Jordan Journal of Applied Science-Humanities Series

Volume 31
Issue 2 *31-2*

Article 10

2022

Biomechanical Analysis of the Muscles Balance on the Dominant and non- Dominant Leg among some of the Jordanian National Team Players Practicing the Back Squat Exercise

Iyad Abu Touq
King's Academy School - Jordan, iabutouq@kingsacademy.edu.jo

Osama Abdel Fattah
Ministry of Education - Jordan, osamhsaf.2811@gmail.com

Khaled Atiyat
The University of Jordan - Jordan, atiyat63@hotmail.com

Follow this and additional works at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/jjoas-h

Part of the Sports Studies Commons

Recommended Citation

Abu Touq, Iyad; Abdel Fattah, Osama; and Atiyat, Khaled (2022) "Biomechanical Analysis of the Muscles Balance on the Dominant and non- Dominant Leg among some of the Jordanian National Team Players Practicing the Back Squat Exercise," *Jordan Journal of Applied Science-Humanities Series*: Vol. 31: Iss. 2, Article 10.
Available at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/jjoas-h/vol31/iss2/10

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in Jordan Journal of Applied Science-Humanities Series by an authorized editor. The journal is hosted on Digital Commons, an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aaru.edu.jo, marah@aaru.edu.jo, u.murad@aaru.edu.jo.

Jordan Journal of Applied Science - Humanities Series
Applied Science Private University
2022, Vol 31(2)
e-ISSN: 2708-9126
Research Article

Biomechanical Analysis of the Muscles Balance on the Dominant and non-Dominant Leg among some of the Jordanian National Team Players Practicing the Back Squat Exercise

التحليل البيوميكانيكي لتوازن القوى على الرجل المفضلة وغير المفضلة لدى لاعبي بعض المنتخبات الأردنية الممارسين لتمرين السكوات الخلفي

Iyad Abu Touq[1*], Osama Abdel Fattah[2], Khaled Atiyat[3].

[1]King's Academy School, Amman, Jordan.
[2]Ministry of Education, Amman, Jordan.
[3]The University of Jordan, Amman, Jordan.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 11 Feb 2021
Accepted 15 Mar 2021
Published 01 Apr 2022

*Corresponding author:
Isra University, Amman, Jordan.
Email: iabutouq@kingsacademy.edu.jo.

Abstract

This study aimed to identify the values of some biomechanical variables of the muscles operating on the pelvic, the knee and the ankle joints in the dominate and non- dominate leg among the Jordanian national team players practicing the back squat exercise by using the Biodex device, as well as to the differences in the values of the biomechanical variables between the dominate and non- dominate leg. To achieve this, the researchers used the descriptive approach on a sample of (15) male and they were chosen by the purposive method, so that their training includes squat training for a period of not less than two years. To obtain the values of the biomechanical parameters of the study sample, the researchers used a Biodex device. Biodex System III (Lafayette). In addition, the study dealt with many biomechanical variables such as maximum torque, maximum occupancy and power rating. To process the study data, the researchers used means, standard deviations, skewness and T-test for independent samples. The results of the study showed a difference in the values of the biomechanical variables under study between in the dominant and non- dominant leg, as well as the presence of statistically significant differences between in the dominate and non- dominate leg in the relative strength variable in the extension movement on the pelvic joint, and the muscle balance variable in the adduction movement on the pelvic joint in favor of the non- dominate leg. Additionally, there were no statistically significant differences between the dominant and non- dominate leg in the biomechanical variables on the knee and ankle joints. The researchers recommend that the Biodex device should be used to measure the balance of forces periodically, because of its reliability and stability in measuring muscle strength and the balance of forces.

Keywords: Biomechanical, Muscles Balance, Dominant leg, non-dominant leg, Back squat.

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على قيم بعض المتغيرات البيوميكانيكية للعضلات العاملة على مفاصل الحوض، الركبة والكاحل في الرجل المفضلة وغير المفضلة باستخدام جهاز البيودكس، كذلك إلى الفروق في قيم المتغيرات البيوميكانيكية بين الرجل المفضلة وغير المفضلة. ولتحقيق ذلك أستخدم الباحثون المنهج الوصفي على عينة تكونت من (١٥) لاعب من الذكور، وتم اختيارهم بالطريقة العمدية، بحيث تضمن تدريبهم تمرين السكوات لفترة لا تقل عن عامين. وللحصول على قيم المتغيرات البيوميكانيكية لعينة الدراسة استخدم الباحثون جهاز بيودكس نوع Biodex System III (Lafayette) وتناولت الدراسة العديد من المتغيرات البيوميكانيكية كأقصى عزم، أقصى شغل ومعدل القدرة، ولمعالجة بيانات الدراسة استخدم الباحثون المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، الالتواء واختبار ت للعينات المستقلة. وأظهرت نتائج الدراسة وجود اختلاف في قيم المتغيرات البيوميكانيكية قيد الدراسة بين الرجل المفضلة وغير المفضلة، كذلك وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الرجل المفضلة وغير المفضلة في متغير القوة النسبية في حركة المد على مفصل الحوض، ومتغير التوازن العضلي في حركة التبعيد على مفصل الحوض ولصالح الرجل غير المفضلة. كذلك أظهرت عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الرجل المفضلة وغير المفضلة في المتغيرات البيوميكانيكة على مفصل الركبة والكاحل. ويوصي الباحثون بضرورة توظيف جهاز البيودكس في قياس توازن القوى بشكل دوري، لما له من مصداقية وثبات في قياس القوة العضلية وتوازن القوى.

الكلمات المفتاحية: البيوميكانيك، توازن القوى، الرجل المفضلة، الرجل غير المفضلة، السكوات الخلفي.

١. المقدمة

١,١الإطار النظري والدراسات السابقة

حركات الإنسان مختلفة ومتنوعة مثل: المشي، الجري، الوثب، الدوران، السباحة، السكوات (القرفصاء) وغيرها، ولا يمكن حدوث الحركة دون إنتاج القوة من خلال الانقباض العضلي. والحركة الرياضية هي حركة ذات هدف سواء أكانت بأدوات وأجهزة أو دونها، حيث تمثل الفترات بين الانقباض والانبساط في العضلات أثناء الحركة بديناميكية الحركة، مع الإشارة أن الأداء يكون صحيحاً إذا كان هناك انسيابية بين الانقباض والانبساط بما يتناسب والواجب الحركي، إذ يؤدي ذلك إلى نقل القوة وتسهيل الواجب الحركي والحصول على نتائج جيدة وبخاصة في الحركات السريعة التي تحتاج إلى إطالة عضلية (عبد المجيد ومحمد، ٢٠١٤). فالقوة العضلية هي قدرة العضلات أو المجموعات العضلية على إنتاج القوة الضرورية لحركة الإنسان (Baechle &Earle, 2000). وعليه فإن الإنسان يحتاج إلى مستويات من هذه القوة لأداء الحركات اليومية مع الإشارة أن هذه القوة ترتبط بشكل مباشر بالقدرة الوظيفية للفرد ولياقة عضلاته الهيكلية، كذلك تُعتبر مهمة في الأداء الرياضي من خلال توفير القدرة على أداء بعض المهارات والحركات الرياضية (Enoka, 2002). كذلك تُعتبر القوة المنتجة من العضلات مسؤولة عن دوران المفاصل وهذا يساهم في تحسين حركات الإنسان ويساعد على استقرار المفاصل ووضع الجسم (Grgorowicz, et al., 2010).

بناءً على العرض السابق يُعتبر قياس قوة العضلات ضرورة لتقييم التكيف البدني، وتحديد الضعف المتعلق بتقدم العمر أو المرض، كذلك من أجل رصد التقدم في التدريب أو في تصميم برامج التدريب وبرامج إعادة التأهيل بعد الإصابات (Dwyer &Davis, 2008). فتحديد الاختلاف في القوة المنتجة من العضلات العاملة على الرجل المفضلة وغير المفضلة يُعتبر مهماً للوقاية من الإصابات، ويساهم في تقديم معلومات واقعية حول القدرة الوظيفية للإطراف غير المفضلة مقارنةً بالمفضلة، وبالتالي تقديم نظرة ثاقبة حول كيفية تدريب الأطراف المفضلة وغير المفضلة (Kurdak, 2005). فالاعتماد على الأطراف المفضلة قد يؤدي إلى زيادة الضغط على مفاصل هذه الاطراف وبالتالي يساهم في الإعتماد المفرط على هذه الأطراف والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض قدرة الأطراف غير المفضلة على امتصاص القوى الكبيرة المرتبطة بالأنشطة الرياضية (Hewett et al., 2001).

ويشير (Diaz et al., 2019) بأن توازن القوى للمجموعات العضلية المتقابلة، يُعد من أهم المتطلبات للرياضي عند الأداء عالي المستوى، كما يرى أن التوازن العضلي للمجموعات العضلية أهم ما يكون في تمرين السكوات؛ لأنه متطلب أساس لتطوير الأداء المرتبط بالقوة والسرعة والرشاقة، وذلك تطبيقا لمبدأ الشمولية في التدريب الرياضي.

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

كما أشار (Toutoungi et al., 2000) إلى أن عدم التوازن في إنتاج القوة بين عضلات الفخذ الخلفية والأمامية هو من أهم مسببات إصابة الرباط الصليبي (ACL)، وتُعد هذه الإصابة من الإصابات التي قد تُنهي الموسم الرياضي للاعب، ويُشير (Clark et al., 2003) إلى وجود اختلاف في القوة المنتجة من العضلات الثانية والباسطة على مفصلي الحوض والركبة، وهذا يؤدي إلى إرتفاع معدلات الإصابات الرياضية. وهذا قد يؤدي إلى عدم إستقرار وضع الجسم بسبب إنخفاض كفاءة تحميل المقاومات على مفصل الحوض وهذا يزيد من الحركات التعويضية لمفصل الكاحل (Anker et al., 2008).

بينما يُشير (Masuda et al., 2003) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في القوة المنتجة من عضلات الفخذ الأمامية في الجهة المفضلة وغير المفضلة، كذلك يُشير (Jacobs et al., 2005) إلى عدم وجود فروق بين الجهة المفضلة وغير المفضلة في قوة العضلات المشاركة في حركة التبعيد على مفصل الحوض، أما (Kobayashi et al., 2013) فيشير إلى عدم وجود إختلاف كبير في قوة (Isokinetic) للعضلات الباسطة للركبة في الجهة المفضلة وغير المفضلة، كذلك يُشير (McGrath et al., 2016) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قوة عضلات الفخذ للرجل المفضلة وغير المفضلة، أما (Hunter et al., 2000) و (Brito et al., 2010) فوجدوا ارتفاع في عزم الدوران على مفصل الركبة للرجل المفضلة Nm (١٢٨±٣) مقارنة بالرجل غير المفضلة Nm (١٢٢±٣) ، وعلى عكس ذلك يُشير (Daneshjoo et al., 2013) إرتفاع عزم الدوران على مفصل الركبة للرجل غير المفضلة وعلى جميع السرعات الزاوية، كذلك يُشير (Abdelmohsen, 2019) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في القوة المنتجة من العضلات العاملة على مفصل الحوض بين الرجل المفضلة وغير المفضلة، في حين يشير (Rahnama et al., 2005) أن قوة العضلات الثانية للركبة في الجهة المفضلة أكبر منها في الجهة غير المفضلة لدى ٦٨٪ من عينة الدراسة، بينما يشير (Hrysomallis, 2009) أن عدم التماثل المرونة في الجهتين المفضلة وغير المفضلة يُعتبر عامل خطورة في تعرض الرياضي للإصابات الرياضية، كذلك أظهرت نتائج دراسة (Alhindawi, 2018) إلى عدم وجود فروق في التوازن بين عضلات الفخذ الأمامية والخلفية.

ويمكن لعدم التدريب بشكل متساوٍ أن يؤدي إلى اختلاف قوى المجموعات العضلية المتجاورة، أو المتقابلة، وعدم توازنها، وهو ما نتج عنه وجود فروقات في القوى المقاسة للمجموعات العضلية المقابلة أو المتجاورة، كما أن الرياضين يفضلون تدريب العضلة التوأمية والنعلية؛ لأنهم يستطيعون مشاهدة التمرين، كذلك الأمر مشاهدة النتائج أكثر من العضلة الظنبوبية الأمامية، كذلك الأمر تدريب السكوات يعمل على التركيز على العضلة التوأمية والنعلية على حساب الساقية الأمامية، بالإضافة إلى ذلك نرى أن بعض الرياضيين يفضلون تدريب العضلة رباعية الرؤوس الفخذية لأنهم؛ يستطيعون مشاهدة التمرين، كذلك الأمر مشاهدة النتائج أكثر من العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية، كذلك الأمر تدريب السكوات الأمامي أو الخلفي ذي الارتكاز العالي يعمل على التركيز على العضلة رباعية الرؤوس الفخذية، على حساب العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية (Rippetoe et al., 2007; Horschig et al., 2019). كذلك مع العدد الكبير من الرياضيين تُعتبر الوقاية من الإصابات ضرورة في خفض تكاليف الرعاية الطبية لدى هؤلاء الرياضيين (Rahnama, 2011; Kiani et al., 2010).

ومن الناحية الميكانيكية تعمل مفاصل الحوض، الركبة والكاحل ميكانيكياً كسلسلة مرتبطة مع بعضها خلال تمرين السكوات لذلك يُعتبر موضع كل مفصل مهم ويؤثر على الاحمال التي تقع على المفاصل الأخرى، فعلى سبيل المثال تحرك عامود الثقل للأمام يقلل من الاحمال على مفصل الركبة إلا أنه في الوقت نفسه يضع مزيد من الحمل على مفصل الحوض وأسفل الظهر(Fry et al., 2003). وهذا يتطلب مراعاة التفاعلات الصحيحة بين مفاصل الطرف السفلي مع مراعاة المسافة بين القدمين والتي تُعتبر أحد العوامل الرئيسة والمحددة لفعالية هذا التمرين والسلامة العامة (Almosnino et al., 2013). فأثناء النزول يكون الحمل على مفصل الكاحل بنسبة (٧)%، و (٤٧-٤٦)% على مفصلي الركبة والحوض(Schoenfeld, 2010). ومع المساهمة المنخفضة لمفصل الكاحل الإ أنه جزء رئيس في توفير الدعم، النقل الحركي والاتزان (Bell et al., 2008). وعليه فإن فهم ميكانيكية الأداء للسكوات أمر ذو أهمية كبيرة سواء لتحقيق النمو الأمثل للعضلات أو لتقليل احتمالية حدوث إصابة متعلقة بالتدريب. وفي هذا المجال يُعتبر علم البيوميكانيك من العلوم التي تسهم في ذلك، فهو يهتم بدراسة القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على الجسم البشري، والآثار الناتجة عن هذه القوى. كما يسعى إلى تطوير فهم وتصور اكبر للقوانين والمبادئ والتعليمات المتعلقة بالأداء البشري (Anthony, 2007). وكذلك فالتحليل الحركي بشكل عام يسعى إلى دراسة أجزاء الحركة ومكوناتها للوصول إلى دقائق الأمور سعياً وراء التكنيك الافضل من خلال اكتشاف الأخطاء والعمل على قياسها و تشخيصها ومن ثم تقويمها في ضوء الاعتبارات المحددة ذات العلاقة بمواصفات الأداء. وتبرز اهمية التحليل الحركي في كون ان العين البشرية المجردة لا تستطيع متابعة جميع التحركات لقطاعات الجسم والمفاصل المختلفة في نفس الوقت، وهذا يتطلب استخدام الادوات المختلفة مثل كاميرات الفيديو وبرمجيات التحليل المحوسبة (Singh,2013).

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

Published by Arab Journals Platform, 2022

٢. مشكلة الدراسة وأسئلتها

نبعت مشكلة الدراسة من خلال الاطلاع على الأبحاث والدراسات التي تناولت موضوع تطوير القوة العضلية، وبخاصة تمرين السكوات الذي يتصف بصعوبة كبيرة في الأداء المهاري، ومن خلال المناقشة مع المدربين لاحظ الباحثون أن هناك اهتماما كبيرا بتنمية القوة العضلية للجزء العلوي من الجسم، وعدم التركيز على عضلات الطرف السفلي (الرجلين)، وعند تدريب الرجلين يوجه الاهتمام في الغالب إلى تنمية العضلات الأمامية على حساب العضلات الخلفية، أو للرجل المفضلة على حساب الأخرى بشكل يقلل التوازن العضلي بينهم (Agon/Antag Ratio)، مما يؤثر في الأداء بعامة، وغالبا ما ينتج عن ذلك إصابات متكررة تحد من تنمية المستوى البدني والمهاري للاعبين، وقد تنهي مستقبلهم الرياضي، وكما في دراسة (Watkins, 1999)الذي أكد أنه يمكن أن يؤدي التكنيك الضعيف أو الأداء الفني غير المرتبط بأداء التمارين الرياضية السليم، وبخاصة السكوات إلى مجموعة واسعة من الإصابات، خاصةً مع استخدام الأوزان الثقيلة. فمن من المعلوم أن أداء السكوات بالشكل الصحيح يقلل الإصابات المرتبطة به بشكل كبير. كما أن عدم استخدام أجهزة موثوقة لتقييم توازن القوى للمجموعات العضلية كالبيودكس يجعلهم معرضين للإصابة.

٢,١ أسئلة الدراسة

هدفت هذه الدراسة الإجابة عن التساؤلين الآتيين:

١. ما قيم بعض المتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس للعضلات العاملة على مفاصل الحوض والركبة والكاحل على الرجل المفضلة وغير المفضلة ؟

٢. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين قيم متوسطات المتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة؟

٣. أهمية وأهداف الدراسة

٣,١ أهمية الدراسة

أينما وجدت الحركة وجدت الحياة، وكلما اتصفت الحياة بالصحة والحيوية والفاعلية زادت الكفاءة، ويُعد السكوات من أكثر التمرينات البدنية توظيفا للعضلات والمفاصل في أثناء الأداء، وفي هذا المجال يشير (Horschig et al., 2019) أن تمرين السكوات يوظف ٢٠٠ عضلة تقريبا من العضلات القوية والكبيرة، وعليه تكمن أهمية هذه الدراسة في النقاط الآتية:

١. تناولت هذه الدراسة تمرين مهم ومكون أساسي في معظم البرامج التدريبية، كذلك يرتبط هذا التمرين بالعديد من الانشطة اليومية للأفراد.

٢. تساهم هذه الدراسة في تقييم القوة المنتجة على الطرف المفضل وغير المفضل، وهذا يساهم في زيادة توفير فرص الوقاية من الاصابات وإعادة التأهيل بعد الإصابات.

٣. توفير معلومات موثوقة يراها الباحثون ضرورية للاعبين والمدربين والباحثين على فهم أهمية ميكانيكية السكوات؛ لتطبيقها في البرامج التدريبية، وبالتالي رفع مستوى الأداء للتمرين وتعزيز أهميته التي يرى الباحثون أنها غير معروفة للكثير.

٤. قلة الأدب النظري والدراسات البحثية في هذا المجال في البيئة العربية.

٣,٢ أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة التعرف إلى:

١. قيم بعض المتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس للعضلات العاملة على مفاصل الحوض والركبة والكاحل على الرجل المفضلة وغير المفضلة.

٢. الفروق في قيم بعض المتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة.

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

٤. محددات الدراسة

- المجال البشري: تم إجراء هذه الدراسة على بعض لاعبي المنتخبات الوطنية الذكور الذين اشتمل برنامجهم التدريبي على السكوات لمدة لا تقل عن عامين (كرة اليد، كرة الطائرة، كرة السلة، كرة القدم، الريجبي، موای تاي، رفع الأثقال، المصارعة، جوجوستو).
- المجال المكاني: تم إجراء هذه الدراسة في مختبر كلية التربية الرياضية- الجامعة الأردنية
- المجال الزماني: تم إجراء هذه الدراسة في الفترة بين ٢٠٢٠/١/٢٠-١.

٥. مصطلحات الدراسة

البيوميكانيك

هو العلم الذي يهتم بدراسة القوى الداخلية التي تنتجها العضلات والقوى الخارجية المؤثرة على الجسم(Susan, 2012).

القوة العضلية

قدرة العضلات على إنتاج الانقباض العضلي ضد المقاومة وفقا لمتطلبات النشاط. (Diggin et al., 2011)

توازن القوى

قوة عضلة أو مجموعة عضلية وعلاقتها النسبية بعضلة أو مجموعة عضلية أخرى، ويعبر عنه بمقدار النسبة المئوية بين القوتين (تعريف إجرائي).

جهاز البيوديكس (Biodex)

هو جهاز لقياس القوة العضلية، إذ يقاوم القوى المؤثرة عليه ويتحكم في سرعة الأداء مع عزل المفصل وعلى كامل المدى الحركي للمفصل (تعريف إجرائي).

٦. الطريقة والإجراءات

٦,١ منهج الدراسة

استخدام الباحثون المنهج الوصفي لملاءمته وطبيعة الدراسة، من خلال تحليل القوة المنتجة على الرجل المفضلة وغير المفضلة.

٦,٢ متغيرات الدراسة

١. أقصى عزم (PEAK TORQUE): أعلى قيمة عزم دوراني على المفصل للقوة المنتجة في أي لحظة خلال التكرار، أو هو مؤشر قدرة العضلات على إنتاج القوة.

٢. أقصى عزم نسبة إلى الوزن (PEAK TQ/BW): أقصى قيمة لحاصل ضرب قيمة القوة في بعدها عن نقطة التأثير في الحركة مقسومة على وزن الجسم.

٣. مجموع الشغل المبذول (MAX REP TOT WORK): مقدار القوة المبذولة من العضلات خلال المسافة منذ بداية الحركة وحتى نهايتها.

٤. معدل القدرة (AVG. POWER): قيمة القوة المبذولة مضروبا في معدل سرعة الأداء.

٥. متوسط أعلى قمة للعزم (AVG PEAK TQ): متوسط العزم خلال العمل ككل.

٦. النسبة المئوية للانقباض المركزي واللامركزي (RATIO AGON/ANTAG): النسبة المئوية للانقباض بين المحركات و المعاكسات على جانبي المفصل، وهو مؤشر للتوازن العضلي.

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

٦,٣ مجتمع الدراسة

تكون مجتمع الدراسة من الرياضيين الذكور بالأردن الذين يشتمل برنامجهم التدريبي على السكوات لمدة لا تقل عن عامين.

٦,٤ عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من ١٥ رياضيا يمارسون رياضات مختلفة جماعية وفردية، وتم اختيارهم بالطريقة العمدية، وذلك من خلال ترشيحهم من قبل مدربيهم على أنهم يجيدون أداء تمرين السكوات، ويتضمن تدريبهم السكوات لفترة لا تقل عن عامين، والجدول (١) توصف لعينة الدراسة.

جدول(١): توصيف عينة الدراسة (ن=١٥)

المتغير	المتوسط
العمر	٢٤,٤ سنه
الطول	١٧٩,٢ سم
الكتلة	٨٤,٥ كغم
عدد سنوات ممارسة الرياضة	٨,٨ سنة
عدد السنوات التي تضمنت تدريب السكوات	٦,٢ سنة
الجهة المفضلة للاعب	الجهة اليمنى/ ١٢ رياضي
	الجهة اليسرى / ٣ رياضيين

٦,٥ أدوات الدراسة

تم استخدام الأجهزة والأدوات التالية:

جهاز بيودكس Biodex System III (Lafayette) ، طابعة، أوراق، لاصق وجهاز كمبيوتر.

٦,٦ إجراءات ما قبل الاختبار

تم مخاطبة عمادة كلية التربية الرياضية بالجامعة الأردنية من أجل أخذ الموافقة لإجراء الاختبارات بالكلية، واستخدام المرافق والمختبر والأدوات، كذلك تحديد الأوقات المناسبة التي يمكن إجراء الاختبارات والتصوير خلالها، كما تم الاجتماع بالمساعدين لشرح طبيعة الاختبار وكيفية الأداء، وذلك للتأكد من عدم وجود عوائق لإجراء الدراسة.

تحديد بروتوكلات الاختبار على جهاز البيودكس

تبعا لأهداف الدراسة وتساؤلاتها تم تحديد البروتوكولات (الاختبارات وطريقة تنفيذها كان تبعا لنموذج أداء الاختبارات الموجود في جهاز البيودكس) المناسبة لقياس القوة العضلية على جهاز البيودكس للعضلات العاملة. حيث تم قياس القوة للعضلات المادة والثانية لمفصل الحوض، والمقربة والمبعدة لمفصل الحوض، والعضلات المادة والثانية لمفصل الركبة، والعضلات العاملة على الثني والمد الاخمصي للقدم، وجميع القوى تم قياسها بالانقباض التقصيري المركزي وبسرعة ٣٠ درجة لكل ثانية باستثناء عضلات مفصل الكاحل فكانت ٢٠ درجة لكل ثانية.

التجربة الاستطلاعية

قام الباحثون بتجربة الاختبار بشكل شخصي لأكثر من مرة؛ للتأكد من طبيعة وكيفية الأداء على الجهاز والأذرع المستخدمة لكل اختبار، وذلك لمحاولة معرفة مدى ملاءمة الاختبارات لكل عضلة لأهداف البحث باستخدام جهاز البيودكس ومساعدة مشرف المختبر، إذ تم التأكد من سرعة الأداء والشدة المطلوبة لكل اختبار، وتحديد الزمن اللازم لكل لاعب لإتمام الاختبارات، لكي يتم تحديد الجدول الزمني لحضور اللاعبين لأداء الاختبار، كما تم كتابة ملحوظات بشكل فوري في كل مرة أقيمت فيها التجربة الاستطلاعية من أجل التأكد من حلها في التجربة التالية، وتم إجراء التجربة الاستطلاعية خمس مرات للتأكد من سير الاختبار بالصورة المطلوبة دون عوائق أو صعوبات. حيث كان الجزء الأصعب في إجراء الدراسة الاستطلاعية أنه ولأول مرة يتم تطبيق الاختبار على مفصلي الكاحل والحوض، مما استغرق وقتا وجهدا كبيرين من أجل معرفة كيفية الأداء والأذرع التي يجب استخدامها، إذ تم الرجوع إلى الدليل الارشادي للجهاز، كما تم الاستعانة بأفلام توضيحية من اليوتيوب. كذلك قام الباحثون بإجراء

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

الزيارات الشخصية والاتصالات الهاتفية مع مدربي مختلف الألعاب من أجل توضيح أهداف الدراسة وأهميتها، والطلب منهم ترشيح اثنين من اللاعبين -على الأقل- ممن يجيدون تمرين السكوات، و يمارسونه لمدة لا تقل عن عامين لإجراء الاختبار، وبعدها تم الاتصال باللاعبين والتحدث معهم، وتم تحديد مكان وزمان الاختبارات تبعا للوقت المناسب لهم، وجاهزية مختبر كلية التربية الرياضية.

طرق جمع البيانات

تم استخدام جهاز البيوديكس لقياس قوة العضلات: رباعية الرؤوس الفخذية أثناء مد مفصل الركبة، والعضلة ثنائية الرؤوس الفخذية أثناء ثني مفصل الركبة، وعضلات الحوض المقربة والمبعدة للفخذ، والعضلات التي تعمل على ثني ومد مفصل الحوض، والعضلات العاملة على مفصل الكاحل في الثني والمد، وتم أخذ القراءات للإجابة عن تساؤلات الدراسة وجميع القراءات كانت للعضلات بالانقباض التقصيري.

٦,٧ المعالجة الإحصائية

استخدم الباحثون لتحليل بيانات عينة الدراسة الاحصاء الوصفي (أقل و أكبر قيمة، المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري ومعامل الالتواء)، والإحصاء التحليلي (T. test) وذلك باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS.

٧. نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن تساؤل الدراسة الاول والذي ينص على: ما قيم بعض المتغيرات الميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس للعضلات العاملة على مفصل الحوض والركبة والكاحل على الرجل المفضلة وغير المفضلة ؟ استخدم الباحثون المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، أدنى قيمة، أعلى قيمة ومعامل الالتواء، والجداول (٥-٢) توضح ذلك.

جدول (٢): قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي الثني (Flexion) والمد (Extension) لمفصل الحوض في الجهة المفضلة وغير المفضلة

الحركة	المتغيرات	الجهة المستخدمة	أدنى قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
المد (Extension)	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٩٠,٦٠	٣١٦,٥	٢١٣,١٦	٥٩,١١	-٠,٠٤
		غير المفضلة	١٢٥,٢٠	٤٢٣,٠	٢٣٤,٤٦	٧٦,٤٢	١,٠١
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٠,٩٢	٣,٢٥	٢,٤٠	٠,٥٧	-١,١٦
		غير المفضلة	١,٠٨	٤,٠٦	٣,٠١	٠,٧٨	-٠,٩٣
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٧٨,٣٠	٢٦٥,٢	١٦٥,٧٧	٥٠,٥٠	٠,٣٣
		غير المفضلة	١١٢,٠٠	٢٣٢,٠	١٧٣,١٧	٤٠,٩٧	-٠,٠٤
	معدل القدرة (واط)	المفضلة	٢٣,٩٠	٩٩,٣٠	٦٦,١٧	٢١,٤٤	-٠,٢٠
		غير المفضلة	٣٨,١٠	٩٢,٢٠	٦٢,٠٢	١٨,٠٤	٠,١٥
	متوسط أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٦١,٥٠	٢٩٣,١	١٨٩,٨٣	٥٨,٦٦	-٠,٢٠
		غير المفضلة	٩٨,٩٠	٣٢٣,٤	٢٠٨,٢١	٦١,٨٩	٠,٢٥
	نسبة القوة %	المفضلة	٧٠,٠٠	٢٧٧,١	١٥٩,٥٩	٤٨,٣٨	٠,٧٢

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

الثني (Flexion)		غير المفضلة	٩٦,١٠	٢٥٦,٩	١٨٠,٥١	٤٦,٧٩	٠,٠٤
	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٩١,٦٠	١٩٠,٤	١٣٧,٨٧	٣٤,٢٩	٠,٤٣
		غير المفضلة	٦٣,٤٠	٢٦٥,٧	١٣٧,٤٣	٤٧,٧٧	١,١٨
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٠,٧١	٢,٩٠	١,٨٢	٠,٥٦	-٠,٣٤
		غير المفضلة	٠,٩٠	٣,١٢	١,٧٧	٠,٦١	٠,٨٧
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٦٦,٧٠	١٥٩,٣	١٠٤,٨٣	٢٥,٠٦	٠,٤١
		غير المفضلة	٤٦,٩٠	١٣٢,٩	٩٨,٧١	٢٥,٥٩	-٠,٦٤
	معدل القدرة (واط)	المفضلة	١٨,٥٠	٦٠,٧٠	٣٩,٠٨	١٠,٦٨	-٠,٠٣
		غير المفضلة	٢١,٣٠	٧٣,٦٠	٣٨,٩٥	١٤,٤٦	٠,٩٧
	متوسط أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٤٦,١٠	١٨٤,٢	١١٩,٧٧	٣٤,٩٢	-٠,٠٧
		غير المفضلة	٥٩,٣٠	٢٤١,٧	١٢٥,٦١	٤٤,٥٦	١,٠٥
	نسبة القوة %	المفضلة	٧٠,٠٠	٢٧٧,١	١٥٩,٥٩	٤٨,٣٨	٠,٧٢
		غير المفضلة	٩٦,١٠	٢٥٦,٩	١٨٠,٥١	٤٦,٧٩	٠,٠٤

يتضح من الجدول (٢) قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي الثني (Flexion) والمد (Extension) لمفصل الحوض على الجهة المفضلة وغير المفضلة المقاسة على جهاز البيودكس، وهذه القيم كمؤشرات تدل على التوزيع الطبيعي (الالتواء)، التي تعد مؤشراتهما يُستدل من خلاله على تجانس بيانات أفراد عينة البحث في المتغيرات قيد الدراسة الموضحة في الجدول، إذ كانت جميع قيم الالتواء محصورة بين (±٣)، وهي مؤشر على أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، وبالتالي إمكانية تطبيق الاختبارات الإحصائية المعلمية. كما يشير الجدول إلى أن جميع القوى الميكانيكية التي تُعبر عن متغيرات القوى المنتجة أثناء حركة الثني لمفصل الحوض (عضلات البطن، العضلة رباعية الرؤوس الفخذية والثانية الخصرية) للجهة المفضلة كانت أقل منها للعضلات المادة لمفصل الحوض (العضلة الألويّة، الناصبة الشوكية، الخياطية والرأس الطويل للعضلة ثنائية الرؤوس الفخذية).

ويُشير الجدول (٢) أن العضلات العاملة على مد مفصل الحوض أقوى نسبيا من العضلات العاملة على ثني مفصل الحوض، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال الثني، الذي وصل إلى (٢١٣,١٦) مقارنة بأقصى عزم خلال المد (١٣٧,٨٧)، وهو ما يقارب (٧٦) نيوتن، الذي يعكس تقريبا ٨ كغم، مما يمكن أن يحقق إنجازا في بعض الألعاب الرياضية، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة المد (٢٤٠٪) وللثني (١٨٢%)، وهذا الفرق لا يستهان به. كذلك نرى أن جميع القوى الميكانيكية التي هي مؤشر عن متغيرات القوى المنتجة أثناء حركة الثني لمفصل الحوض (عضلات البطن، المتسعة الوحشية، المتسعة الأُنسية والثانية الخصرية) للجهة غير المفضلة، كانت أقل منها للعضلات المادة لمفصل الحوض (العضلة الألويّة، الناصبة الشوكية، الخياطية والرأس الطويل للعضلة ثنائية الرؤوس الفخذية)، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال المد الذي يصل إلى (٢٣٤,٤٦)، مقارنة بأقصى عزم خلال الثني (١٣٧,٤٣)، وهو ما يقارب (٩٧) نيوتن، والذي يعكس تقريبا ١٠ كغم، والذي يمكن أن يحقق إنجازا في بعض الألعاب الرياضية، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة المد (٣٠١٪)، وللثني (١٧٧٪)، والفرق بينهما لا يستهان به، ويعزو الباحث هذا الفرق إلى قوة العضلات الخلفية، وبخاصة الألويّة و الناصبة الشوكية المسؤولتان عن انتصاب القوام بشكل دائم، كما أن أداء تمرين المد كان مع اتجاه الجاذبية الأرضي. ويمكن لعدم التدريب بشكل متساوٍ أن يؤدي إلى اختلاف قوى المجموعات العضلية المتجاورة، أو المتقابلة، وعدم توازنها، وهو ما نتج عنه وجود فروقات في القوى المقاسة للمجموعات العضلية المقابلة أو المتجاورة (Rippetoe et al., 2007;

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

Horschig, et al., 2019). وهنا لا بد من الإشارة إلى اختلاف القوة المنتجة من العضلات الثانية والباسطة على مفصل الحوض يؤدي إلى ارتفاع معدلات الإصابات الرياضية (Clark et al., 2003). وهذا قد يؤدي إلى عدم استقرار وضع الجسم بسبب انخفاض كفاءة تحميل المقاومات على مفصل الحوض وهذا يزيد من الحركات التعويضية لمفصل الكاحل (Anker et al., 2008).

جدول (٣): قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي التبعيد (Abduction) والتقريب (Adduction) لمفصل الحوض في الجهة المفضلة وغير المفضلة

الحركة	المتغيرات	الجهة المستخدمة	أدنى قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
التبعيد (Abduction)	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	١١١,٢٠	٢٧٣,٩	١٦٠,٢	٤٤,١٧	١,١٨
		غير المفضلة	١١٣,٢٠	٢٤٩,٠	١٦٧,٩	٤٠,١٧	٠,٨١
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	١,١٠	٣,٤٤	٢,٠٧	٠,٦٢	٠,٣٩
		غير المفضلة	٠,٩٧	٣,٠٥	٢,٢٠	٠,٦٠	-٠,٦٦
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٥٤,٠٠	١٤٨,٢٠	٩٨,٩٠	٣٣,١١	٠,٣٨
		غير المفضلة	٥٨,٣٠	١٤٨,٣٠	٩٩,٦٣	٢٧,٨٤	٠,٢٦
	معدل القدرة (واط)	المفضلة	٢٢,٢٠	٧٧,٥٠	٤٧,٧٤	١٤,٤٥	٠,٣٥
		غير المفضلة	٢٥,٠٠	٧٧,٧٠	٤٧,٥٦	١٥,٨٧	٠,٦٨
	متوسط أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٩٧,٩٠	١٩٠,٣٠	١٣٩,٩٤	٣٢,٣٩	٠,١٧
		غير المفضلة	٩٦,٣٠	٢٤٧,١٠	١٥١,٢٣	٣٨,٣٥	١,٠٩
	نسبة القوة %	المفضلة	٩١,٩٠	١٨٧,٦٠	١٤٤,٧٧	٢٨,٣٢	-٠,٣١
		غير المفضلة	١٠٣,١٠	٢٢٧,٨٠	١٦٨,٥٩	٣٣,٤١	-٠,١٩
التقريب (Adduction)	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٧٣,٧٠	١٦٣,٥٠	١١٠,٤٣	٢٣,٨٣	١,٠٨
		غير المفضلة	٥٣,٨٠	١٢٦,٦٠	١٠١,٨٦	٢٢,٦٥	-٠,٩٣
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٠,٠١	٠,٠٥	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٧٩
		غير المفضلة	٠,٤٦	٢,٥٥	١,٣٧	٠,٥١	٠,٣٥
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٣٩,٤٠	١٠٦,٠٠	٦١,٧٠	٢٠,٩٢	٠,٩٢
		غير المفضلة	٣١,٠٠	٧٣,٥٠	٥٥,٧٤	١٤,١٦	-٠,٦٠
	معدل القدرة (واط)	المفضلة	٢١,٧٠	٤٨,٧٠	٢٩,٤٥	٧,٥٥	١,٢٨
		غير المفضلة	١٦,٣٠	٣٩,٤٠	٢٦,٧٣	٦,٦٥	٠,٢١

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

متوسط أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٦٩,١٠	١٣٤,٣٠	٩٧,٩٩	١٧,٧٦	٠,١١
	غير المفضلة	٥٠,٨٠	١٠٨,٦٠	٩٠,٤٢	١٦,٤٤	-١,٢١
نسبة القوة %	المفضلة	٩١,٩٠	١٨٧,٦٠	١٤٤,٧٧	٢٨,٣٢	-٠,٣١
	غير المفضلة	١٠٣,١٠	٢٢٧,٨٠	١٦٨,٥٩	٣٣,٤١	-٠,١٩

يتضح من الجدول (٣) قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي التبعيد (Abduction) والتقريب (Adduction) لمفصل الحوض من الجهتين المفضلة وغير المفضلة المقاسة على جهاز البيودكس. وهذه القيم كمؤشرات تدل على التوزيع الطبيعي (الالتواء)،حيث يُستدل من خلالها على تجانس بيانات أفراد عينة الدراسة في المتغيرات الموضحة في الجدول، إذ كانت جميع قيم الالتواء محصورة بين (±٣)، وهي القيمة التي يمكن الوثوق بها للحكم على أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، وبالتالي إمكانية تطبيق الاختبارات الإحصائية المعلمية. كما يلاحظ من جدول (٣) أن جميع القوى الميكانيكية - التي هي مؤشر عن متغيرات القوى المنتجة أثناء حركة التبعيد لمفصل الحوض (العضلات المبعدة لعظم الفخذ والعضلات الألويّة) للجهة المفضلة - كانت أعلى منها من العضلات المقربة لمفصل الحوض (العضلات المقربة لعظم الفخذ)، ويمكن عزو هذه النتائج التي تم قياسها على جهاز البيودكس إلى أن العضلات العاملة على تبعيد مفصل الحوض أقوى نسبيا من العضلات العاملة على تقريب مفصل الحوض، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال التبعيد والذي يصل إلى (١٦٠,٢٢) نيوتن مقارنة بأقصى عزم خلال المد (١١٠,٤٣) نيوتن وهو ما يقارب (٥٠) نيوتن الذي يعكس تقريبا (٥) كغم، والذي يمكن أن يحقق إنجازا في بعض الألعاب الرياضية، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة التبعيد (٢٠٧٪) والتقريب (٢٪)، والفرق بينهما كبير، كما يمكن ملاحظة أن جميع القوى الميكانيكية - التي هي مؤشر عن متغيرات القوى المنتجة أثناء حركة التبعيد لمفصل الحوض (العضلات المبعدة لعظم الفخذ والعضلات الألويّة) للجهة غير المفضلة - كانت أعلى منها من العضلات المقربة لمفصل الحوض (العضلات المقربة لعظم الفخذ)، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال التبعيد والذي يصل إلى (١٦٧,٩٣) نيوتن مقارنة بأقصى عزم خلال المد (١٠١,٨٦) نيوتن وهو ما يقارب (٦٦) نيوتن، والذي يعكس تقريبا (٧) كغم، والذي يمكن أن يحقق إنجازا في بعض الألعاب الرياضية، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة التبعيد (٢٢٠%) والتقريب (١٣٧%) والفرق بينهما كبير، ويعزو الباحث هذا الفرق إلى عدد وحجم وقوة العضلات المبعدة مقارنة بالعضلات المقربة لعظم الفخذ، ويمكن لعدم التدريب بشكل متساوٍ أن يؤدي إلى اختلاف بقوى المجموعات العضلية المتجاورة والمتقابلة وعدم توازنها، وهو ما نتج عنه وجود فروقات في القوى المقاسة للمجموعات العضلية المقابلة أو المتجاورة(Rippetoe et al., 2007; Horschig, et al., 2019).

جدول(٤): قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي المد (Extension) والثني (Flexion) لمفصل الركبة في الجهة المفضلة وغير المفضلة

الحركة	المتغيرات	الجهة المستخدمة	أدنى قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
المد (Extension)	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	١٧٥,٤٠	٤٥٠,٠٠	٢٥٦,١٧	٧٣,٣٤	١,٤٢
		غير المفضلة	٦٥,٨٠	٤٢١,٤٠	٢٣٠,٠٣	٩٥,٧٦	٠,٤٥
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٢,٠٣	٣,٣٣	٢,٨٤	٠,٤١	-٠,٩٤
		غير المفضلة	٠,٥٧	٤,٩٩	٣,١٣	١,٣٠	-٠,٦١
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٩٤,٦٠	٣٣٠,٩٠	٢١٧,٣٨	٦١,٥٦	٠,٠٥
		غير المفضلة	٠,٠٠	٢٧٠,٤٠	١٦٩,٥٥	٧٩,٢٢	-١,٢٠

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

	معدل القدرة (واط)	المفضلة	٤٠,٦٠	١١٢,٧٠	٧٠,٣١	١٩,٩٢	٠,٧٦
		غير المفضلة	٩,١٠	١٢١,٢٠	٦٦,١١	٣١,٦١	٠,١٠
	معدل أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	١٤٦,٧٠	٣٨٥,٤٠	٢٢٩,٩٥	٦٦,٠٣	١,٠٥
		غير المفضلة	٣٥,٥٠	٣٩٥,٤٠	١٩٤,٧٥	٨٦,٨٤	٠,٢٥
	نسبة القوة %	المفضلة	٣٦,٧٠	٧٨,٠٠	٥٨,٠١	١٢,٢٥	-٠,٢٠
		غير المفضلة	٤٤,٧٠	٢١٦,٠٠	٧٤,٦٩	١٢,٧٨	٢,٩١
الثني (Flexion)	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٧٠,٣٠	٢١٢,٤٠	١٤٥,٨٧	٣٩,١٠	-٠,٠٦
		غير المفضلة	٩٧,٥٠	٣٥٤,٩٠	١٥١,٣١	٣٥,٠٣	٢,٤٠
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٠,٨٣	٢,٩٣	١,٩٣	٠,٦٦	-٠,١٣
		غير المفضلة	١,٠٩	٤,١٧	١,٩٩	٠,٧٧	١,٥٤
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٤٣,٣٠	٢١٥,٢٠	١٥٠,٥٩	٤٤,٤٤	-٠,٨٠
		غير المفضلة	١٠٨,٤٠	٤٨٨,٧٠	١٦٥,٣٥	٦٢,٢٤	٣,٠٩
	معدل القدرة (واط)	المفضلة	١٧,٩٠	٧٠,٥٠	٥٠,٤١	١٤,١٢	-٠,٦٧
		غير المفضلة	١٥,٤٠	٩٣,٠٠	٤٨,٨٩	٢١,١٠	٠,٦٥
	معدل أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٦٦,٨٠	٢٠١,٨٠	١٣٩,٠١	٣٧,٧٨	-٠,١٣
		غير المفضلة	٦٠,٧٠	٢٧٥,٨٠	١٣٤,٤٨	٣٤,٢٦	١,٣٣
	نسبة القوة %	المفضلة	٣٦,٧٠	٧٨,٠٠	٥٨,٠١	١٢,٢٥	-٠,٢٠
		غير المفضلة	٤٤,٧٠	٢١٦,٠٠	٧٤,٦٩	١٢,٧٨	٢,٩١

يتضح من الجدول (٤) قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي المد (Extension) والثني (Flexion) لمفصل الركبة على الجهة المفضلة وغير المفضلة، المقاسة على جهاز البيودكس حيث تشير قيم مؤشرات التوزيع الطبيعي (الالتواء) على تجانس بيانات أفراد عينة البحث في المتغيرات قيد الدراسة الموضحة في الجدول، إذ كانت جميع قيم الالتواء والتفرطح محصورة بين (±٣) وهي القيمة التي يمكن الوثوق بها للحكم على أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، وبالتالي إمكانية تطبيق الاختبارات الإحصائية المعلمية. كما يشير الجدول (٤) أن جميع القوى الميكانيكية - التي هي مؤشر عن متغيرات القوى المنتجة أثناء حركة المد على مفصل الركبة (العضلة رباعية الرؤوس الفخذية) للجهة المفضلة - كانت أعلى منها من العضلات الثانية لمفصل الركبة (العضلات ثنائية الرؤوس الفخذية، والرأس الطويل للعضلة التوأمية)، ويمكن عزو هذه النتائج التي تم قياسها على جهاز البيودكس إلى أن العضلات العاملة على مد مفصل الركبة أقوى نسبيا من العضلات العاملة على ثني مفصل الركبة، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال المد والذي يصل إلى (٢٥٦,١٦) نيوتن، مقارنة بأقصى عزم خلال الثني (١٤٥,٨٧) نيوتن، وهو ما يقارب (١١٠) نيوتن، والذي يعكس تقريبا (١١) كغم، الذي يمكن أن يحقق إنجازاً في بعض الألعاب الرياضية، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة المد (٢٨٤٪) والتقريب (١٩٣٪) والفرق بينهما كبير. كذلك الأمر كان للجهة غير المفضلة، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال المد والذي يصل إلى (٢٣٠,٠٣) نيوتن، مقارنة بأقصى عزم خلال الثني (١٥١,٣١) نيوتن، وهو ما يقارب (٧٩) نيوتن، والذي يعكس تقريبا (٨) كغم، والذي يمكن أن يحقق

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

إنجازا في بعض الألعاب الرياضية، وهو ما نتج عنه وجود فروقات في القوى المقاسة للمجموعات العضلية المقابلة أو المتجاورة وهو ما نتج عنه وجود فروقات في القوى المقاسة للمجموعات العضلية المقابلة أو المتجاورة، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة المد (٣١٣٪)، والثني (١٩٩٪) والفرق بينهما كبير، وهو ما قد يؤثر بشكل سلبي في الأداء أو الإنجاز وزيادة احتمالية حدوث الإصابات. ويعزو الباحثون هذا الفرق إلى أن الرياضيين يفضلون تدريب العضلة رباعية الرؤوس الفخذية لأنهم؛ يستطيعون مشاهدة التمرين، كذلك الأمر مشاهدة النتائج أكثر من العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية، كذلك الأمر تدريب السكوات الأمامي أو الخلفي ذي الارتكاز العالي يعمل على التركيز على العضلة رباعية الرؤوس الفخذية، على حساب العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية، وهو ما يتفق مع كل من (Rippetoe et al., 2007; Horschig, et al, 2019). كما يعود السبب إلى كثرة عدد التمارين الخاصة بالعضلة رباعية الرؤوس الفخذية مقارنة بتمارين العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية، كما ان الحركات الطبيعية للإنسان تعتمد على العضلة رباعية الرؤوس الفخذية بشكل اكبر.

جدول (٥): قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي الثني الأخمصي (Dorsi Flexion) والمد الأخمصي (Planter Flexion) لمفصل الكاحل في الجهة المفضلة وغير المفضلة

الحركة	المتغيرات	الجهة المستخدمة	أدنى قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
الثني الأخمصي Planter) (Flexion	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٦٧,٠٠	٢٢٦,٤٠	١١٢,٤٩	١٨,٤٠	١,٢٤
		غير المفضلة	٥٧,٣٠	١٨٨,٩٠	١٠٥,٧١	٣٥,٤١	٠,٨٠
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٠,٨٣	٢,٥٥	١,٥٠	٠,٥٧	٠,٥٣
		غير المفضلة	٠,٥٤	٢,٢٨	١,٣٩	٠,٥٢	٠,٤٠
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	٣١,٦٠	١٢٦,٠٠	٦١,١٩	٢٢,٠٨	١,٧٥
		غير المفضلة	٣٥,٦٠	٨٧,٠٠	٦٠,٩١	١٤,٠٥	٠,٢٠
	معدل القدرة (واط)	المفضلة	١٢,٥٠	٤٠,٦٠	٢٢,١٧	٦,٤٧	١,٠٥
		غير المفضلة	١٠,٣٠	٤٧,٦٠	٢٢,٨٨	٩,٠٦	١,٣٩
	معدل أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٥٨,٩٠	٢٠٢,٨٠	٩٩,٥٣	٢٦,٣٨	١,٣٠
		غير المفضلة	٤٣,١٠	١٨٥,٤٠	٩٦,٠٧	٣٤,٣٩	١,١٠
	نسبة القوة %	المفضلة	١٧,٢٠	٢٠١,٣٠	٦٤,٧٩	١٦,٧١	١,٦٨
		غير المفضلة	١٧,٩٠	١٣٩,٥٠	٧٢,٠٣	١٧,٣٣	٠,٣٤
المد الأخمصي (Flexion Dorsi)	أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	٢٣,٦٠	١٤٢,٥٠	٥٩,٣١	٥,٠٣	١,٢٩
		غير المفضلة	٢٠,٦٠	١٨٤,٨٠	٧١,٧٩	١١,٠٣	١,٢١
	أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية) (نيوتن/كغم)	المفضلة	٠,٢٨	١,٨١	٠,٧٨	٠,١٩	١,٢١
		غير المفضلة	٠,٢١	٣,٠١	٠,٩٦	٠,١٦	١,٥٧
	أقصى شغل (جول)	المفضلة	١١,٢٠	٧٠,٨٠	٣٥,١٨	٥,٩٤	٠,٧٤

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

	غير المفضلة	١٠,٢٠	١١٠,٧٠	٤٣,٤٦	١١,٥٥	١,٠٣
معدل القدرة (واط)	المفضلة	٤,٢٠	٣١,٦٠	١٢,٦٩	٤,٨٥	١,٢٤
	غير المفضلة	٤,٢٠	٣٨,٨٠	١٤,٤٧	٣,٧٢	١,٢٢
معدل أقصى عزم (أقصى قوة) (نيوتن)	المفضلة	١٧,٥٠	٩٨,٤٠	٤٨,١٤	١٣,٨٦	٠,٩٢
	غير المفضلة	١٩,٣٠	١٦٥,٦٠	٦٥,٢٣	١٥,٥٣	١,٢٥
نسبة القوة %	المفضلة	١٧,٢٠	٢٠١,٣٠	٦٤,٧٩	١٦,٧١	١,٦٨
	غير المفضلة	١٧,٩٠	١٣٩,٥٠	٧٢,٠٣	١٧,٣٣	٠,٣٤

يتضح من الجدول (٥) قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في حركتي المد الأخمصي (Dorsi Flexion) والثني الأخمصي (Planter Flexion) لمفصل الكاحل على الجهتين المفضلة وغير المفضلة المقاسة على جهاز البيودكس حيث تُشير قيم مؤشرات التوزيع الطبيعي (الالتواء والتفرطح) على تجانس بيانات أفراد عينة البحث في المتغيرات قيد الدراسة الموضحة في الجدول، إذ كانت جميع قيم الالتواء محصورة بين (±٣)، وهي القيمة التي يمكن الوثوق بها للحكم على أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، وبالتالي إمكانية تطبيق الاختبارات الإحصائية المعلمية. كما يشير الجدول (٥) أن جميع القوى الميكانيكية - التي هي مؤشر عن متغيرات القوى المنتجة أثناء حركة الثني الأخمصي (العضلة التوامية والنعلية) للجهة المفضلة - كانت أعلى منها من عضلة المد الأخمصي (العضلة الظنبوبية الأمامية)، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال الثني الأخمصي والذي يصل إلى (١١٢,٤٩) نيوتن، مقارنة بأقصى عزم خلال المد الأخمصي (٥٩,٣١) نيوتن، وهو ما يقارب (٥٣) نيوتن، والذي يعكس تقريبا (٥,٥) كغم، الذي يمكن أن يحقق إنجازا في بعض الألعاب الرياضية، وهو ما ينطبق على الجهة غير المفضلة، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متوسط أقصى عزم خلال الثني الأخمصي والذي يصل إلى (١٠٥,٧١) نيوتن، مقارنة بأقصى عزم خلال المد الأخمصي (٧١,٧٩) نيوتن، وهو ما يقارب (٣٤) نيوتن، والذي يعكس تقريبا (٣,٥) كغم، والذي يمكن أن يحقق إنجازا في بعض الألعاب الرياضية. ويعزو الباحثون هذه النتائج التي تم قياسها على جهاز البيودكس إلى أن العضلات العاملة على مد مفصل الكاحل – ثني أخمصي - أقوى نسبيا من العضلات العاملة على ثني مفصل الكاحل – مد أخمصي -، كما أن حركة الثني الأخمصي تحاكي حركة الوقوف على رؤوس الأصابع التي يتم الاعتماد بها على العضلة التوأمية والنعلية، علما بأن هذه العضلات قوية نسبيا مقارنة بالعضلة الظنبوبية الأمامية والأخمصية، ويستخدم الثني الأخمصي للقدم بالمشي والركض والوثب، كما تقوم العضلات العاملة عليه بالانقباض الثابت للمحافظة على استقامة الجسم بالوضع العمودي، كما أن الرياضين يفضلون تدريب العضلة التوأمية والنعلية؛ لأنهم يستطيعون مشاهدة التمرين، كذلك الأمر مشاهدة النتائج أكثر من العضلة الظنبوبية الأمامية، كذلك الأمر تدريب السكوات يعمل على التركيز على العضلة التوأمية والنعلية على حساب الساقية الأمامية، وهو ما يتفق مع كل من (Rippetoe et al., 2007; Horschig et al., 2019). وهو ما نتج عنه، وجود فروقات في القوى المقاسة للمجموعات العضلية المقابلة أو المتجاورة، وقد تكون هذه الفروقات غير دالة إحصائيا، ولكنها بالواقع ذات قيمة، إذ يؤدي الرياضي الحركات ضد وزن الجسم أو مقاومة أو خصم، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة الثني الأخمصي (٢٨٤٪) والمد الأخمصي (١٩٣٪) والفرق بينهما كبير، كما كان مقدار العزم النسبي لحركة الثني الأخمصي (١٣٩٪)، والمد الأخمصي (٩٦٪) والفرق بينهما كبير، وقد تكون هذه الفروقات غير دالة إحصائيا ولكنها بالواقع ذات قيمة، إذ إن اختلال التوازن هذا قد يكون مؤثرا في الأداء، إذ يمكن أن تفشل محاولة أو لا تؤدي إلى إنجاز بسبب الاختلاف بالتوازن، كما في رياضات الدفع أو الرمي أو المنازلات، إذ يؤدي الرياضي الحركات ضد وزن الجسم أو مقاومة أو خصم.

للإجابة عن السؤال الثاني والذي ينص على: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين قيم متوسطات المتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة؟ إستخدم الباحثون اختبار (ت) للمجموعات المستقلة Samples T Test Independent والجداول (٩-٦) توضح ذلك.

جدول (٦): اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركة الثني (Flexion) والمد (Extension) لمفصل الحوض

المتغيرات البيوميكانيكية	الحركة	الرجل	المتوسط الحسابي	العدد	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
أقصى عزم (أقصى قوة)	المد (Extension)	المفضلة	٢١٣,١٦	١٥	٥٩,١١	١,٣٤٨	٠,١٩٩
		غير المفضلة	٢٣٤,٤٦	١٥	٧٦,٤٢		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	٢,٤٠	١٥	٠,٥٧	٣,٦٩	٠,٠٠٢*
		غير المفضلة	٣,٠١	١٥	٠,٧٨		
أقصى شغل		المفضلة	١٦٥,٧٧	١٥	٥٠,٥٠	٠,٦١٣	٠,٥٤٩
		غير المفضلة	١٧٣,١٧	١٥	٤٠,٩٧		
معدل القدرة		المفضلة	٦٦,١٧	١٥	٢١,٤٤	٠,٦٦٢	٠,٥٢٠
		غير المفضلة	٦٢,٠٢	١٥	١٨,٠٤		
		غير المفضلة	٦٥,٣٨	١٥	١٤,٣٣		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)		المفضلة	١٨٩,٨٣	١٥	٥٨,٦٦	١,١٨٧	٠,٢٥٥
		غير المفضلة	٢٠٨,٢١	١٥	٦١,٨٩		
التوازن العضلي (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)		المفضلة	١٥٩,٥٩	١٥	٤٨,٣٨	٢,٠١٤	٠,٠٦٤
		غير المفضلة	١٨٠,٥١	١٥	٤٦,٧٩		
أقصى عزم (أقصى قوة)	الثني (Flexion)	المفضلة	١٣٧,٨٧	١٥	٣٤,٢٩	٠,٠٥٣	٠,٩٥٨
		غير المفضلة	١٣٧,٤٣	١٥	٤٧,٧٧		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	١,٨٢	١٥	٠,٥٦	٠,٤٤٧	٠,٦٦٢
		غير المفضلة	١,٧٧	١٥	٠,٦١		
أقصى شغل		المفضلة	١٠٤,٨٣	١٥	٢٥,٠٦	١,٦٣١	٠,١٢٥

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

	غير المفضلة	٩٨,٧١	١٥	٢٥,٥٩		
معدل القدرة	المفضلة	٣٩,٠٨	١٥	١٠,٦٨	٠,٠٤٣	٠,٩٦٦
	غير المفضلة	٣٨,٩٥	١٥	١٤,٤٦		
	غير المفضلة	٦٥,٣٨	١٥	١٤,٣٣		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)	المفضلة	١١٩,٧٧	١٥	٣٤,٩٢	٠,٦٠٥	٠,٥٥٥
	غير المفضلة	١٢٥,٦١	١٥	٤٤,٥٦		
التوازن العضلي (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)	المفضلة	١٥٩,٥٩	١٥	٤٨,٣٨	٢,٠١٤	٠,٠٦٤
	غير المفضلة	١٨٠,٥١	١٥	٤٦,٧٩		

يبين الجدول (٦) نتائج اختبار (ت) للمتغيرات االبيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركة الثني (Flexion) والمد (Extension) لمفصل الحوض، وباستعراض قيم مستوى الدلالة المبينة في الجدول يتضح أنه توجد فروق إحصائية بين الرجل المفضلة وغير المفضلة في متغير أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)، والمقصود به أقصى قوة مضروب بطول ذراعها مقسوم على الوزن، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذا المتغير أقل من القيمة ٠,٠٥، وقد كانت هذه الفروق بأفضلية الرجل (غير المفضلة) صاحبة المتوسط الحسابي الأكبر، في حين لم تظهر فروق إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة في بقية المتغيرات إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذه المتغيرات أكبر من القيمة ٠,٠٥. ويرى الباحثون أن الدلالة ظهرت هنا للمتغيرات في حركة المد لمفصل الحوض - الذي تشترك به مجموعات عضلية مثل (الألويّة الكبرى والناصبة الشوكية) - في حين حركة ثني مفصل الحوض تشترك بالحركة (المستقيمة البطنية، الحرقفية الخصرية والثانيات الخصرية)، إذ إن طبيعة العضلات المشتركة بالمد أقوى من العضلات المشتركة بالثني، كما يرى الباحثون أن عمل العضلات المادة - هي المسؤولة عن انتصاب القوام، وبخاصة العاملة على النغمة العضلية التي تكون مسؤولة عن بقاء الجسم طيلة اليوم بوضع المد، وتحمل وزن الجسم ضد الجاذبية الأرضية - تكون أقوى نسبيا من العضلات الثانية للحوض.

كما أن مقدار قيم القوى كانت متساوية للرجلين معا أثناء حركة ثني الحوض، الذي يحاكي تمرين البطن بسبب تشابه الحركة مع تمرين البطن، إذ تعمل الرجلان بنفس مقدار القوة، ويمكن عزو سبب ظهور الدلالة للرجل غير المفضلة بحركة المد لمفصل الحوض بسبب مساعدة الرجل المفضلة للرجل غير المفضلة، والذي ظهر جليا بقيمة المتوسط الأعلى في كثير من المتغيرات، كما في العزم والعزم النسبي، كذلك يمكن الإشارة أن هذه القيم لم تظهر دلالة، وأنها متقاربة جدا في ثني مفصل الحوض بسبب أن عضلات البطن، والعضلة المتسعة الوحشية، والمتسعة الأُنسية تعملان معا وبشكل دائم على ثني مفصل الحوض، وبعكس العضلات العاملة على مد مفصل الحوض التي أظهرت دلالة للرجل غير المفضلة. كذلك يُشير (Azza, 2019) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في القوة المنتجة من العضلات العاملة على مفصل الحوض بين الرجل المفضلة وغير المفضلة.

جدول (٧): اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة من جهاز البيودكس بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة خلال حركة التبعيد (Adduction) والتقريب (Abduction) لمفصل الحوض

المتغيرات البيوميكانيكية	الحركة	الرجل	المتوسط الحسابي	العدد	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
أقصى عزم (أقصى قوة)	التبعيد (Adduction)	المفضلة	١٦٠,٢٢	١٥	٤٤,١٧	١,٠٠١	٠,٣٣٤
		غير المفضلة	١٦٧,٩٣	١٥	٤٠,١٧		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	٢,٠٧	١٥	٠,٦٢	١,٦٢٦	٠,١٢٦
		غير المفضلة	٢,٢٠	١٥	٠,٦٠		
أقصى شغل		المفضلة	٩٨,٩٠	١٥	٣٣,١١	.١٠٣	٠,٩١٩
		غير المفضلة	٩٩,٦٣	١٥	٢٧,٨٤		
معدل القدرة		المفضلة	٤٧,٧٤	١٥	١٤,٤٥	.٠٤٨	٠,٩٦٢
		غير المفضلة	٤٧,٥٦	١٥	١٥,٨٧		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)		المفضلة	١٣٩,٩٤	١٥	٣٢,٣٩	.٩٣٠	٠,٣٦٨
		غير المفضلة	١٥١,٢٣	١٥	٣٨,٣٥		
التوازن العضلي (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)		المفضلة	١٤٤,٧٧	١٥	٢٨,٣٢	٣,١٦٨	*٠,٠٠٧
		غير المفضلة	١٦٨,٥٩	١٥	٣٣,٤١		
أقصى عزم (أقصى قوة)	(التقريب) (Abduction)	المفضلة	١١٠,٤٣	١٥	٢٣,٨٣	١,٣٥٨	٠,١٩٦
		غير المفضلة	١٠١,٨٦	١٥	٢٢,٦٥		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	٠,٠٢	١٥	٠,٠١	١,٦٢٦	٠,١٢٦
		غير المفضلة	١,٣٧	١٥	٠,٥١		
أقصى شغل		المفضلة	٦١,٧٠	١٥	٢٠,٩٢	.٩٥٠	٠,٣٥٨
		غير المفضلة	٥٥,٧٤	١٥	١٤,١٦		

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

معدل القدرة	المفضلة	٢٩,٤٥	١٥	٧,٥٥	١,١٦٣	٠,٢٦٤
	غير المفضلة	٢٦,٧٣	١٥	٦,٦٥		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)	المفضلة	٩٧,٩٩	١٣	١٧,٧٦	١,٦٩٦	٠,١١٦
	غير المفضلة	٩٠,٤٢	١٣	١٦,٤٤		
التوازن العضلي (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)	المفضلة	١٤٤,٧٧	١٥	٢٨,٣٢	٣,١٦٨	*٠,٠٠٧
	غير المفضلة	١٦٨,٥٩	١٥	٣٣,٤١		

يبين الجدول (٧) نتائج اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس، بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركة التبعيد (Adduction) وحركة التقريب (Abduction) لمفصل الحوض، وباستعراض قيم مستوى الدلالة المبينة في الجدول يتضح أنه توجد فروق دالة إحصائيا بين الرجل المفضلة وغير المفضلة في متغير التوازن العضلي (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذا المتغير أقل من القيمة ٠,٠٥. وقد كانت هذه الفروق بأفضلية الرجل (غير المفضلة) صاحبة المتوسط الحسابي الأكبر، في حين لم تظهر فروق إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة في بقية المتغيرات، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذه المتغيرات أكبر من القيمة ٠,٠٥. ويعزو الباحثون ذلك إلى أنه أثناء حركة التقريب على سبيل المثال تكون العضلات المسؤولة عن التبعيد منقبضة انقباضاً متحركاً، بينما العضلات المسؤولة عن التقريب منقبضة انقباضا ثابتاً وذلك لإتمام الحركة، وظهرت الدلالة لصالح العضلات غير المفضلة ذات القيمة الأعلى للتوازن العضلي، إذ يرى الباحثون أن الرجل غير المفضلة قد أنتجت قيمة من القوة أثناء أداء الحركة أعلى من عضلات الرجل المفضلة؛ لأن المجاميع العضلية المتقابلة في مثل هذه الحالة (الأُنسية والوحشية)، قد عملت على انقباض عالٍ في الرجل كاملة، مع ملاحظة أن أهم عضلة رئيسية أدت حركة التبعيد هي الألويّة الكبرى والصغرى، وهي من أقوى عضلات الجسم، إذ إن حجمها وكمية الألياف فيها يجعل الانقباض أقوى من انقباض العضلة المقربة الفخذية، وفي حركة التقريب تعمل العضلة المقربة الفخذية فقط.

جدول (٨): اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة من جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركتي الثني (Flexion) والمد (Extension) لمفصل الركبة

المتغيرات البيوميكانيكية	الحركة	الرجل	المتوسط الحسابي	العدد	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
أقصى عزم (أقصى قوة)	الثني (Flexion)	المفضلة	١٤٥,٨٧	١٥	٣٩,١٠	٠,٢٥٣	٠,٨٠٤
		غير المفضلة	١٥١,٣١	١٥	٣٥,٠٣		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	١,٩٣	١٥	٠,٦٦	٠,٢٥٨	٠,٨٠٠
		غير المفضلة	١,٩٩	١٥	٠,٧٧		
أقصى شغل		المفضلة	١٥٠,٥٩	١٥	٤٤,٤٤	٠,٤٦٤	٠,٦٥٠
		غير المفضلة	١٦٥,٣٥	١٥	٦٢,٢٤		

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

معدل القدرة		المفضلة	٥٠,٤١	١٥	١٤,١٢	٠,٢٢٢	٠,٨٢٨
		غير المفضلة	٤٨,٨٩	١٥	٢١,١٠		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)		المفضلة	١٣٩,٠١	١٥	٣٧,٧٨	٠,٢٥٢	٠,٨٠٥
		غير المفضلة	١٣٤,٤٨	١٥	٣٤,٢٦		
التوازن العضلى (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)		المفضلة	٥٨,٠١	١٥	١٢,٢٥	١,٣١٦	٠,٢٠٩
		غير المفضلة	٧٤,٦٩	١٥	١٢,٧٨		
أقصى عزم (أقصى قوة)	المد (Extension)	المفضلة	٢٥٦,١٧	١٥	٧٣,٣٤	٠,٩٠٥	٠,٣٨١
		غير المفضلة	٢٣٠,٠٣	١٥	٩٥,٧٦		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	٢,٨٤	١٥	٠,٤١	٠,٨٣٣	٠,٤١٩
		غير المفضلة	٣,١٣	١٥	١,٣٠		
أقصى شغل		المفضلة	٢١٧,٣٨	١٥	٦١,٥٦	٢,٠٨٥	٠,٠٥٦
		غير المفضلة	١٦٩,٥٥	١٥	٧٩,٢٢		
معدل القدرة		المفضلة	٧٠,٣١	١٥	١٩,٩٢	٠,٤٤٧	٠,٦٦٢
		غير المفضلة	٦٦,١١	١٥	٣١,٦١		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)		المفضلة	٢٢٩,٩٥	١٥	٦٦,٠٣	١,٣٧٦	٠,١٩١
		غير المفضلة	١٩٤,٧٥	١٥	٨٦,٨٤		
٠,٢٥٨		المفضلة	٥٨,٠١	١٥	١٢,٢٥	١,٣١٦	٠,٢٠٩
		غير المفضلة	٧٤,٦٩	١٥	١٢,٧٨		

يبين الجدول (٨) نتائج اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركة المد (Extension) والثني (Flexion) لمفصل الركبة، وباستعراض قيم مستوى الدلالة المبينة في الجدول يتضح أنه لا توجد فروق دالة إحصائيا بين الرجل المفضلة وغير المفضلة في جميع المتغيرات، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذه المتغيرات أكبر من القيمة ٠,٠٥، ويرى الباحثون من قيم الجدول التي تُعبر عن القيم المنتجة لحركة الثني والمد لمفصل الركبة للرجل المفضلة وغير المفضلة، عدم وجود دلالة إحصائية للحركتين لمفصل الركبة، بمعنى عدم وجود أفضلية لرجل على

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

أخرى، إذ يرى الباحث أن العضلات المسؤولة عن الثني والمد بمفصل الركبة تعمل وتتعاكس بنفس القيمة أثناء الحركة، مما أدى إلى عدم ظهور دلالة إحصائية (التساوي بالقوة)، كذلك يُشير (Masuda et al., 2003) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في القوة المنتجة من عضلات الفخذ الأمامية في الجهة المفضلة وغير المفضلة، أما (Kobayashi et al., 2013) فيشير إلى عدم وجود اختلاف كبير في قوة (Isokinetic) للعضلات الباسطة للركبة في الجهة المفضلة وغير المفضلة، كذلك يُشير (McGrath et al., 2016) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قوة عضلات الفخذ للرجل المفضلة وغير المفضلة، في حين يشير (Rahnama et al., 2005) أن قوة العضلات الثانية للركبة في الجهة المفضلة أكبر منها في الجهة غير المفضلة لدى ٦٨٪ من عينة الدراسة، كذلك أظهرت نتائج دراسة (Alhindawi, 2018) إلى عدم وجود فروق في التوازن بين عضلات الفخذ الأمامية والخلفية.

جدول (٩): اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة من جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركتي الثني الأخمصي(Dorsi Flexion) والمد الأخمصي (Planter Flexion) لمفصل الكاحل

المتغيرات البيوميكانيكية	الحركة	الرجل	المتوسط الحسابي	العدد	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
أقصى عزم (أقصى قوة)	الثنى الأخمصى Planter) (Flexion	المفضلة	١١٢,٤٩	١٥	١٨,٤٠	٠,٦٩٤	٠,٤٩٩
		غير المفضلة	١٠٥,٧١	١٥	٣٥,٤١		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	١,٥٠	١٥	٠,٥٧	٠,٨٧٤	٠,٣٩٧
		غير المفضلة	١,٣٩	١٥	٠,٥٢		
أقصى شغل		المفضلة	٦١,١٩	١٥	٢٢,٠٨	٠,٠٥٣	٠,٩٥٨
		غير المفضلة	٦٠,٩١	١٥	١٤,٠٥		
معدل القدرة		المفضلة	٢٢,١٧	١٥	٦,٤٧	٠,٤٢٦	٠,٦٧٧
		غير المفضلة	٢٢,٨٨	١٥	٩,٠٦		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)		المفضلة	٩٩,٥٣	١٥	٢٦,٣٨	٠,٣٧٧	٠,٧١٢
		غير المفضلة	٩٦,٠٧	١٥	٣٤,٣٩		
التوازن العضلى (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)		المفضلة	٦٤,٧٩	١٥	١٦,٧١	٠,٣٣٧	٠,٧٤١
		غير المفضلة	٧٢,٠٣	١٥	١٧,٣٣		
أقصى عزم (أقصى قوة)	المد الأخمصى Dorsi) (Flexion	المفضلة	٥٩,٣١	١٥	٥,٠٣	٠,٧٤٧	٠,٤٦٨
		غير المفضلة	٧١,٧٩	١٥	١١,٠٣		
أقصى عزم نسبي (أقصى قوة نسبية)		المفضلة	٠,٧٨	١٥	٠,١٩	٠,٧٨٠	٠,٤٤٨
		غير المفضلة	٠,٩٦	١٥	٠,١٦		
أقصى شغل		المفضلة	٣٥,١٨	١٥	٥,٩٤	٠,٨٦٤	٠,٤٠٢
		غير المفضلة	٤٣,٤٦	١٥	١١,٥٥		

JJOAS مجلة الأردنية للعلوم التطبيقية Jordan Journal of Applied Scienc https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

معدل القدرة	المفضلة	١٢,٦٩	١٥	٤,٨٥	٠,٥٥٣	٠,٥٨٩
	غير المفضلة	١٤,٤٧	١٥	٣,٧٢		
معدل أقصى عزم (أقصى قوة)	المفضلة	٤٨,١٤	١٤	١٣,٨٦	١,٤١٨	٠,١٨٠
	غير المفضلة	٦٧,٢٩	١٤	١٥,٥٣		
التوازن العضلي (نسبة قوة العاملات إلى المعاكسات)	المفضلة	٦٤,٧٩	١٥	١٦,٧١	٠,٣٣٧	٠,٧٤١
	غير المفضلة	٧٢,٠٣	١٥	١٧,٣٣		

يبين الجدول (٩) نتائج اختبار (ت) للمتغيرات البيوميكانيكية المقاسة على جهاز البيودكس بين الرجل المفضلة وغير المفضلة خلال حركة الثني الأخمصي (Planter Flexion) وحركة المد الأخمصي (Dorsi Flexion) لمفصل الكاحل، وباستعراض قيم مستوى الدلالة المبينة في الجدول يتضح أنه لا توجد فروق دالة إحصائيا بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة في جميع المتغيرات، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذه المتغيرات أكبر من القيمة ٠,٠٥. ويرى الباحثون من هذه الجداول أن قيم القوى المنتجة أقل نوعا ما عن قيم باقي الحركات، مع مراعاة أن هناك قيما أكبر قليلا للثني الأخمصي للقدم، والذي تكون العضلات (التوأمية والنعلية) مسؤولة عنه، مقارنة بقيم العضلة الظنبوبية الأمامية، ويرى الباحثون أن مقدار القيم المسجلة على مفصل الكاحل أقل من باقي مقادير القيم التي تم قياسها، وهذا منطقي إذ إن حجم العضلات العاملة على مفصل الكاحل أقل بكثير من حجم باقي العضلات التي تم قياسها، كذلك الأمر يرى الباحث عدم وجود دلالة إحصائية، أي أنه لا توجد فروق أثناء العمل لمفصل الكاحل مابين الرجلين في حركتي المد الأخمصي والثني الأخمصي. كما تتوافق نتيجة توازن مفصل الكاحل بين الرجل المفضلة وغير المفضلة مع ما أشار اليه (Horschig et al., 2019) في كتابه الذي قارن فيه بين الثبات الذي توفره عضلات Core لأسفل الظهر، ووظيفة العضلات الصغيرة في القدم التي تعمل على الثبات والمحافظة على التحكم الحركي خلال الحركة، إذ وجد أن التحكم الحركي في القدم وما يوفره من توازن يعتمد عليه الجسم بالحركة (إذ إن السكوات يعتمد على ثبات مفصل الكاحل بشكل كبير).

وبشكل عام يمكننا القول بناءً على نتائج الجداول من ٦-٩ أن النتائج أظهرت عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الجهة المفضلة وغير المفضلة في غالبية المتغيرات، وهذا يعود إلى أن تمرين السكوات يعمل على تطوير القوه العضلية للعضلات العاملة بالتمرين بالجهة المفضلة وغير المفضلة بنفس النسبة تقريباً، بسبب أن الوزن يكون موزعا على الجهتين بشكل متساوٍ خلال النزول والصعود. ويرى الباحثون أن تمرين السكوات يعمل على تطوير وتحسين الأداء البدني للجزء السفلي من الجسم بشكل متوازن لكل من الجهتين المفضلة وغير المفضلة، وبين العضلات المحركة والمعاكسة، وفيما يتعلق بالتوازن العضلي لمفصل الكاحل لكلتا القدمين، يرى الباحثون أن سبب عدم وجود فروق هو أن هذا المتغير من أهم عوامل الثبات والمحافظة على مسار البار الحديدي فوق منتصف القدم، كما أشار (Rippetoe et al., 2007) بأن إذا انقطعت أو فقدت نقطة واحدة أو حلقة واحدة من سلسلة الحركة، فإن باقي الحركة أو السلسلة سوف تتأثر، إذ إن وضع القدم يؤثر في كل ما فوقه، سيما أن قوة الجاذبية المؤثرة على البار الحديدي دائماً تكون بشكل مباشر للأسفل وبخط عمودي. ولذلك فإن الطريقة الأكثر فعالية لمقاومة هذه القوة هي العمل عليها عمودياً، إذ إن الخط العمودي المستقيم هو مسار البار الحديدي الأكثر فاعلية، الذي يتحرك في إطار الجاذبية فوق مشط القدم، كذلك العديد من هذه المكونات العضلية (العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية والفخذية المستقيمة) وأدوارها مركبة ومعقدة بخاصة؛ لأنها تعمل على المفصلين في نفس الوقت تقريبا، وتوفر التعديلات الدقيقة للانقباضات العضلية اللازمة لإنتاج القوة في سياق التوازن. وبشكل نظري فإن التوازن بين جميع العضلات المشاركة في الحركة أمر تلقائي وأساسي في التمرين، لكن حدوثه يتطلب امتلاك قوة متوازنة، ولا يأتي ذلك الا بالتدريب المنتظم والمدروس، إذ إن جميع العضلات المعنية تسهم بنصيبها المحدد من الناحية التشريحية في العمل، وتتحرك العضلات والمفاصل بين العظام التي تنقل القوة إلى الوزن، والطريقة التي يتم بها ذلك هي وظيفة النظام العضلي العصبي الذي يجب أن يصمم التدريب وفقاً له، إذ يسمح النظام بنقل الوزن بالطريقة نفسها التي صمم بها الجسم لتحريكه، لأن كل جانب من جوانب الحركة يحدده الجسم.

https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v31i2.319

٧,١ الاستنتاجات

١- هناك تفاوت في قيم القوة بين الرجل المفضلة وغير المفضلة لدى عينة الدراسة.

٢- لا يوجد فروق في معظم متغيرات الدراسة بين الرجل المفضلة وغير المفضلة.

٨. التوصيات

١. ضرورة زيادة الاهتمام ببرامج التدريب الموجهة؛ لتقليل الفروق بين قوة عضلات الفخذ الأمامية والخلفية عند اللاعبين، لما له من أثر في الإنجاز الرياضي.

٢. ضرورة توظيف جهاز البيودكس في قياس توازن القوى بشكل دوري، لما له من مصداقية وثبات في قياس القوة العضلية وتوازن القوى.

٣. ضرورة الاهتمام بتنمية التوازن العضلي (تمارين القوة للعضلات المتعاكسة) للمجاميع العضلية المتقابلة على طول المدى الكامل للمفاصل، وذلك لتخفيف احتمالية حدوث الإصابة

٤. ضرورة عقد دورات تدريبية على الأجهزة التي تقيس القوة بمصداقية وموضوعية كجهاز البيودكس.

بيان تضارب المصالح

يقر جميع المؤلفين أنه ليس لديهم أي تضارب في المصالح.

المراجع

عبد المجيد، مروان ابراهيم ومحمد، ايمان. (٢٠١٤). **التحليل الحركي البيوميكانيكي في مجالات التربية البدنية والرياضية**. ط١، عمان، الأرجن: دار الرضوان للنشر والتوزيع.

References

Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). **Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players**. *Journal of human kinetics*, 36(1), 45-53.

Alhindawi, M. (2018). **Muscles Balance Effects on Enhancing Physical Performance in High School Soccer Players**. *Dirasat: Educational Sciences*, 45(4).

Almosnino, S., Kingston, D., & Graham, R. B. (2013). **Three-dimensional knee joint moments during performance of the bodyweight squat: effects of stance width and foot rotation**. *Journal of applied biomechanics*, 29(1), 33-43.

Anker, L. C., Weerdesteyn, V., van Nes, I. J., Nienhuis, B., Straatman, H., & Geurts, A. C. (2008). **The relation between postural stability and weight distribution in healthy subjects**. *Gait & posture*, 27(3), 471-477.

Anthony, B. (2007). **Sports biomechanics: The basics: Optimizing human performance**. London, England: A&C Black.

Abdelmohsen, A. M. (2019). **Leg dominance effect on isokinetic muscle strength of hip joint**. *Journal of Chiropractic Medicine*, 18(1), 27-32.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2008). **Essentials of strength training and conditioning**. Human kinetics.

Bell, D. R., Padua, D. A., & Clark, M. A. (2008). **Muscle strength and flexibility are characteristics of people displaying excessive medial knee displacement**. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(7), 1323-1328.

Brito, J., Figueiredo, P., Fernandes, L., Seabra, A., Soares, J. M., Krustrup, P., & Rebelo, A. (2010). **Isokinetic strength effects of FIFA's" The 11+" injury prevention training programme**. *Isokinetics and Exercise Science*, 18(4), 211-215.

Clark, B. C., Manini, T. M., Thé, D. J., Doldo, N. A., & Ploutz-Snyder, L. L. (2003). **Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression**. *Journal of Applied Physiology*, 94(6), 2263-2272.

Díaz, C. F. B., González, A. K. Q., Isaza, S. J., & Orjuela-Cañón, A. D. (2019, June). **A Biomechanical Analysis of Free Squat Exercise Employing Self-Organizing Maps**. In 2019 IEEE Colombian Conference on Applications in Computational Intelligence (ColCACI), IEEE, 1-5.

Diggin, D., O'Regan, C., Whelan, N., Daly, S., McLoughlin, V., McNamara, L., & Reilly, A. (2011). **A biomechanical analysis of front versus back squat: injury implications**. In ISBS-Conference Proceedings Archive.

Dwyer, G. B., & Davis, S. E. (2008). **ACSM's health-related physical fitness assessment manual**. 2nd Edition. Lippincott Willians & Wilkins.

Enoka, R. M. (2008). **Neuromechanics of human movement**. 3ed Edition, Champaign, IL: Human kinetics.

Fry, A. C., Smith, J. C., & Schilling, B. K. (2003). **Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat**. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 629-633.

Grygorowicz, M., Kubacki, J., Pilis, W., Gieremek, K., & Rzepka, R. (2010). **Selected isokinetic test in knee injury prevention**. Biol Sport, 27 (1): 47-51.

Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2001). **Prevention of anterior cruciate ligament injuries**. *Current women's health reports*, 1(3), 218-224.

Horschig. A., Sontana. K., & Neff. T. (2019). **The Squat Bible: the Ultimate Guide to Mastering the Squat and Finding Your True Strength.** Squat University LLC, Revisited from: https://squatuniversity.com/2019/04/05/the-lifters-guide-to-elbow-pain/

Hrysomallis, C. (2009). **Hip adductors' strength, flexibility, and injury risk**. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1514-1517.

Hunter, S. K., Thompson, M. W., & Adams, R. D. (2000). **Relationships among age-associated strength changes and physical activity level, limb dominance, and muscle group in women**. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(6), B264-B273.

Jacobs, C., Uhl, T. L., Seeley, M., Sterling, W., & Goodrich, L. (2005). **Strength and fatigability of the dominant and nondominant hip abductors**. *Journal of athletic training*, 40(3), 203.

Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeborg, R., & Byberg, L. (2010). **Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls**. *Archives of internal medicine*, 170(1), 43-49.

Kobayashi, Y., Kubo, J., Matsubayashi, T., Matsuo, A., Kobayashi, K., & Ishii, N. (2013). **Relationship between bilateral differences in single leg jumps and asymmetry in isokinetic knee strength**. *Journal of applied biomechanics*, 29(1), 61-67.

Kurdak, S. S., Özgünen, K., Adas, Ü., Zeren, C., Aslangiray, B., Yazıcı, Z., & Korkmaz, S. (2005). **Analysis of isokinetic knee extension/flexion in male elite adolescent wrestlers**. *Journal of sports science & medicine*, 4(4), 489.

Masuda, K., Kikuhara, N., Takahashi, H., & Yamanaka, K. (2003). **The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players**. *Journal of sports sciences*, 21(10), 851-858.

Mcgrath, T. M., Waddington, G., Scarvell, J. M., Ball, N. B., Creer, R., Woods, K., & Smith, D. (2016). **The effect of limb dominance on lower limb functional performance–a systematic review**. *Journal of sports sciences*, 34(4), 289-302.

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(11-14), 1568-1575.

Rahnama, N. (2011). **Prevention of football injuries**. *International journal of preventive medicine*, 2(1), 38.

Rippetoe, M., & Bradford, S. (2007). **Starting strength: Basic barbell training**. 3rd Edition, Texas: Aasgaard Company.

Singh, M. (2013**). Skill Analysis of Volleyball Serve Through Kinematic Applications.** *IJMESS*, 2(2).

Susan, H. (2012). **Basic Biomechanics**. 6ed Edition, the McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York, NY 10020, 2.

Toutoungi, D. E., Lu, T. W., Leardini, A., Catani, F., & O'connor, J. J. (2000). **Cruciate ligament forces in the human knee during rehabilitation exercises**. *Clinical biomechanics*, 15(3), 176-187.

Watkins, J. (2010). **Structure and function of the musculoskeletal system**. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.