدلات السرعة الأفقية والسرعة المحصلة للمراحل المختلفة لأداء المهارة كانت في تزايد ملحوظ، ويرجع الباحث السبب في ذلك إلي أن طبيعة أداء مهارة الدراسة تحتم علي اللاعب رمي الكرة إلي اعلي وللامام، مما يجعل إمكانية الوصول إلي الكرة لضربها أمراً حتمياً، الأمر الذي يجعل ميل الجذع اماماً في

اتجاه الكرة مع لفه للداخل ضرورياً لمواجهه الكرة وضربها، أما السرعة الرأسية فكانت القيم المعبرة عنها في تناقص في بداية مرحلة المرجحة الخلفية للمضرب "المرحلة الأولي من الاداء"، بعد ذلك وصلت إلي قيم متذبذبة بين الارتفاع والهبوط حتى وصل اللاعب إلي المرحلة الثالثة من الأداء، حيث تميزت المرحلتين الثانية والثالثة بالترابط الحركي الذي يسمح للاعب بأن يحافظ علي وضع الجسم، حيث من الضروري بأن يكون الجسم مكتسب سرعة رأسية متزنة التي يستطيع اللاعب من خلالها رفع حالة التأهب وتجميع القوي في اتجاه المرحلة الثالثة للأداء "التلويح الأمامي لضرب الكرة"، إن استقرار عملية الاتزان بعد هذه المرحلة يجعل التسلسل الحركي لهذه المرحلة مميزاً يصل بالأداء إلي المرحلة الرابعة "متابعة الكرة" والتي استقرت فيها قيم السرعة الرأسية حيث تم السيطرة علي متجهات السرعة الرأسية عن طريق تكامل عمل الجهاز الحركي للاعب والذي بدورة اثر علي السرعة الرأسية للاعب مما أعطي فرصة لاستقرار وضع الجسم بعد ضرب الكرة وإجراء عملية المتابعة للحركة، وبالتالي يقوم اللاعب بتقليل معدلات السرعة لملاقاة الكرة والجسم في حالة اتزان تسمح له بتوجيه الكرة.

- **الاستنتاجات:**

أولا : الاستنتاجات الخاصة بالنشاط الكهربي للعضلات :

١. جميع العضلات المختارة للتحليل الكهربي تتميز بالفاعلية والمشاركة في الأداء.
٢. شاركت العضلات المختارة للدراسة في الأداء بنسب مختلفة حيث كانت مشاركة العضلة " القابضة للرسغ الزندية " والعضلة " الصدرية العظمي– الجزء العلوي" الأكثر ايجابية في الأداء.
٣. جاءت العضلة " القابضة للرسغ الزندية " أسرع العضلات استجابة للانقباض العضلي.

ثانياً : الاستنتاجات الخاصة بالمتغيرات البيوميكانيكية :

١. الزمن الكلي لمهارة الدراسة ١,٦٤ ثانية .
٢. مرحلة التلويح الأمامي لضرب الكرة سجلت اكبر الأزمنة من الزمن الكلي لأداء مهارة الدراسة.
٣. ضرورة التحكم في مقادير السرعة أثناء أداء المراحل المختلفة للمهارة حتى يكسب أجزاء الجسم التحكم والاتزان اللازم.

- **التوصيات:**

من خلال نتائج البحث والاستنتاجات التي تم استخلاصها يوصي الباحث بالاتي :

١– التأكيد علي تطبيق "مبدأ الخصوصية" بأن يكون معظم التركيز في البرامج التدريبية

علي العضلات الأكثر مشاركة في العمل العضلي التخصصي بحيث ينصب هذا التركيز علي طبيعة الانقباض العضلي.

٢- استخدام النشاط الكهربي العضلي لتحليل طبيعة العمل العضلي العصبي عند أداء المهارات الحركية المختلفة للحصول علي النماذج المهارية التي يمكن من خلالها تقويم الأداء المهاري.

٣- إجراء المزيد من الدراسات المشابهة للاستفادة من المزج بين طريقة رسم العضلات الكهربائي والتحليل الحركي وتطبيقها في عملية التدريب.

٤- إجراء دراسات تستهدف التعرف علي العضلات العاملة ونسب مساهمتها في الأداء وكذلك تعتمد علي التحليل الحركي للتعرف علي معدلات التحسن في الأداء المهاري.

قائمة المراجع

١. **احمد هاني احمد طلعت** الخصائص الكينماتيكية لمهارة الضربة الخلفية اللولبية بيد واحدة وبكلتا اليدين في التنس (دراسة مقارنة)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة حلوان، ٢٠٠٤م.

٢. **إيلين وديع فرج** الجديد في التنس، منشأة المعارف، القاهرة ، ٢٠٠٧م.

٣. **إيهاب عبد الفتاح علي شحاتة** تأثير تمرينات مقترحة لتنمية الإدراك الحس حركي علي دقة ضربة الإرسال في التنس، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين – بورسعيد، ١٩٩٣م.

٤. **طلحة حسين حسام الدين** الأسس الحركية والوظيفية للتدريب الرياضي، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٤م.

٥. **طلحة حسين حسام الدين محمد علي عبد الرحمن** كينسيولوجيا الرياضة وأسس التحليل الحركي ، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٥م.

٦. **ناصرغريب احمد** دراسة تحليلية لبعض المتغيرات المهارية والخططية للاعبي التنس المساهمة في نتائج المباريات رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة حلوان، ٢٠٠٠م.

7- Enomoto-K Kinematic and Electomyographic Analysis of Backhand Strokes in Tennis Players with and without Lateral Elbow Pain, University of Oregon, Eugene, ore, 1997.

8-Giangarra C and Others Electromyographic and Cinematographic Analysis of Elbow Function in Tennis Players Using Single – and Double Handed Backhand Strokes. American Journal of Sports Medicine, 1993.

9-Gordovisky,NK.and Manidof,f.p : Gunnostika fezkoitra and scale un – Publishing dictorl dissertation University Gerorgio; 1977.

10- Jim Courier : Tennis Tactics-Winning Patterns – USTA – Human Kinetics,1996.

11- Louis Cyer : Doubles Tennis Tactics International Tennis Federation- Human Kinetics-2004.