التحليل الإلكترومايوجرافي (EMG) للعضلات العاملة للطرف السفلي لسباحة الصدر

د/ أدهم أحمد جاد الرب السيد عسكر

مقدمة البحث:

إن التطلع نحو الوصول إلي المستويات الرياضية العليا وتحطيم الأرقام القياسية هدف كل مدرب وسباح، وهنا يأتي دورنا كباحثين علميين في مجالات التخصص لإجراء الدراسات العلمية التي تضع أيدينا علي نقاط القوة والضعف في الأداء الحركي كي يتمكن السباح من أداء مهارته الحركية بكفاءة عالية وبأقل جهد ويضع المدرب الخطط التدريبية التي تساعد علي تنمية الأداء الحركي لتحسين مستواه.

ويعد تحليل النشاط الكهربي للعضلة من أهم خطوات فهم الأداء وإستيعابه وتأصيل مبادئه وأسسه، كما أنه يساعد علي معرفة المجموعات العضلية التي يجب تقويتها.

حيث يشير "**طلحة حسام الدين**" (١٩٩٤) إلي ان التحليل الوظيفي للعضلات أثناء الأداء من أهم الخطوات الإيجابية في فهم واستيعاب الكثير من النقاط التي تساعد العاملين في مجال تحليل الأداء الحركي علي تأكيد وتأصيل مبادئه وأسسه، فتحليل عمل المفاصل وتحديد العضلات المشاركة في هذا العمل وتحديد نوع عملها ودراسة العمل العصبي المرتبط بذلك أمور ضرورية تؤكد أهمية هذا النع من التحليل. (٦ : ٢٧)

ولكي يتم تحديد المجموعات العضلية التي يجب أن تتم تقويتها يتطلب ذلك عملية تحليل لأداء حركات اللاعب أثناء النشاط الممارس، حيث تختلف تلك المجموعات العضلية بإختلاف النشاط وبإختلاف العضلات العاملة والمقابله، ومدي مشاركة كل منها في العمل، كما تختلف أيضاً بإختلاف المفصل الذي تقوم عليه الحركة ومداها.

ويذكر "**أبو العلا عبد الفتاح، محمد صبحي حسنين**" (**١٩٩٧**) أن طريقة رسم العضلات كهربائياً من الطرق المهمة لدراسة خصائص نشاط الجهاز العصبي العضلي، فتسجيل النشاط الكهربي للعضله في حالة إنقباضها هو ما تعتمد عليه هذه الطريقة في التحليل.(١ : ١٩٨)

وتشير "**نانسي هاملتون Nancy Hamilton**" (**٢٠٠٥**) إلي أن جهاز الرسام الكهربائي أفضل الطرق لدراسة عمل العضلات حيث أنه يكشف ما تقوم به العضلات المنفردة. (١٥ : ٧٢)

ويضيف "**وهبي حسون**" (**٢٠٠٩**) أن استعمال جهاز (EMG) بالبلوتوث يساعد علي الكشف السريع والدقيق عن النشاط العضلي الذي له الأثر الأكبر في تنفيذ الأداء الحركي الصحيح. (**١٠: ٤٤**)

ويوضح **شمدت Schmidt** (**١٩٩٥**) أن التخطيط الكهربائي للعضلات هو تسجيل للنشاط الكهربي للعضلات المنقبضة، وأن من ضمن الطرق الشائعة لدراسة الحركات التخطيط الكهربائي للعضلة، ويتم ذلك من خلال وضع الأقطاب السطحية فوق مكان العضلات العاملة مباشرة وتثبت بأشرطة لاصقة ثم يتم تكبير إشارات ذلك النشاط الضعيفة وتسجل بواسطة مخطط وراسم كهربائي ليتم تحليلها لاحقاً. (١٦: ١٩٨)

ومن الأمور بالغة الأهمية لتحقيق أهداف التدريب الرياضي الوصول إلى الفهم الجيد لبنية ووظائف العضلات. ذلك لأنه عند معرفة كيفية تكوين العضلات وكيف تعمل وتستجيب لتدريبات بناء العضلات فإن ذلك يجعل من الممكن تطوير برنامج يتناسب مع إحتياجات اللاعبين. (٢: ٣٥)

إن ضربات الرجلين في سباحة الصدر لها طبيعة خاصة عن باقي السباحات، حيث أنها تنتج قوة دافعة أكبر عكس باقي السباحات.

كما ذكرت "**ثناء عبد الباقي حسنين**" (**١٩٩٢**) أن ضربات الرجلين في سباحة الصدر تعتبر ذات طبيعة خاصة حيث أنها تتيح إنتاج قوة دافعة كبيرة

عكس طرق السباحة الأخري وتتوقف القوة الدافعة الناتجة من حركات الرجلين في سباحة الصدرعلي:

– قوة عضلات الرجلين. – مرونة مفاصل القدم والركبة والفخذ.

– مساحة القدم. (٣ :٢٠٢)

ويذكر "**أبو العلا أحمد عبد الفتاح**" (١٩٩٤) أن أهمية ضربات الرجلين في سباحة الصدر ثلاثة أضعاف أهميتها في سباحة الظهر أو الدولفين كما تختلف طبيعة الأداء الفني لسباحة الصدر كثيرا عن الطرق الأخري لذلك لا ينتقل أثر تدريب السباحات الأخري إلي سباحة الصدر بنفس تأثير بين الطرق الأخري، وبالرغم من الحاجة إلي المزيد من تدريب الرجلين لسباحي الصدر فأن هناك خطورة إصابة مفصل الركبة. (١: ٢٢٠)

كما يذكر "**محمد علي أحمد القط**" (٢٠٠١) أن سباحة الصدر تعتبر السباحة الوحيدة التي للرجلين دور فعال فيها بنسبة قد تعادل ما للذراعين من تأثير في حركة الجسم للأمام. (٨ :١٢٦)

ويذكر "**بروكس، لاكن وسول Brooks ,Lacne & sawhill**" (٢٠٠٠) أنه عند بدء مرحلة الدفع فإن الركبتين تأتى للداخل ويدفع القدم للخارج ويكون ذلك بلف الجزء الأعلى للرجلين للداخل و تنهى القدمين الدفعة بالضغط للخلف مع إرتفاع بسيط لأعلى بفرد المشطين وقوة هذه الدفعة تأتى أساسا من العضلات الباسطة لمفصل الركبة وعضلات الإليه التى تبسط مفصل الفخذ. (١٢: ١٥)

مشكلة البحث:

إن تدني المستوي الرقمي للسباحين لمصريين عموماً ولسباحي الصدر خاصة مقارنة بالمستوي الرقمي العالمي يدفع الباحثين إلي إجراء الدراسات التي تقف علي النقاط الهامة لتحسين المستوي الرقمي للسباحين، ومن خلال إطلاع الباحث علي العديد من الدراسات والدوريات وشبكة الإنترنت لاحظ الباحث ندرة الأبحاث التي تناولت تحليل عمل المجموعات العضلية للطرف السفلي العاملة

أثناء سباحة الصدر من خلال استخدام جهاز الإلكترومايوجرافي (EMG)، وحيث أن الطرف السفلي (الرجلين) أثناء سباحة الصدر ينتج قوة دفع هائلة تعادل ما لذراعين من تأثير في تحريك الجسم للأمام وتتوقف تلك القوة علي قوة عضلات الرجلين، ويتفق ذلك مع ما ذكره **بروكس، لاكن وسول Brooks Lacne & sawhill,** (٢٠٠٠) إن طبيعة دفع القدمين فى سباحة الصدر ينتج قوة دفع هائله وتتوقف قوة الدفعة على قوة عضلات القدمين. (١٢ :٣٥)

كما يذكر "**محمد علي أحمد القط**" (**٢٠٠١م**) أن سباحة الصدر تعتبر السباحة الوحيدة التي للرجلين دور فعال فيها بنسبة قد تعادل ما للذراعين من تأثير في حركة الجسم للأمام. (٨ :١٢٦)

ويري الباحث أنه علي مدربي السباحة عند تطوير مستوي السباحين يحتاجون إلي معرفة العضلات العاملة أثناء الأداء وتصنيفها من حيث دورها في العمل، وكذلك معرفة التغيرات التي تحدث أثناء الإنقباض ونسبة مساهمة كل عضلة لما له دور فعال في وضع ونجاح البرامج التدريبية في السباحة.

ومما تقدم طرحه دفع الباحث إلي إجراء دراسة علمية جاده للتعرف علي نسب مساهمة العضلات العاملة وكذلك التعرف علي أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم عضلات الطرف السفلي العاملة أثناء سباحة الصدر وذلك للمساهمة في تحسين المستوي الرقمي للسباحين من خلال تقنين البرامج التدريبية في سباحة الصدر وفقاً لنسب مساهمة العضلات في الأداء.

هدف البحث:

يهدف البحث إلي تحليل النشاط الكهربي لبعض العضلات العاملة أثناء سباحة الصدر لتعرف علي:

- نسبة مساهمة أهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر.
- أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء أداء سباحة الصدر.

تساؤلات البحث:

- ماهي نسبة مساهمة أهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر؟
- ماهو أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء أداء سباحة الصدر؟

الدراسات المرجعية:

- دراسة "**زكريا أنور عبد الغني**" (٢٠١٥) (٥) بعنوان "**التحليل اللإلكترومياوجرافي (EMG) للعضلات العاملة للطرف العلوي في البدء من داخل الماء في سباحة الظهر**" هدفت الدراسة إلي التعرف علي نسبة مساهمة أهم العضلات العاملة للطرف العلوي أثناء البدء لدي ناشئي سباحة الظهر والتعرف علي أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم العضلات العاملة للطرف العلوي أثناء البدء لدي ناشئي سباحة الظهر، استخدم الباحث المنهج الوصفي، عينة الدراسة سباح واحد حاصل علي أفضل رقم في سباق ٥٠ متر ظهر، من أهم النتائج أن العضلة الداليه (الألياف الداخلية) الأعلي مساهمة أثناء البدء، وأقصي قيمة نشاط كهربي للعضلات أثناء البدء كانت للعضلة القابضة القابضة للرسغ الزندية.
- دراسة "**ايكوتا وأخرون Ikuta Y et al**" (٢٠١٢) (١٤) بعنوان "**العلاقة بين انخفاض سرعة السباحة ونشاط العضلات خلال ٢٠٠ متر سباحة حرة**" هدفت الدراسة إلي التعرف علي العلاقة بين انخفاض سرعة السباح ونشاط العضلات خلال (٢٠٠م) حرة، استخدم الباحث المنهج الوصفي، اشتلملت الدراسة علي عينه (٢٠) سباح، من أهم النتائج أن هناك علاقة ارتباطية بين النشاط الكهربي للعضلات العاملة وسرعة السباح خاصة عضلات الطرف العلوي.
- دراسة "**اي كنسيسكو وأخرون A. consceicoa et al** (٢٠١٠) (١١) بعنوان "**النشاط الكهربي للعضلات لتكنيك سباحة الزحف علي البطن (دراسة حالة)**"، هدفت الدراسة إلي التعرف علي مقادير النشاط

الكهربي للعضلات لسباحة الزحف علي البطن، استخدم الباحث المنهج الوصفي، أشتملت الدراسة علي عينه قوامها (١) سباح، من أهم النتائج أن السباحة تتغير كلما زاد التعب ونشاط العضلة ذات الثلاث رؤوس لم تتغير.

خطة وإجراءات البحث:

منهج البحث:

استخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام تحليل النشاط الكهربي للعضلات للسباح النموذج لمناسبته لطبيعة وهدف البحث.

مجتمع وعينة البحث:

تمثل مجتمع البحث في سباحي الظهر الناشئين والمقيدين بالإتحاد المصري للسباحة لموسم ٢٠١٨/ ٢٠١٩م، تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية واشتملت علي السباح النموذج والحاصل علي أفضل رقم في سباق ٥٠ متر صدر.

أدوات جمع البيانات:

الأدوات والأجهزة الخاصة بتحليل النشاط الكهربي للعضلات:

- جهز إلكتروميوجرافي EMG من نوع MGA SESTYEM ME 6000 CHANEL فنلندي الصنع ملحق به جهاز تسجيل AMPLIFIER يحتوي علي (١٦) قناة، ويمكن التسجيل لاسلكي أو من خلال كارت ميموري.
- كاميرا من نوع (sony) ذات تردد ١٢٠ كادر/ ثانيه عاليه الجوده بجودة تصوير HD ١٠٨٠×٧٢٠ بيكسيل.
- جهاز مستقبل الإشارة اللاسلكية لجهاز الكمبيوتر المحمول من نوع TP LINK.
- كمبيوتر محمول (LABTOP) من نوع DELL عليه برنامج (VERSION 3.1- B12. MEGA WIN).
- لاصقات سطحية Surface Electrodes من نوع (SKINTACT- FS).

الأدوات والأجهزة الخاصة لتحليل النشاط الكهربي داخل الماء (Water Proof Kit):

- جهاز مقاومة الماء تم تصميمه لحماية جهاز الإلكتروميوجرافي أثناء القياس تحت الماء ومواصفاته: عدد الإلكترودات (١٦) الكترود– وزن الجهاز (٩٠٠) جرام.
- طول الكابلات (١.٥٤) متر.
- أقصي عمق للجهاز تحت الماء (١) متر.

الدراسات الإستطلاعية

الدراسة الإستطلاعية الأولي:

هدفت الدراسة إلي تحديد العضلات السطحية العاملة للطرف السفلي في سباحة الصدر.

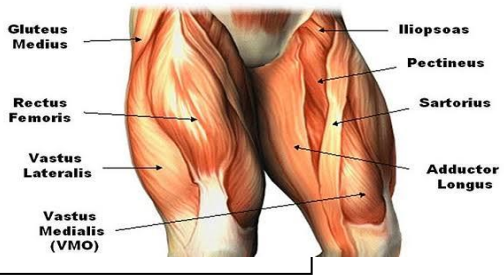
الأدوات: مسح مرجعي للدراسات السابقة والمراجع المتخصصة.

نتيجة الدراسة: تم التوصل إلي أهم العضلات العاملة للطرف السفلي كما في الجدول التالي:

جدول (١)

أهم العضلات العاملة بالطرف السفلي لسباحة الصدر

م	العضلة	مصطلح العضلة بالإنجليزية
١	العضلة ذات الأربع رؤوس الفخذية	Quadriceps Muscles
٢	عضلة الإلية (الوسطى والصغري)	Gluteus Muscles
٣	العضلة المقربة الطويلة	Adductor Muscles
٤	ذات الرأسين الفخذية	Biceps Muscles
٥	العضلة شبه الغشائية	Semimembranosus Muscles
٦	العضلة شبه الوتريه	Semitendinosus Muscles
٧	العضلة الخياطية	Sartorius Muscles
٨	العضلة الرشيقه	Gracilis Muscles



يوضح جدول (١) العضلات السطحية العاملة ومصطلحها باللغة الإنجليزية لكل عضلة علي حده

شكل رقم (١) يوضح عضلات الطرف السفلي العاملة في سباحة الصدر

الدراسة الإستطلاعية الثانية:

هدفت الدراسة إلي:

- إعداد الأدوات الخاصة بتسجيل النشاط الكهربي مثل (الإلكترودات).
- ترتيب العضلات المراد تسجيل نشاطها الكهربي لوضع البرتوكول الخاص بها بالطرف السفلي عند إدخالها وتخزينها في الجهازقبل بدء القياس.
- تحديد موضع تثبيت الأقطاب السطحية لكل عضلة أثناء الأداء.

الأدوات: استخدم جهاز الألكتروميوجرافي (EMG) + الملحق Water Proof.

المكان: نادي الجيش الرياضي بالإسكندرية **الزمن:** ١/٧/ ٢٠١٩م.

نتائج الدراسة: إعداد البروتوكول الخاص بالقياس وتحديد وضع الإلكترودات علي كل عضلة.

الدراسة الأساسية:

أولاً: الإجراءات الخاصة بتحليل النشاط الكهربي للعضلات:

أ- مرحلة تجهيز اللاعب

- قام الباحث بمراعاة العوامل المؤثرة في دقة الياس لجهاز الإلكتروماميوجرافي (EMG).
- تحديد أماكن العضلات وفقاً للدراسة الاستطلاعية الثانية.
- وضع الإلكترودات علي العضلات بواقع ٣ لكل عضلة.

- تحضير الجهاز للعمل بوضع البطاريات Amplifier , Trigger والتأكد من صلاحيتهما للتشغيل.
- إعداد بروتوكول القياس علي برنامج Mega Version 3.1 B12 وتم ضبط البروتوكول الخاص بالقياس.
- توصيل أسلاك القنوات بالإلكترودات والجهاز وتثبيته بواسطة حزام يوضع علي وسط اللاعب.
- تثبيت الإلكترودات وتجميع الأسلاك علي جسم السباح بواسطة لاصق طبي.
- تحديد وضع الكاميرا (EMG Camera) المتزامنة بجهاز EMG ووضعها في أفضل مكان مناسب لعملية التصوير.
- التأكد من إستقبال إشارات النشاط الكهربي للعضلات علي جهاز الكمبيوتر من Amplifier بصورة لاسلكية.

عرض ومناقشة النتائج:

عرض نتائج التساؤل الأول:

جدول (٢)

نسبة مساهمة أهم عضلات الطرف السفلي العاملة في سباحة الصدر

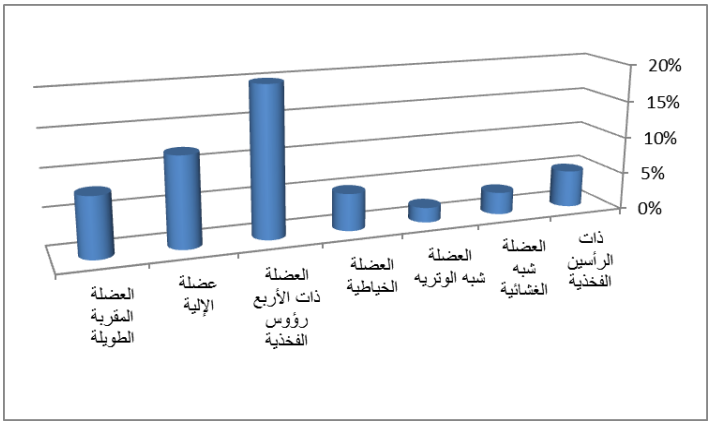
م	العضلة	نسبة المساهمة
١	ذات الرأسين الفخذية Biceps Muscles	% ٥
٢	العضلة شبه الغشائية Semimembranosus Muscles	% ٤
٣	العضلة شبه الوتريه Semitendinosus Muscles	% ٣

تابع جدول (٢)

نسبة مساهمة أهم عضلات الطرف السفلي العاملة في سباحة الصدر

م	العضلة	نسبة المساهمة
٤	العضلة الخياطية Sartorius Muscles	% ٥
٥	العضلة ذات الأربع رؤوس الفخذية Quadriceps Muscles	% ٢٠
٦	عضلة الإلية (الوسطى والصغري) Gluteus Muscles	% ١٢
٧	العضلة المقربة الطويلة (الضامة) Adductor Muscles	% ٨

يوضح جدول رقم (٣) نسب مساهمة أهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر حيث بلغت أعلي نسبة مساهمة (٢٠%) لصالح العضلة ذات الأربع رؤوس الفخذية، تلاها عضلة الإلية (الوسطي والصغري) بنسبة مساهمة (١٢%)، ثم العضلة المقربة الطويلة (الضامة) بنسبة مساهمة (٨%)، ثم عضلات ذات الرأسين الفخذية بنسبة مساهمة (٥%)، والعضلة الخياطية بنسبة مساهمة (٥%)، وشبه الغشائية بنسبة مساهمة (٤%)، شبه الوترية بنسبة مساهمة (٣%).



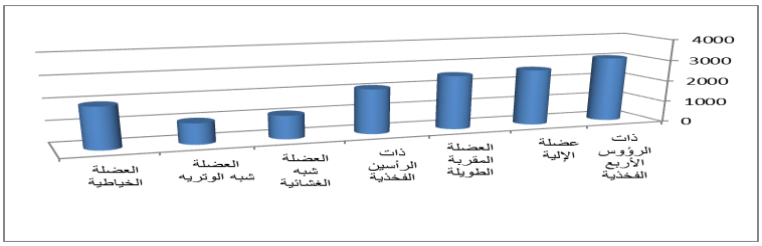
شكل (١) شكل بياني يوضح نسب المساهمة لأهم العضلات العاملة أثناء سباحة الصدر.

جدول (٤)
أقصي قيم للنشاط الكهربي للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر

م	العضلة العاملة	أقصي قيم للنشاط الكهربي بالميكروفولت (uv)
١	العضلة ذات الأربع رؤوس الفخذية Quadriceps Muscles	٣٠٦٨
٢	عضلة الإلية (الوسطي والصغري) Gluteus Muscles	٢٦٤٦
٣	العضلة المقربة الطويلة (الضامة) Adductor Muscles	٢٥٤٠

٤	ذات الرأسين الفخذية Biceps Muscles	٢٠٩٩
٥	العضلة شبه الغشائية Semimembranosus Muscles	١٠٩٠
٦	العضلة شبه الوتريه Semitendinosus Muscles	٩٧٠
٧	العضلة الخياطية Sartorius Muscles	١٩٢٠

يوضح جدول (٤) أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر حيث تتراوح القيم بين (٣٠٦٨ uv) إلي (٩٧٠ uv).



شكل (٢) شكل بياني يوضح أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر

مناقشة النتائج:

مناقشة نتائج التساؤل الأول:

تشير نتائج جدول (٣) وشكل رقم (١) إلي نسب مساهمة أهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر حيث بلغت أعلي نسبة مساهمة (٢٠%) للعضلة ذات الأربع رؤوس، وأقل نسبة مساهمة للعضلة الرشيقة (٢%).

يرجع **الباحث** التباين بين نسب المساهمة لعضلات الطرف السفلي العاملة في سباحة الصدر إلي أن تلك العضلات المختاره لإجراء التحليل تعمل بكفاءة وتناسق عالي وتشارك بصورة فعالة في أداء ضربة الرجلين في سباحة الصدر ويتفق ذلك مع ما أشار إليه **زكريا أنور (٢٠١٥)** في دراسته أن إختلاف نسب مساهمة العضلات يكون بسبب عمل العضلات بكفاءة وتناسق العمل فيما بينها.

كما يرجع **الباحث** سبب أن أعلي نسب مساهمة في سباحة الصدر لعضلات (ذات الأربع رؤوس الفخذية، الإلية، والمقربة الطويلة) أن الحركة الرئيسية في ضربة الرجلين في سباحة الصدر (الدفع) تكون تلك العضلات العامل الرئيسي فيها حيث تعمل عضلة الكوادرسيبس مع عضلة الإلية (الوسطي والصغري) علي مد القدمين ثم يأتي دور العضلة المقربة الطويلة (الضامة) بتجميع الساقين بمجرد وصولهما لأوسع نقطة، حيث يتفق ذلك مع ما يذكره **بروكس، لاكن وسول Brooks ,Lacne & sawhill (٢٠٠٠)** أن قوة الدفعة تأتى أساسا من العضلات الباسطة لمفصل الركبة وعضلات الإليه التى تبسط مفصل الفخذ.

كما أن عضلات أوتار الركبة (ذات الرأسين الفخذية، شبه الوتريه، شبه الغشائية)، وعضلة الخياطية والعضلة الرشيقة قد ساهموا في أداء سباحة الصدر بنسب قليلة ويرجع **الباحث** ذلك إلي أن العضلات سالفة الذكر تعمل علي ضم الركبة وتقريب الفخذ أثناء المرحلة الرجوعية لضربة الرجل في سباحة الصدر ولكن لا يتم تهميشها لأن تأديتها بالشكل الصحيح يقلل من ظهور التعب وتوليد دوامات تزيد مقاومة الماء حول الجسم، كما أن لها دور أثناء حركة الدفع حيث أن تلك المجموعة العضلية تسترخي حتي لا تعيق الحركة كما أنها تنقبض لحظياً إنقباض يتناسب مع قوة إنقباض العضلات المحركة الأساسية لإيقاف الحركة وحماية المفصل. ويتفق ذلك مع ما أشار إليه **عبد العزيز النمر ونايمان الخطيب (١٩٩٦)** أن العضلات تعمل في أزواج فعندما تنقبض مجموعة عضلية فإن المجموعة العضلية المقابلة تسترخي كي لا تعيق الحركة.

مناقشة نتائج التساؤل

تشير نتائج جدول رقم (٤) وشكل بياني رقم (٢) أقصي قيم للنشاط الكهربي لأهم العضلات العاملة للطرف السفلي أثناء سباحة الصدر حيث بلغت أقصي قيمة للنشاط الكهربي للعضلات (٣٠٦٨ uv) لعضلة ذات الأربع

رؤوس الفخذيـة، وأقـل قيمـة للنشـاط الكهربـي بلغـت (٩٥٠ uv) للعضـلة شـبه الوترية.

ويري **الباحث** أن عمل العضلات والوصول إلي أقصي إنقباض عضلي للعضـلات العاملـة لأداء الحركـة يعطـي أقصـي قيم مؤشرات النشـاط الكهربـي للعضلة، أما عن الإختلاف بين درجات وقيم ذلك النشاط فإنما يدل علي فاعلية العضـلات وإشـتراكها فـي الأداء كل علـي قدره. ويتفق ذلك مـع مـا ذكره **زكريـا أنور** (٢٠١٥) أن التباين الواضح بين قيم أقص نشاط كهربي للعضلات يدل علي تميز جميع العضلات بالفاعلية والإشتراك في الأداء بوضوح.

ويرجع **الباحث** أن أعلي قيم للنشاط الحركي كانت من نصيب العضلة ذات الأربـع رؤوس الفخذيـة، عضـلة الألية والعضـلة المقربـة الطويلـة أن تلـك العضلات هي المحرك الرئيسي في مرحلة الدفع في ضربة الرجلين في سباحة الصدر فيقع عليها عاتق كبير يجعلها تنتج أكبر قوة عضلية لدفع الماء للخلف وبالتالي ينتج عنها قيم نشاط كهربي عالية. ويتفق ذلك مع ما ذكرته **نيفين فكري** (٢٠٠٣) أن زيادة النشاط الكهربي للعضلات يرجع إلي زيادة الوحدات الحركية المشاركة في الحركة، ويتفق ذلك أيضاً مع ما أشارت إليه دراسة **بامان ماركوس وأخرون Bamman Marcos et al** (١٩٩٩) التي أشارت نتائجها علي وجود علاقة ارتباطية بين الحد الأقصي للإنقباض والنشاط الكهربي للعضلات.

كما يتفق ذلك أيضاً مع دراسة **خالد عبد الموجود (٢٠١١)** علي أنه توجد علاقة واضحة بين مدي مشاركة عدد الوحدات الحركية وكمية النشاط الكهربائي التي تنتجها العضلة في الإنقباضة العضلية الواحدة.

الإستنتاجات:

- إن أهم عضلات الطرف السفلي العاملة في سباحة الصدر ونسب مساهمتها (ذات الأربع رؤوس الفخذية ٢٠%، الإلية ١٢%، المقربة الطويلة ٨%، ذات الرأسين الفخذية ٥%، الخياطية ٥%، شبه الغشائية ٤%، شبه الوترية ٣%).

- من قيم النشاط الكهربي لعضلات الطرف السفلي تبين قيادة عضلة ذات الأربع رؤوس الفخذية العمل في المرحلة الرئيسية لضربة الرجلين وأن عضلات الطرف السفلي تعمل متكافأة وفي تناغم مما يتيح الفرصة لأنتاج قوة عضلية غير مفقوده.

التوصيات:

- الإعتماد علي نتائج الدراسة في وضع تدريبات نوعية لتقوية العضلات العاملة المستخرجة بدلالة تحليل النشاط الكهربي للعضلات للمساهمة في تحسين المستوي الرقمي لسباحة الصدر.
- استخدام طريقة تحليل النشاط الكهربي للعضلات في التعرف علي أهم العضلات العاملة للطرف العلوي في سباحة الصدر.
- إجراء دراسات مشابهة في سباحة الفراشة.

((المراجـــــع))

أولاً: المراجع العربية

١- **أبو العلا عبد الفتاح، محمد صبحي حسانين:** "فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضي وطرق القياس للتقويم"، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٧م.

٢- **انيتا بين:** "تدريبات بناء العضلات وبناء القوة"، ترجمة خالد العامري، دار الفاروق للنشر والتوزيع، القاهرة، ٢٠٠٤م.

٣- **ثناء عبد الباقي حسنين:** "مقدمة في تعليم وتدريب السباحة والإنقاذ"، دار الفكر العربي، ١٩٩٢م.

٤- **خالد عبد الموجود عبد العظيم:** "المحددات البيوميكانيكية لمهارة اللكمة الصاعدة في الرأس كدالة لبناء برنامج تدريبي للاعبي الملاكمة"، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية، جامعة أسيوط، ٢٠١١م.

٥- **زكريا أنور عبد الغني:** "التحليل الإلكترومايوجرافي (EMG) للعضلات العاملة للطرف العلوي في البدء من داخل الماء في سباحة

الظهـر"، بحـث منشـور، المـؤتمر الـدولي لعلـوم الرياضـة والصحة، كلية التربية الرياضية، جامعة أسيوط، ٢٠١٥م.

٦- **طلحة حسين حسام الدين:** "الأسس الحركية والوظيفية للتدريب الرياضـي"، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٤م.

٧- **عبد العزيز أحمد النمر، ناريمان الخطيب:** التدريب الرياضـي- تدريب الأثقـال- تصـميم بـرامج القـوة وتخطـيط الموسـم التـدريبي، مركز الكتاب للنشر، القاهرة، ١٩٩٦م.

٨- **محمد علـي أحمد القط:** "المبادئ العلميـة للسباحـة"، المركز العربـي للنشر، الزقازيق، ٢٠٠١م.

٩- **نيفين فكري فؤاد:** "رسم العضلات الكهربائي كأحد محددات إنتقاء لاعبات أنشطة القدرة العضلية"، رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة حلوان، ٢٠٠٣م.

١٠- **وهبـي علـوان حسـون:** دراسـة النشـاط الكهربـائي (EMG) لعضـلات الـرجلين لمرحلتـي الحجلـة والخطـوة وعلاقتهـا بـبعض المتغيرات البيوميكانيكية والإنجاز في الوثبة الثلاثية"، رسالة دكتـوراة، كليـة التربيـة الرياضـية، جامعـة بغـداد، العـراق، ٢٠٠٩م.

ثانياً: المراجع الأجنبية

11- A.conceicoa, A Silva's Palma, H Gamboa and Louro: "Electromyography in front crawl technique case study", The Open Sports sciences Hournal, 2010.

12- Bamman, Marcas M.; Ingram, Steve G.; Caruso, Johan F.; Greenisen, Michael C: "Evaluation of surface Electromyography During Maximal Voluntary Contraction", the

journal of strength and conditioning researches 1997.

13- **Brooks, Lacne & Sawhill:** the biomechanical it reaction of lift and propulsion forces during skills breast swimming, Medicine and science in sport and exercise, 32(5), 2000.

14- **Ikuta Y1, Matsuda Y, Yamada Y, Kida N, Oda S, Moritani T.:** "Relationship between decreased swimming velocity and muscle activity during 200-m front crawl", Eur J Apple Physiol, 2011.

15- **Nancy Hamilton, (2005):** kinesiology scientific Basis of Human Motion, Newyork.

16- **Schmidt, R., (1995):** Motor Control and Learning Human Kinetics Publishers, Chmpaign, Illinois.