دراسة تحليلية للنشاط الكهربي لعضلات الرجلين أثناء الانقباض العضلي الثابت للاعبي كرة القدم

د. مساعد بن ناصر العلياني
أستاذ مشارك– قسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود

د. منصور بن ناصر الصويان
أستاذ مساعد– قسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود

مقدمة ومشكلة البحث:

في العقود القليلة الماضية، أصبحت كرة القدم أكثر تعقيداً، وتتطلب جهداً بدنياً وفنياً عالياً لمواجهة متطلبات المنافسة المتزايدة في اللعبة. وبالتالي، فإن الحاجة إلى تحسين القدرة البدنية للاعبين باستخدام التقنيات الحديثة أضحت أكثر أهمية من أي وقت مضى لتمكين اللاعبين من الأداء على النحو الأمثل والحفاظ على الحالة التدريبية وتعزيز الوقاية من الإصابات. تتطلب اللعبة مجموعة متنوعة من الكفاءة البدنية والتكافؤ الجسدي في قوة العضلات بين طرفي الجسم السفلي (Ramos, et al., 2019)، حيث تلعب عضلات الفخذين دوراً مهماً في الركل والتمرير والوثب والقفز وتغيير الاتجاه أثناء الأداء. ويشيركل من Dörge, Andersen, Soresen & Simosen (2002) أن أكثر الهدافين نجاحًا هم اللاعبين القادرين على التسديد بكلتا القدمين. ويؤكد Dörge, et al, (2002) على أهمية تطوير التوافق بين القدمين اليمنى واليسرى على أن يكون جزءًا من إعداد لاعبي كرة القدم. ووفقاً لـ Maly, et al., (2015) إن التميز في كرة القدم يتطلب مستوى عالٍ في الكفاءة البدنية؛ مما يتطلب توظيفها وفقًا لمتطلبات اللعبة في جميع الجوانب (البدنية والفنية والتكتيكية) طوال فترة اللعب لأن الأداء في كرة القدم يتأثر بالعديد من العوامل؛ بما في ذلك القوة العضلية، والتي لا تقتصر أهميتها على الأداء فقط ولكنها أيضاً تلعب دوراً أساسياً في الوقاية من الإصابات. كما يؤكد Jullien, et al, (2008) أن كرة القدم هي رياضة متقطعة تتميز بشدة عالية وأنشطة بدنية مختلفة مثل الجري وتغيير الاتجاه والقفز وركل الكرة، فالقوة العضلية لا تدعم قدرة اللاعب على التحرك بسرعة وتغيير الاتجاه بسرعة فقط، ولكنها ضرورية للقدرة على الفوز في التدخلات الفردية والمواجهات الثنائية في اللعب. وتمثل قوة العضلات أهمية أساسية للاعب كرة القدم لأنها تخدم صفات بدنية أخرى وتشكل قاعدة لتطويرها مثل التحمل العضلي والقدرة والعضلية والتوافق والرشاقة وتغيير الاتجاه والتسارع وغيرها.

يذكر Ozgur (2012) أن القوة العضلية إحدى الصفات البدنية الحاسمة في أداء لاعبي كرة القدم الحديثة،. لذا يحرص المدربون وخلال فترة ما قبل الموسم على إعداد لاعبيهم بالشكل المناسب وبالتحديد في جانب القوة العضلية والحفاظ على مستوى كافٍ من القوة ومستوى عالٍ من اللياقة طوال المنافسات. وبالتركيز على زيادة كتلة العضلات وقوة الهيكل العظمي والحفاظ

على مستوى منخفض من الدهون في الجسم، حيث تعمل تمارين المقاومة والقوة العضلية على بناء عضلات قوية وكذلك تؤدي إلى انخفاض مخاطر الإصابة للاعبين كما توفر الفوائد النفسية والذهنية للاعبين وخاصةً الشباب منهم. ويتفق كل من Michailidis, et al., (2013), Faude, Koch & Meyer (2012) أن القوة العضلية هي أحد أهم العوامل الأكثر مساهمةً في أداء متطلبات كرة القدم فمن المؤكد أن لاعبي كرة القدم يحتاجون إلى مستويات عالية من القوة المتفجرة. ويشير أبو العلا (2003) أنه كلما زادت كفاءة عملية التحكم في إنتاج مقدار القوة المطلوبة بالضبط كلما تميز الأداء الحركي بالدقة والاقتصادية في الجهد، لأن الجهاز العصبي يقوم بتعبئة الوحدات الحركية للمشاركة في الانقباض العضلي تبعاً لمقدار المقاومة التي تواجهها العضلة سواء كانت ثقل أو مسافة وليس بالضرورة دائماً أن يحتاج الفرد إلى إنتاج القوة العضلية بنسبة 100%، ويعتمد هذا على ما يستقبله الجهاز العصبي المركزي من معلومات عن طريق الخلايا العصبية الحسية ليقوم بتوجيه حركات الجسم المختلفة من خلال إرسال أوامر في شكل إشارات عصبية من خلال الخلايا العصبية الحركية.

يعتبر جهاز تخطيط العضلات الكهربائي (Electromyography) أحد الأجهزة التي بواسطتها يتم معرفة النشاط الكهربائي للعضلات عند أداء الحركة الرياضية من خلال دراسة خصائص نشاط الجهاز العصبي. من المهم معرفة أن الفرد لا يمكنه وصف نشاط العضلات دون استخدام أدوات متخصصة؛ لأن نشاط العضلات هو ظاهرة متعددة العوامل لا يمكن قياسها إلا باستخدام تخطيط العضلات الكهربائي. تخطيط العضلات الكهربائي (EMG) هي تقنية تركز على تسجيل وتحليل الإشارات الكهربية العضلية. تتشكل الإشارات الكهربية العضلية من خلال الاختلافات الفسيولوجية في وضعية أغشية الألياف العضلية. يمكن وصف مخطط كهربائية العضلات الحركي بأنه دراسة التنشيط العصبي العضلي الطوعي للعضلات ضمن المهام الوضعية والحركات الوظيفية وظروف الأداء وأنظمة العلاج أو التدريب (van den Tillar & Ettema, 2013). توفر البيانات التي يتم جمعها من تحليل مخطط كهربائية العضلات معلومات عن نشاط العضلات، وتناول مدى نشاط عضلة معينة في تمرين أو مهمة معينة (Stastny, Tufano & Petr, 2016). كما توفر إشارة مخطط كهربية العضلة عرضًا للنشاط الكهربائي في العضلات أثناء الانقباض. المنظار الكهربائي يعتمد بشكل كبير على مكان وجود القطب الكهربي فوق العضلة المعنية. ونظرًا لأن وضع القطب الكهربي يحدد الرؤية الكهربائية للعضلة، فمن المهم في قياس مخطط كهربائية العضلات أن يكون ثابتًا في وضع الأقطاب الكهربائية لموضوع ما على مدار جلسات تسجيل متتالية وبين مواضيع مختلفة (Pietraszewski, et al., 2020). ميزة أخرى لـ EMG هي القدرة على مقارنة نشاط

العضلات من جانب إلى جانب، مما يوفر الفرصة لتحديد توازن مجموعات العضلات الأكثر مشاركة في النشاط الحركي (Enoka & Duchateau, 2016).

يستخدم لاعبو كرة القدم الرجل المفضلة للتحكم والسيطرة بالكرة أثناء اللعب. ولذلك، فإن الاستخدام المتكرر للرجل المفضلة غالبًا ما يؤدي إلى عدم التوازن في قوة العضلات بين طرفي الجسم (Romas et al., 2019). القوة غير المتكافئة بين طرفي الجسم قد يكون نتيجة لبعض الإجراءات الفنية التي تحدث في اللعبة، ويمكن أن يتسبب عدم التكافؤ هذا في عدم توافق وظيفي أو حتى بدني لدى اللاعبين. يرى (Pietraszewski, et al. 2020) أن عدم التناسق بين عضلات الرجل اليمنى واليسرى أقل من 9٪ يدل على أن هذه المجموعات العضلية متوازنة بشكل جيد. عندما ينخفض الاختلاف في نشاط العضلات بين الطرف الأيمن والأيسر أو لجانب من الجسم بين 9 إلى 18٪ يمكننا أن نلاحظ وجود اتجاه نحو عدم التناسق. يدل عدم التناسق الذي يزيد عن 18٪ إلى اختلالات خطيرة، ويجب تحديد مصدره والسعي وراء الإجراءات لتجنب الإصابات. من الناحية العلمية، تم نشر العديد من الدراسات السابقة حول قياس الفروق بين الرجل المفضلة وغير المفضلة لدى لاعبي كرة القدم. تتفق معظم الأدبيات السابقة عند مقارنة الرجل المفضلة بالرجل غير المفضلة للاعبي كرة القدم بان الرجل المفضلة تنتج سرعة كرة أعلى بكثير في الركل الأقصى (Dörge., et al., 2001). علاوة على ذلك، فإن الرجل المفضلة، عند مقارنتها بالرجل غير المفضلة، تتمتع بسرعات زاوية أكبر بكثير للفخذ والساق عند الاصطدام بالكرة، فضلاً عن أنها تتمتع بقيمة أكبر وعزم دوران متوسط. من المهم أيضًا التأكيد على أن الرجل المفضلة، عند مقارنتها بالرجل غير المفضلة، تتمتع بقدر أكبر من قوة عضلات الركبة ،وقوة وحجم عضلي أكبر بشكل ملحوظ (Kearns & Isokawa, 2001) ودقة أعلى بكثير في ركل الكرة (McLean & Tumilty, 1993).

أهمية البحث:

تُعد عملية التدريب الرياضي وفق الأسس العلمية أحد أسباب التفوق والنجاح وتحقيق الانجازات في المنافسات والمحافل الرياضية المختلفة، حيث يدل التعرف على نواتج تأثير العملية التدريبة على تنمية القوة العضلية وفق أسس علمية مقننة ومتوازنة من المؤشرات الهامة في تقويم برامج اللياقة البدنية وعملية التدريب بشكل عام. وتعتبر دراسة النشاط الكهربي للعضلات الرئيسية للرجلين أحد المحددات التي تساعد المدربين في فهم آلية عمل العضلات العاملة التي تؤثر في درجة الإنجاز للمهارات في رياضة كرة القدم. مثال ذلك، مهارات التصويب، والقفز، وتغيير الاتجاه، والتسارع، وتكرار السرعات القصيرة على الجانب البدني، مما يساعد في تنمية المهارات واكتشاف وتصحيح الأخطاء وزيادة فاعلية عمليتي التعليم والتدريب. بالإضافة إلى

تجنب مخاطر الإصابات الرياضية، حيث أكد كل من (Torres, Chorro, Navandar, Rueda, Fernadez & Navarro, 2020) أن مراقبة كهرباء العضلات أثناء التمرينات الموجهة نحو عضلات الفخذ الأمامية والخلفية قد أثبتت فائدتها ليس فقط لإعادة تأهيل مجموعات عضلية محددة ولكن أيضًا لإعادة التأهيل والوقاية من الإصابات.

وتكمن أهمية الدراسة في معرفة النشاط العضلي باستخدام جهاز تخطيط العضلات الكهربائي (الذي يكشف ويخزن الإشارة الكهربائية الصادرة من العضلة) وبالتالي الوقوف على حقيقة النشاط الكهربائي خلال تنفيذ النشاط العضلي الذي يحدث في أثناء أداء تمرين فضلاً عن إعطاء مؤشرات علمية دقيقة لنشاط كل عضلة وبذلك تساهم هذه المعلومات في إيضاح عمل العضلات بالنسبة للمدربين والتأكيد على كيفية تطوير العضلات العاملة وفق أسلوب علمي صحيح. ومن هنا ظهرت أهمية الدراسة في التعرف على النشاط الكهربي للعضلات الرئيسية للرجلين الامامية والخلفية للرجل الراكلة والرجل الساندة من أجل تقويم العملية التدريبية.

أهداف البحث :

1. التعرف على الفروق في النشاط الكهربي للعضلات اثناء الانقباض الثابت لعضلات الفخذ للرجل (الراكلة) بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية.
2. التعرف على الفروق في النشاط الكهربي للعضلات اثناء الانقباض الثابت لعضلات الفخذ للرجل (الساندة) بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية.
3. التعرف على الفروق في النشاط الكهربي اثناء الانقباض الثابت لعضلة الفخذ المستقيمة الفخذية الأمامية بين الرجل الراكلة والرجل الساندة.
4. التعرف على الفروق في النشاط الكهربي اثناء الانقباض الثابت للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بين الرجل الراكلة والرجل الساندة.

تساؤلات البحث:

1. ما هي الفروق في النشاط الكهربي للعضلات اثناء الانقباض الثابت لعضلات الفخذ للرجل (الراكلة) بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية
2. ما هي الفروق في النشاط الكهربي للعضلات اثناء الانقباض الثابت لعضلات الفخذ للرجل (الساندة) بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية
3. ما هي الفروق في النشاط الكهربي اثناء الانقباض الثابت لعضلة الفخذ المستقيمة الفخذية الأمامية بين الرجل الراكلة والرجل الساندة.

4. ما هي الفروق في النشاط الكهربي اثناء الانقباض الثابت للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بين الرجل الراكلة والرجل الساندة.

اجراءات البحث:

منهج البحث:

استخدم الباحثان المنهج الوصفي باستخدام الأسلوب التحليلي لمناسبته وطبيعة هذه الدراسة.

مجتمع البحث:

لاعبو كرة القدم في الدوري السعودي فئة الشباب.

عينة البحث:

تمثلت عينة الدراسة من (10) لاعبًا من لاعبي كرة القدم المحترفين في الدوري السعودي فئة الشباب، تم اختيارهم بالطريقة العمدية. بعد وصول المفحوص إلى المختبر، تم تسجيل البيانات الأساسية للاعب (العمر، ومركز اللعب، والرجل المفضلة) وكذلك إجراء القياسات الأساسية (الطول – كتلة الجسم)، والجدول التالي يوضح البيانات والقياسات الأساسية لعينة الدراسة:

جدول (1)

	أقل قيمة	اعلى قيمة	المدى	المتوسط	الانحراف المعياري
العمر	19	20.2	1.2	19.7	±0.42
الطول	163	188	15	174.4	±7.96
الوزن	60	94	34	70.07	±9.79
مؤشر كتلة الجسم	20.76	28.10	7.34	23.16	±2.09

يتضح من جدول (1) البيانات والقياسات الأساسية (العمر، والطول، وكتلة الجسم، ومؤشر كتلة الجسم لعينة الدراسة البالغ عددهم (10) لاعبًا.

الأجهزة والأدوات المستخدمة:

شكل (1) جهاز (EMG) نوع DELESYS

تم استخدام جهاز قياس النشاط الكهربائي للعضلات ماركة DELESYS في مختبر الميكانيكا

الحيوية، كما تم استخدام الأدوات التالية في التجربة: شريط لاصق لتثبيت اللاقطات على رجل اللاعب – شفرة حلاقة – قطن طبي – مقص– محلول تعقيم طبي – ميزان طبي – شريط قياس.

الدراسة الاستطلاعية:

قام الباحثان بأجراء دراسة استطلاعية حيث كان الهدف منها:

1. التأكد من كفاءة جهاز رسم العضلات (EMG) والاقطاب الكهربائية.
2. سلامة جهاز الحاسب في استقبال المحاولة واستخراج البيانات والرسوم البيانية لكل محاولة وكفاءة التخزين (EMG)
3. معالجة البيانات المستخرجة من (EMG) بطريقة Root Mean Square وبوحدة قياس uv (ميكروفولت)
4. تدريب فريق العمل على اجراءات التجربة.
5. تم اختيار لاعبين من المستوى العالي المحترفين في لعبة كرة القدم ومن خارج عينة الدراسة لأداء الدراسة الاستطلاعية.

التجربة الرئيسية:

تم اجراء التجربة الرئيسية على عينة الدراسة خلال الفترة من 4 – 5 فبراير 2019 م في مختبر الميكانيكا الحيوية بقسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي، كلية علوم الرياضة والنشاط البدني، جامعة الملك سعود.

الموافقات على إجراء الدراسة من القسم.

الموافقة على إجراء الدراسة من اللاعبين المشاركين.

تحديد متغيرات الدراسة وهي:

قياس (EMG) Maximum Voluntary Isometric Contraction

قياس طول اللاعب (سنتيمتر)

قياس كتلة اللاعب (كيلو جرام)

تم تحديد عدد المحاولات لكل اختبار.

تحديد العضلات الخاصة بالتجربة وهي:

عضلة الرجل (الراكلة) العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية

عضلة الرجل (الساندة) العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية

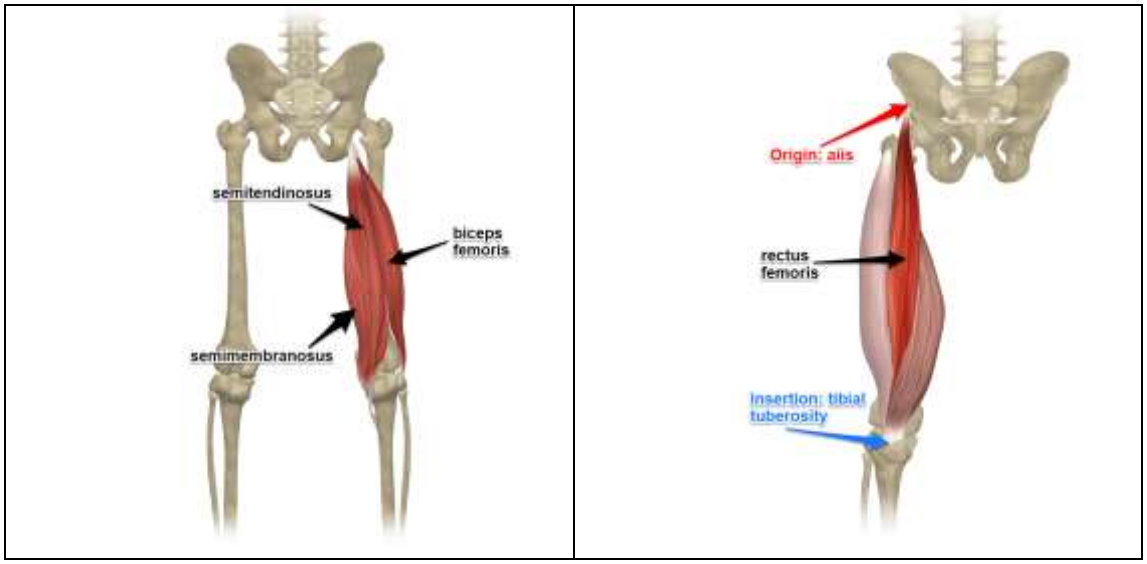
عضلة الرجل (الراكلة) العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية

عضلة الرجل (الساندة) العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية

إزالة مناطق الشعر أسفل اللاقطات عند الحاجة .

وضع اللاقطات على العضلات المحددة (surface electrodes).

ومن أجل سلامة المفحوصين أثناء أجراء التجربة، تم الطلب من المفحوص أجراء تمارين التهيئة البدنية والاحماء قبل عمل تمرين الانقباض العضلي الذي يتطلب رفع الثقل بالقدمين بأقصى قوة.



شكل (2) العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية – العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية

الاختبارات المستخدمة

جدول (1)

الاختبارات المستخدمة في الدراسة

الاختبار (1) EMG	وضع اللاقطات على العضلات التالية: عضلة الرجل (الراكلة) العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية - عضلة الرجل (الساندة) العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية - عضلة الرجل (الراكلة) العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية - عضلة الرجل (الساندة) العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية من وضع الجلوس على الكرسي عمل انقباض بمقاومة ثابتة على الجهاز لعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية للرجل (الراكلة – الساندة) يبدأ المفحوص بالجلوس على الكرسي وربط الحزام الخاص بالكرسي. عند الإشارة يقوم المفحوص برفع الثقل بالقدمين بأقصى قوة. عند الإشارة الثانية يتوقف اللاعب ويقوم بوضع الجلوس الطبيعي.
الاختبار (2) EMG	من وضع الانبطاح عمل انقباض بمقاومة ثابتة للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل(الراكلة – الساندة) من وضع الانبطاح يبدأ المفحوص بثني الرجلين قليلا بزاوية 40 درجة عند سماع إشارة البدء يقوم المفحوص بعمل انقباض للعضلات الخلفية ضد المقاومة. عند الإشارة الثانية يتوقف اللاعب.

عرض النتائج:

في ضوء أهداف وتساؤلات الدراسة وفي حدود العينة وأدوات جمع البيانات يتناول الباحثان عرض النتائج التي تم التوصل إليها وهي كالتالي:

جدول (2)

متوسطات نشاط العضلات السطحية قيد الدراسة خلال أداء اختبارات الانقباض الثابت

اسم العضلة بالعربية	اسم العضلة بالإنجليزية	الحركة	شكل العضلة	أعلى قيمة لنشاطها الكهربي
العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية للرجل الراكلة	Rectus Muscle Femoris	انقباض بمقاومة ثابتة من وضع الجلوس		164,40
العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية للرجل الساندة	Rectus Muscle Femoris	انقباض بمقاومة ثابتة من وضع الجلوس		162,00
العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل الراكلة	Biceps Muscle Femoris	انقباض بمقاومة ثابتة من وضع الانبطاح		313,60
العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل الساندة	Biceps Muscle Femoris	انقباض بمقاومة ثابتة من وضع الانبطاح		236,40

يتضح من خلال جدول (2) متوسطات نشاط العضلات السطحية قيد الدراسة خلال أداء اختبارات الانقباض الثابت حيث كانت قيمة انقباض العضلة المستقيمة الفخذية للرجل الراكلة العضلة المستقيمة الفخذية من وضع الجلوس 164,40 ميكروفولت، وكانت قيمة انقباض

العضلة المستقيمة الفخذية للرجل الساندة العضلة المستقيمة الفخذية من وضع الجلوس162,00 ميكروفولت. كما كانت قيمة انقباض العضلة ذات الرأسين الفخذية للرجل الراكلة العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بمقاومة ثابتة من وضع الانبطاح 313,60 ميكروفولت. وكانت قيمة انقباض العضلة ذات الرأسين الفخذية للرجل الساندة العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بمقاومة ثابتة من وضع الانبطاح 236,40 ميكروفولت.

جدول رقم (3)

تحليل التباين لدلالة الفروق الإحصائية في نتائج قياس النشاط الكهربي للعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل (الراكلة – الساندة) باستخدام اختبار القوة العضلية بمقاومة ثابتة

المجموعات	متوسط الرتب	قيمة ($\chi 2$)	درجة الحرية	مستوى الدلالة
العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية (الرجل الراكلة)	1.70	11.640	3	0,009
العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية (الرجل الساندة)	2.20			
العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية (الرجل الراكلة)	3.60			
العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية (الرجل الساندة)	2.50			

تُشير نتائج الجدول رقم (3) إلى وجود فروق دالة إحصائيًا بين رتب (RMS) باستخدام تحليل التباين عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$)، والخاصة بنتائج قياس (EMG) للعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل (الراكلة – الساندة)، حيث بلغت قيمة ($\chi 2$) المحسوبة (11,640)، بمستوى دلالة (0,009)، ومستوى هذه القيمة دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$).

وللتعرف على اتجاه الفروق بين القياسات تم استخدام اختبار ويلكوكسون بين المجموعات وفق الجداول التالية 4، 5، 6 ، 7.

جدول (4)

دلالة الفروق الإحصائية باستخدام اختبار ويلكوكسن لقياس النشاط الكهربي للعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية بين الرجل (الراكلة – الساندة) في اختبار الانقباض العضلي بمقاومة ثابتة

العضلة المستقيمة الفخذية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (z)	مستوى الدلالة	الدلالة الاحصائية
الرجل (الراكلة)	164,40	46,02	سالبة	7,00	28,00	0,051	0,959	غير دال إحصائياً عند 0,05≥
الرجل (الساندة)	162,00	88,00	موجبة	4,50	27,00			

تُشير نتائج الجدول رقم (4) إلى عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين رتب (RMS) باستخدام اختبار ويلكوكسون عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$). في قياس (EMG) للعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية بين الرجل (الراكلة – الساندة)، حيث بلغت قيمة (z) المحسوبة (0,051)، بمستوى دلالة (0,959)، ومستوى هذه القيمة غير دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$).

جدول (5)

دلالة الفروق الإحصائية باستخدام اختبار ويلكوكسن لقياس النشاط الكهربي للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بين الرجل (الراكلة – الساندة) في اختبار الانقباض العضلي بمقاومة ثابتة

العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (z)	مستوى الدلالة	الدلالة الاحصائية
الرجل (الراكلة)	313,60	81,53	سالبة	5,88	47,00	1,988	0,047	دال إحصائياً عند ≤0,05
الرجل (الساندة)	236,40	85,10	موجبة	4,00	8,00			

يتضح من نتائج الجدول رقم (5) وجود فرق دال إحصائيًا بين رتب (RMS) باستخدام اختبار ويلكوكسون عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$).، في قياس (EMG) للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بين الرجل (الراكلة – الساندة)، حيث بلغت قيمة (z) المحسوبة (1,988)، بمستوى دلالة (0,047)، ومستوى هذه القيمة دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$).، ويتضح ذلك من وجود الاختلاف في قيمة المتوسط الحسابي للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بين الرجل (الراكلة – الساندة)، حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل (الراكلة) (313,60 uv) وهو الأعلى، بينما بلغت قيمة المتوسط الحسابي للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل (الساندة) (236,40 uv) وهي الاقل. وهذه النتيجة توضح تفوق العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل الراكلة على الرجل الساندة.

جدول (6)

دلالة الفروق الإحصائية باستخدام اختبار ويلكوكسن لقياس النشاط الكهربي للرجل الراكلة بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية – العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية في اختبار الانقباض العضلي بمقاومة ثابتة

الرجل الراكلة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (z)	مستوى الدلالة	الدلالة الاحصائية
العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية	164,40	49,02	سالبة	0,00	0,00	2,803	0,005	دال إحصائياً عند ≤0,01

الرجل الراكلة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (z)	مستوى الدلالة	الدلالة الاحصائية
العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية	313,60	81,53	موجبة	5,50	55,00			

تُشير نتائج الجدول رقم (6) إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين رتب (RMS) باستخدام اختبار ويلكوكسون عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,01$)، باستخدام قياس (EMG) للرجل الراكلة بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية حيث بلغت قيم (z) المحسوبة (2,803)، بمستوى دلالة (0,005)، ومستوى هذه القيمة دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,01$)، ويتضح ذلك من وجود الاختلاف في قيمة المتوسط الحسابي لعضلتي الرجل الراكلة (العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية و العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية)، حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي لعضلة الراكلة (العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية) (313,60 uv) وهو الأعلى، بينما بلغت قيمة المتوسط الحسابي لعضلة الرجل الراكلة (العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية) (uv164,40).

جدول (7)

دلالة الفروق الإحصائية باستخدام اختبار ويلكوكسن لقياس النشاط الكهربي للرجل الساندة بين عضلة المستقيمة الفخذية الأمامية – العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية في اختبار الانقباض العضلي بمقاومة ثابتة

الرجل الساندة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (z)	مستوى الدلالة	الدلالة الاحصائية
العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية	162,00	88,00	سالبة	3,50	14,00	1,367	0,169	غير دال إحصائياً عند 0,05≥
العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية	236,40	85,10	موجبة	6,83	41,00			

تُشير نتائج الجدول رقم (7) إلى عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين رتب (RMS) باستخدام اختبار ويلكوكسون عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$). في قياس (EMG) للرجل الساندة بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية – العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية، حيث بلغت قيم (z) المحسوبة (1,367)، بمستوى دلالة (0,169)، ومستوى هذه القيمة غير دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0,05$).

مناقشة النتائج:

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على الفروق في النشاط الكهربي للعضلات أثناء الانقباض الثابت للعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية لدى لاعبي كرة القدم الشباب. أظهرت نتائج الدراسة أن متوسط قيمة نشاط العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية للرجل الراكلة (164.40) ميكروفولت، وللرجل الساندة (162.00) ميكروفولت، في حين أن متوسط قيمة نشاط العضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل الراكلة (313.60) ميكروفولت، وللرجل الساندة (236.40) ميكروفولت. هذا يعني أن العضلات ذات الرأسين الفخذية الخلفية أقوى في أداء الانقباض الثابت من العضلات المستقيمة الفخذية الأمامية.

أظهرت النتائج جود اختلافات في النشاط الكهربائي بين العضلات الأمامية والخلفية للرجلين الراكلة والساندة، مما يشير إلى عدم تناسق في قوة الأطراف وعدم توازن بين قوة العضلات، وهذا يتفق مع العديد من الدراسات السابقة في وجود فروق في قوة العضلات بين الطرفين الأيمن والأيسر (Daneshjoo,et al, 2103; Ramos, et al, 2018; Fousekis, et al 2010; Torres,et al, 2020) في الواقع، يمكن أن تكون مثل هذه الاختلافات بين الأطراف في القوة مقدمة للإصابات، وبالتالي فإن مراقبة الاختلافات بين الأطراف يمكن أن تكون مهمة في برامج الإعداد البدني والوقاية من الإصابة (Torres, et al, 2020). كما يشير Rahmana, et. al (2005) أن المتطلبات التي يضعها اللاعب على عضلات معينة في تحمل وزن الجسم أثناء الركل، وربما الأنشطة الأخرى مثل القفز العمودي لضرب الكرة بالرأس سبب محتمل للاختلاف في قوة وتنسيق العضلات بين الرجلين لدى لاعبي كرة القدم.

فيما يتعلق بالفروق بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية للرجلين، لم تؤكد نتائجنا أي اختلافات في قوة انقباض العضلات بين الطرفين؛ قد يكون السبب في عدم وجود تباين في قوة الطرفين الأماميين يعود لنوعية التدريب والإعداد البدني من ناحية التركيز على تقوية العضلات الأمامية. في المقابل تبين وجود فروق بين العضلات الخلفية للرجلين الراكلة والساندة (Fousekis, et al 2010). تظهر هذه النتائج حاجة أكبر لتنشيط العضلات الخلفية والأوتار أثناء تدريب لاعبي كرة القدم على المقاومة. لذا، من المعقول أن نؤكد على أن يكون أداء تمارين القوة الموجه بتساوي اتجاه العضلات الأمامية والخلفية، من أجل زيادة كفاءة الحركات للطرفين، وتقليل مخاطر الإصابة في العضلات الخلفية بشكلٍ خاص (Torres, et al., 2020).

الدراسة الحالية أظهرت عن وجود فروق بين العضلات الأمامية والخلفية للرجل الراكلة. وهذا يتفق مع دراسة **حسن**، وآخرون (2015) والتي تشير إلى تفوق عضلة العضلة ذات

الرأسين الفخذية الخلفية على العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية أثناء أداء مهارة ركل الكرة بوجه القدم الأمامي. تشير الأدبيات السابقة إلى أن الرجل الراكلة للاعبي كرة القدم، عند مقارنتها بالرجل الساندة، تنتج الأولى سرعة كرة أعلى بكثير في الركل الأقصى (Dörge., et al, 2001)، وركل الدفع بثلاث خطوات (McLean & Tumilty, 1993). علاوة على ذلك، فإن الرجل الراكلة، عند مقارنتها بالساندة، تتمتع بسرعات زاوية أكبر بكثير للساق والفخذ عند الاصطدام بالكرة، فضلاً عن أنها تتمتع بقوة أكبر وعزم دوران أعلى (Bjelica, Popovic, & Petković, 2013).

لم تؤكد نتائجنا أي اختلافات في قوة انقباض العضلات بين الرجلين في عضلات الفخذ الخلفية. النتائج الحالية تتفق مع (Daneshjoo,et al, 2103) الذي يبين عن عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في القوة بين الرجلين اليسرى واليمنى في الرياضيين الذكور. من الناحية العملية، يتم استخدام الرجل الراكلة للتعامل مع الكرة، بينما تلعب الرجل الساندة الدور الرئيسي في توفير الدعم الوضعي. ويعتبر هذا مؤشرًا إلى حالة التوازن في النشاط الكهربي لعضلات الرجل الساندة والتي غالبا لا تؤدي أي حركة من حركات الركل أو الصد وهي غالبا ما تستخدم في عملية السند والمتابعة للرجلة الراكلة التي وظيفتها الرئيسية هي أحداث حالة التوازن الحركي للجسم؛ وهنا ظهرت النتيجة إلى عدم وجود فروق إحصائية بين العضلتين مع الاخذ في الاعتبار إلى وجود فروق في مستوى العضلتين من حيث مقادير النشاط الكهربي ولكنها (غير دالة) كما أن هذا يشير إلى احتمال استخدام الرجل الراكلة ولكن ليس في المهارات التي تحتاج إلى قوة كبيرة كما في التصويب وانما يمكن التمرير والاستقبال.

التوصيات:

1. الاهتمام بتدريبات المرونة والاطالة الخاصة بالعضلة الخلفية للرجل الراكلة والرجل الساندة.
2. التوازن في تنمية القوة العضلية بين العضلات الخلفية والامامية للفخذ.
3. القياس التتبعي (EMG) للتعرف على درجة النشاط بين عضلات الفخذ الامامية والخلفية للرجل الراكلة والرجل الساندة للوقوف على نوعية البرامج التدريبية والجرعات الخاصة بالقوة العضلية والقوة المميزة بالسرعة والمرونة.
4. تقييم وظيفة العضلات للكشف عن أوجه القصور المحددة في اللاعبين الذين يبدو أنهم يتمتعون بصحة جيدة مما قد يجعلهم عرضة للإصابة. قد يكون هذا النوع من المعلومات ذا قيمة في تقييمات لاعبي كرة القدم قبل الموسم وكذلك في إعادة تأهيل اللاعبين المصابين (Rahman, et al., 2005).

المراجع :

1. أبو العلا أحمد عبد الفتاح (2003). فسيولوجيا التدريب والرياضة، دار الفكر العربي، ط1، القاهرة.

2. حسن، أحمد عبد العظيم؛ عزيز، مينا إبراهيم؛ حسنين، حسام حسين؛ غيده، محمد يحيى (2015) الخصائص البيوميكانيكية والنشاط الكهربي العضلي للطرف السفلي أثناء أداء ركل الكرة بوجه القدم الأمامي لناشئي كرة القدم، المجلة العلمية لعلوم التربية الرياضية – جامعة المنصورة، 7، 231 – 251.

References:

3-Bjelica, D., Popovic, S., & Petković, J. (2013). Comparison of Instep Kicking Between Preferred and Non-Preferred Leg in Young Football Players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine, 2*, 5-10.

4-Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Effectiveness of injury prevention programs on developing quadriceps and hamstrings strength of young male professional soccer players. *Journal of human kinetics*, 39, 115–125.

5-Dörge, H & Andersen, Thomas & Sørensen, H & Simonsen, Erik. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20, 293-299.

6-Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2015). Inappropriate interpretation of surface EMG signals and muscle fiber characteristics impedes understanding of the control of neuromuscular function. *Journal of applied physiology*, 119,1516–1518.

7-Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30, 625 - 631.

8-Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, & G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9, 364-373.

9-Jullien, H., Bisch, C., Largouët, N., Manouvrier, C., Carling, C., & Amiard, V. (2008). Does A Short Period of Lower Limb Strength Training Improve Performance in Field-Based Tests of Running and Agility in Young Professional Soccer Players? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 404-411.

10-Kearns, C. F., Isokawa, M., & Abe, T. (2001). Architectural characteristics of dominant leg muscles in junior soccer

players. *European journal of applied physiology*, 85, 240–243.
11-McLean, B.D., & Tumilty, D. (1993). Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, 27, 260 - 262.
12-Michailidis, Y., Fatouros, I., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Barberó-Álvarez, J.C., Tsoukas, D., Douroudos, I., Draganidis, D., Leontsini, D., Margonis, K., Berberidou, F., & Kambas, A. (2013). Plyometrics' Trainability in Preadolescent Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 38–49.
13-Navarro, Enrique & Chorro, David & Torres Márquez, Gonzalo & Navandar, Archit & Rueda, Javier & Veiga, Santiago. (2020). Electromyographic activity of quadriceps and hamstrings of a professional football team during Bulgarian Squat and Lunge exercises. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16, 1-14.
14-Ozgur, T. (2012) Muscle power and strength performance in sport. *International Journal of Basic and Clinical Studies*, II, 41-55.
15-Pietraszewski, P., Gołaś, A., Matusiński, A., Mrzygłód, S., Mostowik, A., & Maszczyk, A. (2020). Muscle Activity Asymmetry of the Lower Limbs During Sprinting in Elite Soccer Players, *Journal of Human Kinetics*, 75, 239-245.
16-Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecichi, E. (2005). A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48, 1568 - 1575.
17-Ramos, Sarah & Simão, Roberto & Herdy, Carlos & Costa, Pablo & Dias, Ingrid. (2018). Relationship between strength and flexibility levels in young soccer players. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 54, 10.1016.
18-Stastny, P., Tufano, J.J., Golas. A. & Petr, M. (2106). Strengthening the Gluteus Medius Using Various Bodyweight and Resistance Exercises. *Strength Cond J*, 38: 91-101.
19-Torres, G., Chorro, D., Navandar, A., Rueda, J., Fernández, L. & Navarro, E. (2020). Assessment of Hamstring: Quadriceps Coactivation without the Use of Maximum Voluntary Isometric Contraction. *Appl. Sci*.10, 1615.
20-van den Tillaar, R, Ettema, G. (2103). A comparison of muscle activity in concentric and counter movement maximum bench press. *Journal of Human Kinetics*, 38, 63–67.

الملخص

دراسة تحليلية للنشاط الكهربي لعضلات الرجلين أثناء الانقباض العضلي الثابت للاعبي كرة القدم

د. مساعد بن ناصر العلياني
أستاذ مشارك– قسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي كلية علوم الرياضة والنشاط البدني
جامعة الملك سعود

د. منصور بن ناصر الصويان
أستاذ مساعد– قسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي كلية علوم الرياضة والنشاط البدني
جامعة الملك سعود

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على الفروق في النشاط الكهربي للعضلات أثناء الانقباض الثابت لعضلات الفخذ للرجل الراكلة والساندة بين العضلة المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية، وكذلك التعرف على الفروق في النشاط الكهربي أثناء الانقباض الثابت لعضلة الفخذ المستقيمة الفخذية الأمامية والعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية بين الرجل الراكلة والرجل الساندة. تمثل مجتمع الدراسة في لاعبي كرة القدم في الدوري السعودي فئة الشباب، وتمثلت عينة الدراسة من 10 لاعبين؛ تم اختيارهم بالطريقة العمدية. واشتملت أدوات جمع البيانات على الاختبارات المعملية باستخدام جهاز قياس النشاط الكهربي للعضلات. تم معالجة البيانات المستخرجة من (EMG) بطريقة Root Mean Square وبوحدة قياس uv (ميكروفولت). الاختبارات المستخدمة في الانقباض العضلي كان: (أ) من وضع الجلوس على الكرسي عمل انقباض بمقاومة ثابتة على الجهاز للعضلة المستقيمة الفخذية الأمامية للرجل (الراكلة – الساندة)، (ب) من وضع الانبطاح عمل انقباض بمقاومة ثابتة للعضلة ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل (الراكلة –الساندة). وكانت أهم النتائج وجود اختلافات في النشاط الكهربائي بين العضلات الأمامية والخلفية للرجلين الراكلة والساندة، مما يشير إلى عدم تناسق في قوة الأطراف وعدم توازن بين قوة العضلات للرجلين. كما أظهرت النتائج أن العضلات ذات الرأسين الفخذية الخلفية للرجل الراكلة أقوى في أداء الانقباض الثابت من العضلات المستقيمة الفخذية الأمامية للرجل الساندة.

الكلمات المفتاحية: النشاط الكهربائي للعضلات، الانقباض العضلي، كرة القدم

Abstract

Analytical Study of the Electrical Activity of the Leg Muscles During Static Muscular Contraction of Soccer Players

Mosaid N. Alalyani., Ph.D
Department of Biomechanics & Motor Behavior,
College of Sport Science & Physical Activity
King Saud University

Mansour N. Alsowayan., Ph.D
Department of Biomechanics & Motor Behavior,
College of Sport Science & Physical Activity
King Saud University

The purpose of the study was to identify the differences in the electrical activity of the muscles during the static contraction of the thigh muscles of the kicking leg and supporting leg between the rectus femoris muscle and the biceps femoris posterior muscle, As well as identifying the differences in electrical activity during static contraction of the rectus thigh muscle of the anterior thigh and the biceps femoris posterior muscle between kicking leg and supporting leg. The population of the study represented the football players in the Saudi League -youth level, and the study consisted of 10 players, and were chosen by the deliberate method. EMG was used to collect the data. The data extracted from EMG were processed using the Root Mean Square method and the uv unit of measurement (microvolt). The tests used in muscular contraction were (a) from a sitting position on a chair, a contraction with constant resistance on the device to the rectus thigh muscle of the anterior leg (kicking leg – supporting leg), (b) from a prone position, a contraction with constant resistance to the biceps of the posterior thigh muscle (kicking leg – supporting leg). The most important results were the presence of differences in electrical activity between the front and back muscles of the kicking and supporting legs, which indicates an inconsistency in the strength of the limbs and an imbalance between the muscle strength of the two legs. The results also showed that the biceps posterior thigh muscles of the kicking leg are stronger in performing static contraction than the rectus femoris muscles of the supporting leg.

Keywords: Electromyography, Muscular Contraction, Soccer