

Kinematic Analysis of the Dominant and non- Dominant Side among Jordanian Team Players in the Back Squat Exercise

التحليل الكينماتيكي للجانب المفضل وغير المفضل للاعبين المنتخبات الرياضية الأردنية في تمرين السكوات الخلفي بالبار

Iyad Abu Touq^{1*}, Khaled Atiyat², Osama Abdel Fattah³.

¹King's Academy School, Amman, Jordan.

²The University of Jordan, Amman, Jordan.

³Ministry of Education, Amman, Jordan.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 Dec 2020

Accepted 24 Feb 2021

Published 01 Apr 2022

*Corresponding author:

Al-Quds Open University, Palestine.

Email: iabutouq@kingsacademy.edu.jo.

Abstract

This study aimed to conduct a kinematic analysis of the dominant and non-dominant sides among Jordanian sports players in the back squat exercise by identifying the values of some kinematic variables on the dominant and non-dominant sides at different intensities, as well as the differences in these kinematic variable values. To achieve this, the researchers used a descriptive approach with a sample of 15 players, who were selected using a purposive method, ensuring that their training included squatting for no less than two years. To record the study sample, the researchers used three cameras—two positioned at the lateral view and one at the frontal view—while the performance of the players was analyzed using the Kinovea program for kinematic analysis. The study examined several kinematic variables, including the angles of the back, pelvis, and knee, as well as the arm torque at the knee joint. To process the study data, the researchers employed means, standard deviations, skewness, the Wilcoxon test, and the T-test. The results showed that the technique of the study sample exhibited some errors, and there were statistically significant differences between the preferred and non-preferred sides concerning the intensity variable in the height of the barbell at maximum descent at an intensity of 50%, as well as in arm torque at the pelvic joint at intensities of 70% and 90%. Additionally, there were significant differences in the height of the pelvic joint at maximum descent at an intensity of 70%. However, no statistically significant differences were found between the preferred and non-preferred sides for the intensity variable in the remaining kinematic variables, as the significance levels for these variables were greater than 0.05. The researchers recommend that the correct technique for the bar path should be observed during both descending and ascending movements.

Keywords: Kinematic, Back Squat, Bar, Jordanian National Team, Preferred Side.

هدفت هذه الدراسة إلى التحليل الكينماتيكي للجانب المفضل وغير المفضل للاعبين المنتخبين الرياضية الأردنية في تمرين السكوات الخلفي بالبار من خلال التعرف إلى قيم بعض المتغيرات الكينماتية قيد الدراسة على الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطنية الأردنية في شدد مختلفة، كذلك إلى الفروق في قيم هذه المتغيرات الكينماتية. ولتحقيق ذلك أستخدم الباحثون المنهج الوصفي على عينة تكونت من (١٥) لاعب، وتم اختيارهم بالطريقة العمدية، بحيث يتضمن تدريبهم السكوات لفترة لا تقل عن عامين. ولتصوير عينة الدراسة استخدم الباحثون (٣) كاميرات تم وضع اثنتا على المستوى الجانبي وواحدة على المستوى الأمامي حيث تم تحليل أداء اللاعبين باستخدام برنامج (Kinovea) للتحليل الحركي. وتناولت الدراسة العديد من المتغيرات الكينماتية كزاوية الظهر، الحوض، الركبة وذراع العزم لمفصل الركبة. ولمعالجة بيانات الدراسة استخدم الباحثون المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، الالتواء، اختبار ت واختبار ويلكوكسون. وأظهرت نتائج الدراسة أن تكتيك عينة الدراسة يشوبه بعض الأخطاء، كذلك وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعاً لمتغير الشدة في متغير ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول عند شدة ٥٠٪، ومتغير ذراع العزم على مفصل الحوض عند شدة ٧٠٪ وعند شدة ٩٠٪، كذلك في متغير ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول عند شدة ٧٠٪، في حين لم تظهر فروق دالة إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعاً لمتغير الشدة في بقية المتغيرات، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذه المتغيرات أكبر من القيمة ٠,٠٥. ويوصي الباحثون بضرورة مراعاة التكتيك الصحيح لمسار البار الحديدي خلال النزول والصعود بالسكوات.

الكلمات المفتاحية: الكينماتيك، السكوات الخلفي، البار، المنتخب الأردني، الجانب المفضل.

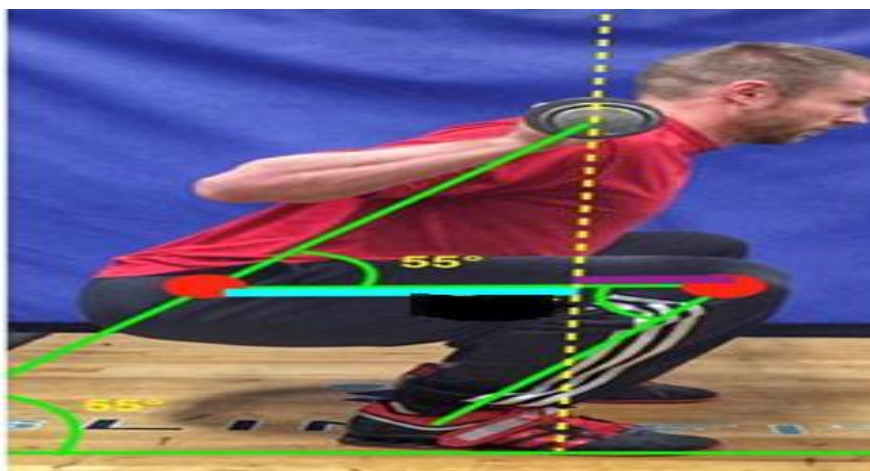
١. المقدمة

١,١ الإطار النظري والدراسات السابقة

يُعد تمرين السكوات مُهماً وذا فائدة كبيرة للرياضيين، فهو يعمل بشكل أساسي على تنمية القوة العضلية للعضلات العاملة مثل عضلات الظهر، البطن، الرجلين والعضلات الألوئية، كما أنه تمرين مهم للمدربين المتميزين، الذين يهتمون بإعداد برامج القوة للاعبين وذلك لرفع مستوى الأداء لديهم في المنافسات الرياضية، وهو من التمارين الجوهرية للرياضيين الذين يمارسون الرياضات بأشكالها المختلفة، إذ يُساهم في تطوير معظم عناصر اللياقة البدنية كتحمل القوة والسرعة ومستوى اللياقة البدنية للاعبين. حيث يُعتبر واحد من أهم التمرينات الأكثر شعبية في مجال القوة، وغالباً ما يتم تضمينه كتمرين أساسي في العديد من البرامج التدريبية المصممة لتحسين الأداء الرياضي (Escamilla et al., 2001; Gawda et al., 2019; Schoenfeld, 2010). وغالباً ما يستخدم هذا التمرين كوسيلة لتنمية عضلات الأطراف السفلية والأنسجة الضامة بعد الإصابات المرتبطة بالمفاصل كإصابات الرباط الصليبي الأمامي (Tagesson et al., 2008). وتكمن أهمية هذا التمرين باعتباره عنصر أساس في العديد من الأنشطة اليومية مثل: رفع الصناديق، الوقوف من وضع الجلوس وحمل الأطفال، كذلك يُعتبر من أفضل التمارين لتحسين نوعية الحياة (Schoenfeld, 2010). كذلك يُستخدم على نطاق واسع في تدريبات القوة في مرحلة الإعداد العام حيث يمكن استخدامه في رياضات مختلفة (Cormie et al., 2007). ومن الملاحظ في وقتنا الحالي بأن كثيراً من المعنيين يهتمون بالتدريبات البدنية من أجل الاستفادة من الفوائد المرتبطة بها مثل زيادة الحجم العضلي والقوة والسرعة، إذ إن الإنسان بشكل عام والرياضي بشكل خاص يبحث عن الصحة والكفاءة البدنية، والرياضي بخاصة يبحث عن الوصول إلى المستويات العليا، ومع اختلاف وتطور أشكال التدريب وتنوعه إلا أن تمرين السكوات يصنف من أهم وأكثر التدريبات استخداماً لدى الجميع، ويطلق عليه اسم (The King Of All Exercises) ملك التدريبات البدنية (Horschig et al., 2019).

بالرغم من الفوائد العديدة لتمرين السكوات إلا أن هناك العديد من المخاوف للتعرض للإصابات المرتبطة بالتكتيك الخاطئ مثل ألم الرضفة وتمزق الرباط الصليبي (Fry et al., 2003). حيث أشارت العديد من الدراسات أن العديد من الإصابات الناتجة عن هذا التمرين مرتبطة بشكل أساسي على الأطراف السفلية وأسفل الظهر حيث يزيد التكتيك الخاطئ من الضغط على مفاصل الطرف السفلي ويزيد من ألم أسفل الظهر (Lee et al., 2011). كذلك يساهم التكتيك غير الصحيح لهذا التمرين بالعديد من الآثار الضارة على العظام والمفاصل بسبب الاحمال العالية (Sato et al., 2012).

ومن الناحية الميكانيكية تعمل مفاصل الحوض، الركبة والكاحل ميكانيكياً كسلسلة مرتبطة مع بعضها خلال تمرين السكوات؛ لذلك يُعتبر موضع كل مفصل مهم ويؤثر على الأحمال التي تقع على المفاصل الأخرى، فعلى سبيل المثال تحرك عامود الثقل للأمام يُقلل من الأحمال على مفصل الركبة إلا أنه في الوقت نفسه يضع مزيد من الحمل على مفصل الحوض وأسفل الظهر (Fry et al., 2003). وهذا يتطلب مراعاة انسيابية الحركة بين مفاصل الطرف السفلي مع مراعاة المسافة بين القدمين والتي تُعتبر أحد العوامل الرئيسة والمحددة لفعالية هذا التمرين والسلامة العامة (Almosnino et al., 2013). فأتثناء النزول يكون الحمل على مفصل الكاحل بنسبة (٧) %، و (٤٧-٤٦) % على مفصلي الركبة والحوض (Schoenfeld, 2010). ومع المساهمة المنخفضة لمفصل الكاحل إلا أنه جزء رئيس في توفير الدعم، النقل الحركي واللاتزان (Bell et al., 2008)، حيث يشير (Eugen, 2020) (2020) أن زاوية الركبة في تمرين نصف السكوات تتراوح بين (٩٠-١٢٠) درجة وفي حين يشير (Horschig et al., 2019) أن زاوية الحوض (٥٥) درجة وزاوية الظهر الخلفية (٥٥) درجة، كذلك أشار (Sasaki et al., 2008) أن زاوية ثني الظهر (٣٨,٥ ± ٥.٩) درجة كانت ضرورية للحفاظ على الكعب ملاصق للأرض في أثناء السكوات الكامل، وهذا ما يوضحه الشكل (١).



الشكل (١): يوضح الزوايا المهمة في تمرين النصف سكوات

ومن جانب آخر يُشير Diaz et al. (٢٠١٩) بأن توازن القوى للمجموعات العضلية المتقابلة، يُعد من أهم المتطلبات للرياضي عند الأداء المتقدم، كما يرى أن التوازن العضلي للمجموعات العضلية أهم ما يكون في تمرين السكوات؛ لأنه يتطلب لتطوير الأداء المرتبط بالقوة والسرعة والرشاقة، وذلك تطبيقاً لمبدأ الشمولية في التدريب الرياضي. كما أشار (Toutoungi et al., 2000) إلى أن عدم التوازن في إنتاج القوة بين عضلات الفخذ الخلفية والأمامية هو من أهم مسببات إصابة ACL، وتُعد هذه الإصابة من الإصابات التي تنتهي الموسم الرياضي للاعب. ويرى حسن (٢٠٠٤) بأن دراسة تحليل السكوات للاعبين يساعد على زيادة كفاءتهم عن طريق فهم اللاعبين للأداء السليم، وبالتالي بذل أقل جهد ممكن من خلال الأوضاع التي تسمح بزيادة عوامل السرعة والقوة والتحمل في الأداء، وبالنظر إلى تكتيك تمرين السكوات ووجود العديد من المتغيرات المرتبطة بالأداء؛ فإن فهم ميكانيكية الأداء للسكوات أمر ذو أهمية كبيرة سواء لتحقيق النمو الأمثل للعضلات أو لتقليل احتمالية حدوث إصابة متعلقة بالتدريب.

بناءً على العرض السابق فأنا بحاجة إلى دراسة تحليلية ميكانيكية لمراحل تمرين السكوات المختلفة لمساعدة اللاعبين في اكتشاف نقاط الضعف والعمل على تعديل البرامج التدريبية ليُحسن التكتيك، وبالتالي التوفير في الطاقة المبذولة، والوقت، والوقاية من الإصابات، ولتحقيق ذلك كان لزاماً العمل على تحليل هذا التمرين والتعرف إلى المتغيرات الكينماتيكية التي تساهم في فعالية التكتيك الصحيح لهذا التمرين.

٢. مشكلة الدراسة وأسئلتها

نبتت مشكلة الدراسة من خلال خبرة الباحثين كلاعبين ومدربين، واطلاعتهم على الأبحاث والدراسات التي تناولت موضوع تطوير القوة العضلية، وبخاصة تمرين السكوات الذي يتصف بصعوبة كبيرة في الأداء المهاري كدراسة (Biaz et al., 2019; Gawda et al., 2019; Schoenfeld, 2010). ومن خلال مداولاتهم 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، مما يؤثر في الأداء بشكل عام، وغالباً ما ينتج عن ذلك إصابات متكررة تحد من تنمية المستوى البدني والمهاري للاعبين، وقد تنهي مستقبلهم الرياضي. كما لاحظ الباحثون أن الرياضيين في وقتنا الحالي يحاولون الوصول إلى قمة الأداء البدني من حيث السرعة والقوة والضخامة، قبل امتلاك القدرة على الأداء السليم للتمرين، أو عدم الوصول إلى العمق المطلوب، وغالباً لا يصلون إلى درجة الإتقان السليم، وبالتالي عدم الاستفادة من التمرين بالصورة الأمثل، ومن خلال المراقبة والمتابعة والمناقشات التي تمت خلال الدورات التدريبية تبين أن هناك تبايناً في وجهات نظر المدربين عن كيفية أداء تمرين السكوات الأمثل، وأن هناك تفاوتاً بأداء تمرين السكوات ما بين اللاعبين، وعدم درايتهم بالعوامل الأكثر تأثيراً في الأداء المهاري السليم وفق المبادئ الميكانيكية، حيث يرى الباحثون بأن مشكلة تدريب السكوات بوساطة البار الحديدي، تكمن في أن الغالبية العظمى من المتدربين لا يتقنون كيفية القيام بذلك بشكل صحيح، وهو ما قد يكون سبباً لإبعاد الكثير من الناس عن تدريبات السكوات بالبار الحديدي، في غياب أساليب التعليم الجيدة لتدريب التكنيك السليم للأداء، ونتيجة لقلة المراجع العربية التي تتناول كيفية الأداء الفني بشكل واضح ومفصل، وأيضاً قلة الدراسات المرتبطة وذات الصلة المباشرة بموضوع الدراسة، لذا بات من الأولوية بمكان البدء بدراسة علمية عن تمرين السكوات وكشف تفاصيل وآليات الأداء الأفضل، وكيفية أداء الأسلوب السليم، وسد النقص المعرفي لهذا التمرين.

٢,١ أسئلة الدراسة

هدفت هذه الدراسة الإجابة عن التساؤلين الآتيين:

١. ما قيم المتغيرات الكينماتية (زاويا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل، ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض، ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول، ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، إزاحة مفصل الركبة، انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود) على الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطني الاردنية في شدد مختلفة؟
٢. هل يوجد فروق في قيم المتغيرات الكينماتية (زاويا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل، ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض، ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول، ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، إزاحة مفصل الركبة، انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود) بين الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطني الاردنية في شدد مختلفة؟

٣. أهمية وأهداف الدراسة

٣,١ أهمية الدراسة

- أيما وجدت الحركة وجدت الحياة، وكلما اتصفت الحياة بالصحة والحيوية والفاعلية زادت الكفاءة، ويُعد السكوات من أكثر التمرينات البدنية توظيفاً للعضلات والمفاصل في أثناء الأداء، وفي هذا المجال يشير (Horschig et al., 2019) أن تمرير السكوات يوظف ٢٠٠ عضلة تقريباً 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 الأنشطة اليومية للأفراد.
 ٢. تساهم هذه الدراسة في التعرف إلى المتغيرات الكينماتية على الجهة المفضلة وغير المفضلة للاعب وهذا يساهم في زيادة توفير فرص الوقاية من الإصابات وإعادة التأهيل بعد الإصابات.
 ٣. توفير معلومات يراها الباحثون ضرورية لكل مهتم بالسكوات في البيئة الاردنية المتجهة نحو التطوير الرياضي، كما سيساعد اللاعبين 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 المتغيرات الكينماتية (زاويا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل، ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض، ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول، ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، إزاحة مفصل الركبة، انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود) على الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطني الاردنية في شدد مختلفة.
٢. الفروق في قيم المتغيرات الكينماتية (زاويا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل، ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض، ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول، ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، إزاحة مفصل الركبة، انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود) بين الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطني الاردنية في شدد مختلفة.

٤. محددات الدراسة

- **المجال البشري:** تم إجراء هذه الدراسة على الرياضيين الاردنيين الذين اشتمل برنامجهم التدريبي على السكوات لمدة لا تقل عن عامين.
- **المجال المكاني:** تم إجراء هذه الدراسة في مختبر كلية التربية الرياضية- الجامعة الأردنية
- **المجال الزمني:** تم إجراء هذه الدراسة في الفترة بين ٢٠٢٠/١/١٠-١٠/١/٢٠٢٠

٥. مصطلحات الدراسة

السكوات الخلفي

هو تمرين تقليدي في تدريبات القوة حيث يبدأ اللاعب من وضع الوقوف المستقيم والبار على الكتفين بالنزول للأسفل وعند الوصول إلى الارتفاع المطلوب يبدأ اللاعب بعكس حركته من خلال مد مفاصل الحوض والركبتين والثني الاخمصي لمفصل الكاحل للعودة إلى وضع الوقوف المستقيم (Schoenfeld, 2010).

الكينماتيك (Kinematic)

"هو العلم الذي يهتم بدراسة الوصف الخارجي للحركة دون التطرق إلى القوى المسببة لهذه الحركة (Blazevich, 2010).

الإنجاز (One Repetition Max (1RM)

الحد الأعلى (الأقصى) من الوزن الذي يستطيع الرياضي التغلب عليه (رفعه) بانقباض تقصيري وتكرار واحد مع استخدام التقنية الصحيحة للتمرين (Diggin et al., 2011).

٦. الطريقة والإجراءات

٦,١ منهج الدراسة

استخدام الباحثون المنهج الوصفي لملاءمته وطبيعة الدراسة، من خلال التحليل الحركي لمهارة السكوات.

٦,٢ متغيرات الدراسة

١. زاوية الظهر تقاس بالتقاء امتداد الخط الوهمي الواصل ما بين الجذع والأرض، وتقاس بمقدار درجة الزاوية المحصورة بينهم.
٢. زاوية الحوض تقاس بالتقاء الخط الواصل من الظهر مع خط الفخذ، وتقاس بمقدار درجة الزاوية المحصورة بينهم.
٣. زاوية الركبة تقاس بالتقاء الخطين الواصلين ما بين الفخذ والساق، وتقاس بمقدار درجة الزاوية المحصورة بينهم.
٤. زاوية الكاحل تقاس بالتقاء الخطين الواصلين ما بين الساق والأرض، وتقاس بمقدار درجة الزاوية المحصورة بينهم.

٥. ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض (تم قياس طول ذراع القوة على كلا المفصلين بالسنتيمتر، وهو الخط العمودي من المفصل على خط الجاذبية الأرضية على البار الحديدي).
٦. ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول: مقدار ارتفاع البار الحديدي من مركزه عن الأرض عند أقصى نزول بالسنتيمتر.
٧. ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول: مقدار ارتفاع مفصل الحوض عن الأرض عند أقصى نزول بالسنتيمتر.
٨. إزاحة مفصل الركبة: مقدار دخول أو خروج المفصل عن مساره الطبيعي للداخل أو الخارج بالسنتيمتر.
٩. انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود: تغيير مسار البار الحديدي من أعلى إلى أسفل، ومن أسفل إلى أعلى، تبعاً لنقطة البداية فوق مشط القدم (قاعدة الارتكاز)، إذ يتم قياس مقدار أقصى انحراف لابتعاد البار عن الخط العمودي خلال النزول والصعود مقاساً بالسنتيمتر. (Horschig et al., 2019; Cartwright, & Kimberly, 2019; Sasaki et al, 2008).

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 ٣٠ رياضياً يُمارسون 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. وعند بداية الاختبارات كانت العينة تتكون من ٣٠ رياضياً، وتم استبعاد (٣) رياضيين بسبب عدم أدائهم تمرين السكوات لعدم قدرته على الاستمرار في الاختبارات، فيما تم استبعاد (١٢) رياضي بسبب عدم الوصول بالسكوات إلى عمق التوازي على الأقل. وبذلك أصبحت العينة التي تم تحليل نتائجها (١٥) رياضياً، والجدول (١) يصف عينة الدراسة.

جدول (١): يوضح توصيف عينة الدراسة (ن=١٥)

المتغير	المتوسط
العمر	٢٤,٤ سنة
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 جمع بيانات الدراسة

تم استخدام الأجهزة والأدوات التالية:

٣ كاميرات كانون Mark 2 i dx، حامل كاميرا عدد (٣)، استمارة تسجيل، لاصق، أقلام، شريط قياس، بار حديدي أوليمبي، أوزان، حامل بار حديدي، ٣ عدادات نقاط، مقياس رسم (مكعب أبعاده ١*١*١م)، برنامج تحليل كينوغرافيا وجهاز كمبيوتر.

إجراءات ما قبل الاختبار

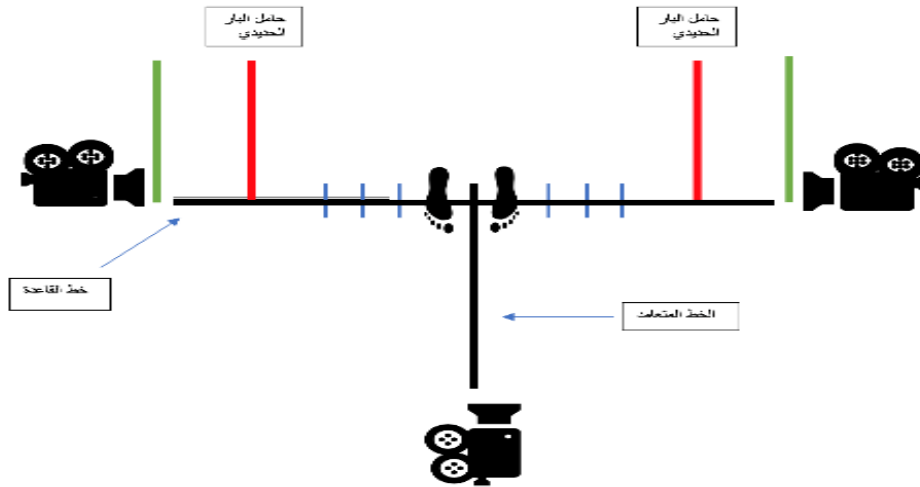
تم مخاطبة عمادة كلية التربية الرياضية بالجامعة الأردنية من أجل أخذ الموافقة لإجراء الاختبارات بالكلية، واستخدام المرافق والمختبر والأدوات، كذلك تحديد الأوقات المناسبة التي يُمكن إجراء الاختبارات والتصوير خلالها، كما تم الاجتماع بالمساعدين لشرح طبيعة الاختبار وكيفية الأداء، وذلك للتأكد من عدم وجود عوائق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

التجربة الاستطلاعية

قام الباحثون بتجربة الاختبار بشكل شخصي لأكثر من مرة؛ للتأكد من طبيعة وكيفية الأداء وتحديد الشدة المطلوبة (1RM) لكل لاعب من أجل تحديد الشدّد الأخرى (٥٠، ٧٠، ٩٠، ١٠٠) %. وتحديد الزمن اللازم لكل لاعب لإتمام التصوير، لكي يتم تحديد الجدول الزمني لحضور اللاعبين لأداء الاختبار، وللتأكد من سير الاختبار بالصورة المطلوبة دون عوائق أو صعوبات.

إجراءات تصوير عينة الدراسة

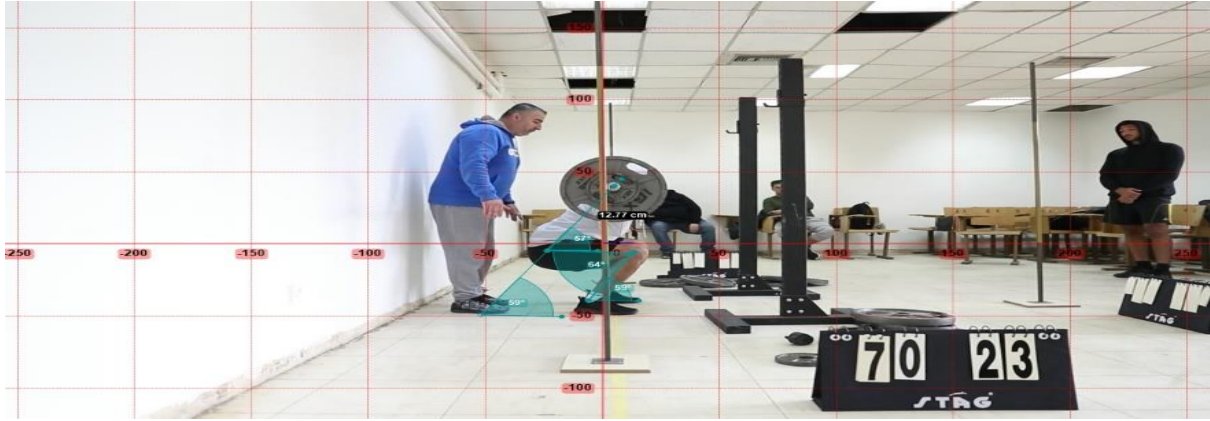
عند أداء تمرين السكوات من قبل المختبرين، وقبل تصويرهم بكاميرات كانون Mark 2 i dx، تم رسم خطوط على الأرض بوساطة لاصق لتحديد أماكن وضع الكاميرات وتحديد مكان وقوف اللاعب، إذ تم رسم خط القاعدة الذي يكون تحت مشط القدم عند أداء تمرين السكوات، وخط متعامد عليه إذ يكون بمنصف المسافة بين القدمين عند أداء التمرين، ولتسهيل الأمر على الرياضي تم وضع ٣ خطوط على جانبي الخط المتعامد على خط القاعدة، تبعد كل منها عن الآخر ٥ سم، إذ يقف الرياضي على خط القاعدة والمسافة بين كلتا قدميه والخط العمودي متساوية ويكون خط القاعدة تحت مشط القدم، وهناك كاميرا تقوم بتصوير الحركات التي تحدث على المستوى الأمامي - المحور العميق، وكاميرتان على كلا الجانبين لتصوير الحركات تحدث على المستوى الجانبي - المحور العرضي، إذ بلغ ارتفاع الكاميرات عن الأرض ٧٦,٥ سم، وعلى بعد ٤٢٠ سم عن خط القاعدة. وبلغ بعد الكاميرا الأمامية عن خط القاعدة ٣٤٠ سم، والشكل (٢) يوضح ذلك.



الشكل (٢): يوضح موضع الكاميرات المستخدمة في تصوير عينة الدراسة

طرق جمع البيانات

تم استخدام ثلاث كاميرات متطابقة بالمواصفات للتصوير نوع كانون Mark 2 i dx، وتم معالجة الأفلام المصورة والقيام بإجراءات التحليل الحركي على برنامج الكينوغرافيا للتحليل الحركي، إذ قام الرياضيون بأداء تمرين السكوات الخلفي لأربع مرات بأربع شدد مختلفة (1RM، ٩٠٪، ٧٠٪، ٥٠٪) وملاحظة الفروق بينها في الأداء الحركي، وتم التصوير بالكاميرات الثلاث لكل رفعة، واحدة من المستوى الأمامي، واثنان من المستوى الجانبي عن اليمين واليسار، وبعد ذلك تم قياس الزوايا بالدرجات عند أقصى نزول للاعب، أو على الأقل الوصول بالفخذين إلى مستوى التوازي مع الأرض (زاوية الظهر، زاوية الحوض، زاوية الركبة وزاوية الكاحل)، كما تم تحليل مسار حركة البار الحديدي بالنزول والصعود، من حيث قياس المسافات لارتفاع مفصل الحوض عن سطح الأرض بالسنتيمتر عند وصول اللاعب للقاع ومن الجانبين، وارتفاع البار الحديدي عن مستوى سطح الأرض ومن الجانبين بالسنتيمتر عند وصول اللاعب للقاع، وقياس طول ذراع عزم القوة لمفصلي الحوض والركبة بالسنتيمتر عند وصول اللاعب للقاع، وقياس أقصى انحراف لمسار البار الحديدي بالسنتيمتر أثناء النزول والصعود، والشكل (٣) يوضح ذلك.



الشكل (٣): يوضح زوايا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل

تحديد الإنجاز 1RM

بالوضع الطبيعي يقوم الرياضي - بعد أن يؤدي الإحماء الجيد - بالارتفاع التدريجي بالحمل، وذلك بالرجوع إلى خبرته وقدرته ومعرفته لأقصى وزن يستطيع حمله لمرة واحدة، وإذا لم يكن يعلم ذلك الوزن، فإننا نبدأ من الوزن الأعلى الذي يتدرب به الرياضي، ويؤدي به عدة تكرارات، وبعدها نزيد الوزن بنسبة ٥ ٪ ويقوم الرياضي بأداء تكرار واحد، وكلما نجح بالرفع نزيد الوزن إلى أن يصل إلى الوزن الذي لا يستطيع رفعه عندها يكون الوزن السابق هو 1RM، ويتم استخدام أوقات راحة مختلفة. فقد يتم استخدام فترات راحة (١-٢) دقيقة فقط، وهناك من يستخدم (٣-٥) دقائق للراحة، بحيث تتراوح بين (١-٥ دقائق) (Fry et al., 2003).

وهناك عدة برامج على أجهزة الهواتف الذكية تستطيع حساب 1RM، بعد أداء الرياضي مجموعة تكرارات على وزن معين حتى الوصول إلى التعب وعدم القدرة على أداء تكرار آخر (يجب عدم القدرة على أداء تكرار عالي)، وعندها ندخل الوزن المرفوع والتكرارات التي تم اداؤها بنجاح في المعادلة، ليستطيع البرنامج حساب 1RM. الوزن المرفوع + (الوزن المرفوع X التكرار ٠,٣٣). 1RM = <https://www.youtube.com/watch?v=qPQiTLtXQ1o>

٦,٦ المعالجة الإحصائية

لتحليل البيانات استخدم الباحثون الاحصاء الوصفي: (المتوسط الحسابي والانحراف المعياري، والالتواء)، والاحصاء التحليلي (اختبارات، معامل ارتباط سبيرمان للرتب واختبار ويلكوكسون) باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS.

٧. نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن تساؤل الدراسة الاول والذي ينص على: ما قيم المتغيرات الكينماتية (زوايا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل، ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض، ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول، ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، إزاحة مفصل الركبة، انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود) على الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطنية الاردنية في شدد مختلفة؟ استخدم الباحثون المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري ومعامل الالتواء والجدول (٢) يوضح ذلك.

جدول (٢): قيم بعض المتغيرات الكينماتية قيد الدراسة خلال السكوات (شدة ٥٠، ٧٠، ٩٠، ١٠٠ ٪)

المتغيرات	الرجل	المتوسط الحسابي				الانحراف المعياري				معامل الالتواء			
		٥٠٪	٧٠٪	٩٠٪	١٠٠٪	٥٠٪	٧٠٪	٩٠٪	١٠٠٪	٥٠٪	٧٠٪	٩٠٪	١٠٠٪
المفضلة	٥٥	٥٧,٤٧	٦٠,٥٣	٦١,٣٣	٩,٢٤	٩,٣٠	١٢,٢٦	١٠,٩١	٠,١٥	٠,٤٩	٠,٩٨	٠,١٥	٠,١٥

زاوية الحوض بالدرجة	غير المفضلة	٥٥	٥٧,٤٧	٦٠,٥٣	٦١,٣٣	٩,٢٤	٩,٣٠	١٢,٢٦	١٠,٩١	٠,١٥	٠,٤٩	٠,٩٨	٠,١٥
زاوية الركبة بالدرجة	المفضلة	٥٧	٥٨,٦٧	٦٢,٠٠	٦٢,٣٣	١٠,٠٤	١٠,٥٠	٩,٦٧	١١,٦٣	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٣٣	٠,٤٢
زاوية الركبة بالدرجة	غير المفضلة	٥٧	٥٨,٦٧	٦٢,٠٠	٦٢,٣٣	١٠,٠٤	١٠,٥٠	٩,٦٧	١١,٦٣	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٣٣	٠,٤٢
زاوية الكاحل بالدرجة	المفضلة	٥٩,٦٠	٥٩	٥٩,٢٧	٥٩,٩٣	٤,٠١	٦,٣٠	٥,٧٨	٦,٢٥	٠,٩٣	٠,٢٤	٠,٤٨	١,٢١
زاوية الكاحل بالدرجة	غير المفضلة	٥٩,٦٠	٥٩,٠٠	٥٩,٢٧	٥٩,٩٣	٤,٠١	٦,٣٠	٥,٧٨	٦,٢٥	٠,٩٣	٠,٢٤	٠,٤٨	١,٢١
زاوية الظهر بالدرجة	المفضلة	٥٧	٥٨,٦٧	٥٧,٩٣	٥٧,٥٣	٤,٠٠	٥,٠٧	٦,٠٩	٧,٣٧	١,٣٩	٠,٣٥	٠,٣٤	٠,٤٥
زاوية الظهر بالدرجة	غير المفضلة	٥٧	٥٨,٦٧	٥٧,٩٣	٥٧,٥٣	٤,٠٠	٥,٠٧	٦,٠٩	٧,٣٧	١,٣٩	٠,٣٥	٠,٣٤	٠,٤٥
أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء النزول (سم)	المفضلة	٨,٢٣	٨,١٣	٧,٥٦	٨,٠٦	٦,٠٣	٥,٤٧	٥,١٤	٥,٩٢	٠,٨٣	٠,٤٦	٠,٤١	٠,٤٠
أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء الصعود (سم)	غير المفضلة	١٠,٦٦	٨,٥٧	١٠,٥٢	١٠,٣٧	٦,١٢	٧,١٨	٦,٦٠	٥,٦٥	٠,١٢	٠,٨٨	١,٢١	٠,١١
أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء الصعود (سم)	المفضلة	٧,٩٦	٩,١٠	٩,٥٩	١٠,٩٨	٦,٤٣	٦,٤٥	٦,٩٠	٧,٣٩	٠,٥٧	٠,٤١	٠,٦٣	٠,٤٧
اختلاف ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول (سم)	غير المفضلة	١٠	١٢,٠٩	١٣,٠٥	١٢,٨٩	٦,٣٢	٨,١٦	٦,٦١	٦,٤٨	٠,٠٦	٠,٢٦	٠,٦٩	٠,٩٥
طول ذراع عزم الدوران على مفصل الركبة (سم)	المفضلة	٨٣,٣٦	٨٤,٣٧	٨٥,٥٣	٨٧,٩٢	٧,٣٥	٨,٨٦	٨,٩٧	٧,٩١	٠,١٦	٠,١١	٠,٣٢	٠,٠٣
طول ذراع عزم الدوران على مفصل الركبة (سم)	غير المفضلة	٧٩,٢١	٨٠,٦٥	٨٢,٨٩	٨٣,٥٢	٧,٥٠	٨,٨٥	١٠,١٦	١٠,٢٣	٠,٣٢	٠,٢٣	٠,٤٥	٠,٧٥
طول ذراع عزم الدوران على مفصل الركبة (سم)	المفضلة	٩,١٢	٩,٧٧	٩,١٥	٨,٣٨	٦,٢٠	٤,٥٥	٤,٧٨	٥,١٣	٠,٨٨	٠,٤١	٠,٨٧	٠,١٢
طول ذراع عزم الدوران على مفصل الركبة (سم)	غير المفضلة	٥,٢٥	٦,٤٤	٦,٢٤	٦,٢٥	٤,٤٠	٥,٢٢	٤,٨٨	٥,١٧	٠,٤٦	٠,١٢	٠,٤٢	٠,٠٣
طول ذراع عزم الدوران على مفصل الركبة (سم)	المفضلة	٢٦,٢٥	٢٥,٤٠	٢٦,٠٩	٢٦,٧٩	٥,٧٢	٣,٨٥	٤,٤٢	٥,٤١	٠,٨٨	٠,١٠	٠,١٨	٠,١٩
طول ذراع عزم الدوران على مفصل الركبة (سم)	غير المفضلة	٣٠,٨٣	٢٩,٨٠	٣٠,٢٣	٢٩,٧٨	٦,١٣	٧,٠٧	٥,٧٠	٦,٦٦	٠,٤٠	٠,١٨	٠,٢٦	٠,٢٩

الحوض (سم)	المفضلة	٣٧,٩٥	٣٧,٦٨	٤٠,٧٦	٤١,٤٠	٦,٠٩	٦,٣٩	٥,٣٩	٥,٩٤	٠,٢٦	٠,٢٨	-٠,٠٥	٠,٣٧
اختلاف ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول (سم)	غير المفضلة	٣٨,٨٠	٣٩,٥٣	٤٢,١٣	٤٢,٨٧	٤,٩٦	٦,٠٨	٥,٨٨	٥,٦٦	٠,١١	٠,١٣	٠,١٩	٠,٨١
دخول أو خروج مفصل الركبة (سم)	المفضلة	٣,٢٤	٣,٣٣	٣,٧٣	٣,٥٣	٢,٥٦	٢,٤٧	٢,٧٤	٢,٥٣	٠,٦٠	٠,٣٥	٠,٢٠	٠,٨٢
	غير المفضلة	٣,١٣	٣,٨٠	٣,٧٣	٤,٠٠	٢,٠٧	٣,٢٣	٢,٦٠	٢,٩٠	٠,٠٨	٠,٨١	٠,٢٣	٠,١٢

يتضح من الجدول (٢) قيم بعض مؤشرات الإحصاء الوصفية للمتغيرات الميكانيكية الأساسية والثانوية المقاسة خلال السكوات (شدة ١٠٠،٩٠،٧٠،٥٠ %) والتي هي: قيم المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم مؤشرات التوزيع الطبيعي (الالتواء) التي تعد مؤشرا مهما يستدل من خلاله 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 تم تقسيم المتغيرات المؤثرة على الأداء إلى قسمين: ثانوية وأساسية، إذ تكون نسبة التأثير على الإنجاز والأداء للمتغيرات الثانوية قليلة، في حين أن نسبة تأثير المتغيرات الأساسية على الأداء والإنجاز تكون كبيرة، وبخاصة انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود، فكلما زاد الانحراف زادت نسبة حصول الفشل بسبب خروج البار الحديدي عن مساره الصحيح فوق قاعدة الارتكاز، ويشكل أيضا عزم قوة اضافي على أسفل الظهر. حيث نلاحظ عند النظر إلى قيم المتغيرات الثانوية أن قيم الزوايا المسجلة للرجل المفضلة وغير المفضلة متساوية إلى درجة التطابق، إذ لم يكن هناك أية فروق، ولكن عند النظر إلى المتغيرات الأساسية كما في متغير أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء النزول، كان هناك فرق بمقدار ٣ سم ما بين المفضلة وغير المفضلة، ولصالح المفضلة ذات الانحراف الأقل. كذلك الأمر كان هناك فرق بالانحراف بين الجانب المفضل وغير المفضل بمقدار ٢,٥ سم لصالح المفضلة ذات الانحراف الأقل، إذ يرى الباحثون أن هذا الأمر يعود إلى زيادة قوة الرجل المفضلة عن غير المفضلة، وإن كان الفرق غير دال إحصائيا، إذ يلاحظ أنه كلما زادت الشدة زاد الانحراف.

كما يمكن إضافة تحليل حركي كالتالي: قيم الزوايا مرتبطة بمقادير القوى العضلية والانقباض الذي يحدث للعضلات العاملة على المفاصل، التي كان هناك تقارب في قيمتها، والتي تظهر في النهاية مقادير التغيير الزاوي لكل مفصل، ومن هنا لم يكن هناك أي تغير في هذه القيم، في حين أن المسافات مرتبطة بالسرعة والزمن، التي تتغير طبقا لمتغير الشدة ٥٠٪، ٧٠٪، ٩٠٪ و ١٠٠٪، وعليه ظهر انحراف في المسافات بالشدة العالية، وهذا يدل على اختلاف في السرعة لحركة المفاصل أثناء زيادة الشدة.

للإجابة عن تساؤل الدراسة الثاني والذي ينص على: هل يوجد فروق في قيم المتغيرات الكينماتية (زوايا الظهر، الحوض، الركبة والكاحل، ذراع العزم لمفصل الركبة ومفصل الحوض، ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول، ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، إزاحة مفصل الركبة، انحراف البار الحديدي أثناء النزول والصعود) بين الجانب المفضل وغير المفضل لدى لاعبي المنتخب الوطني الاردني تبعاً لمتغير الشدة مختلفة؟

استخدم الباحثون اختبار (ت) للمجموعات المستقلة Independent Samples T Test للمتغيرات التي كانت ضمن التوزيع الطبيعي، والجدول (٣) يوضح ذلك. واختبار ويلكوكسون للمتغيرات التي لا تتبع التوزيع الطبيعي والجدول (٤) يوضح ذلك.

جدول (٣): نتائج اختبار (ت) للمجموعات المستقلة Independent Samples T Test تبعاً لمتغير الشدة

متغير الشدة	المتغيرات	الجهة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى الدلالة
٠,٠٠٣*	ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول	مفضلة	٨٣,٣٦	٧,٣٥	
		غير مفضلة	٧٩,٢١	٧,٥٠	
٠,٠٥٣	ذراع العزم على مفصل الحوض	مفضلة	٢٦,٢٥	٥,٧٢	
		غير مفضلة	٣٠,٨٣	٦,١٣	
٠,٣٣٧	ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول	مفضلة	٣٧,٩٥	٦,٠٩	
		غير مفضلة	٣٨,٨٠	٤,٩٦	
٠,٠٦٤	ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول	مفضلة	٨٤,٣٧	٨,٨٦	
		غير مفضلة	٨٠,٦٥	٨,٨٥	
٠,٠٤٥*	ذراع العزم على مفصل الحوض	مفضلة	٢٥,٤٠	٣,٨٥	
		غير مفضلة	٢٩,٨٠	٧,٠٧	
٠,٠٢٥*	ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول	مفضلة	٣٧,٦٨	٦,٣٩	
		غير مفضلة	٣٩,٥٣	٦,٠٨	
٠,٢٤٥	ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول	مفضلة	٨٥,٥٣	٨,٩٧	
		غير مفضلة	٨٢,٨٩	١٠,١٦	
٠,٠٢٩*	ذراع العزم على مفصل الحوض	مفضلة	٢٦,٠٩	٤,٤٢	
		غير مفضلة	٣٠,٢٣	٥,٧٠	
٠,٠٦٤	ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول	مفضلة	٤٠,٧٦	٥,٣٩	
		غير مفضلة	٤٢,١٣	٥,٨٨	
٠,١٢٢	ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول	مفضلة	٨٧,٩٢	٧,٩١	
		غير مفضلة	٨٣,٥٢	١٠,٢٣	
٠,١١٨	ذراع العزم على مفصل الحوض	مفضلة	٢٦,٧٩	٥,٤١	
		غير مفضلة	٢٩,٧٨	٦,٦٦	

1RM

٠,١٨٦	٥,٩٤	٤١,٤٠	مفضلة	ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول
	٥,٦٦	٤٢,٨٧	غير مفضلة	

جدول (٤): نتائج اختبار وويلكوكسون لمقارنة بعض المتغيرات الكينماتيكية في تمرين السكوات بين الرجل المفضلة وغير المفضلة تبعاً لكل شدة تبعاً لمتغير الشدة

متغير الشدة	المتغيرات	إشارة الرتبة	متوسط الرتب	العدد	مستوى الدلالة
٥٠٪	أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء النزول	سالبة	٦,٦٧	٣	٠,٠٧٥
		موجبة	٧,١٠	١٠	
	أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء الصعود	سالبة	٦,٥٠	٤	٠,٣٠٨
		موجبة	٦,٥٠	٨	
	ذراع العزم على مفصل الركبة	سالبة	٩,٦١	٩	٠,١٣٢
		موجبة	٥,٥٨	٦	
٧٠٪	دخول أو خروج مفصل الركبة	سالبة	٤,٦٧	٣	٠,٥٧٣
		موجبة	٤,٤٠	٥	
	أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء النزول	سالبة	٧,٤٢	٦	٠,٦١٥
		موجبة	٧,٥٦	٨	
	أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء الصعود	سالبة	٦,٦٠	٥	٠,٢٢١
		موجبة	٨,٠٠	٩	
٩٠٪	ذراع العزم على مفصل الركبة	سالبة	٧,٦٤	١١	٠,٠٤٨
		موجبة	٧,٠٠	٣	
	دخول أو خروج مفصل الركبة	سالبة	٦,١٣	٤	٠,٤٤٦
		موجبة	٥,٩٣	٧	
	أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء النزول	سالبة	٥,١٧	٦	٠,١٠٠
		موجبة	٩,٨٩	٩	
٩٠٪	أقصى انحراف للبار الحديدي أثناء الصعود	سالبة	٦,٥٠	٤	٠,٠٩٦
		موجبة	٩,٨٩	٩	

موجبة	٧,٩٠	١٠	
سالبة	٨,٧٣	١١	* ٠,٠٤١
موجبة	٦,٠٠	٤	
سالبة	٥,٥٠	٦	١,٠٠٠
موجبة	٦,٦٠	٥	
سالبة	٩,٢٥	٤	٠,١٩١
موجبة	٧,٥٥	١١	
سالبة	٧,٦٠	٥	٠,٣٦٣
موجبة	٧,٤٤	٩	
سالبة	٠,٠٠	٠	* ٠,٠٠١
موجبة	٨,٠٠	١٥	
سالبة	٥,٥٠	٨	٠,٥٩٠
موجبة	١٠,١٧	٦	

IRM

إذ يتضح من الجدول (٣) وجود فروق إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعاً لمتغير الشدة في متغير (ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول عند شدة ٥٠٪)، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذا المتغير أقل من القيمة ٠,٠٥، وقد كانت هذه الفروق بأفضلية الرجل (غير المفضلة) صاحبة المتوسط الحسابي الأقل. كما توجد فروق دالة إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعاً لمتغير الشدة في متغير (ذراع العزم على مفصل الحوض عند شدة ٧٠٪ وعند شدة ٩٠٪)، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذا المتغير أقل من القيمة ٠,٠٥. وقد كانت هذه الفروق بأفضلية الرجل (غير المفضلة) صاحبة المتوسط الحسابي الأعلى. كذلك توجد فروق دالة إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعاً لمتغير الشدة (في متغير ارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول عند شدة ٧٠٪)، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذا المتغير أقل من القيمة ٠,٠٥، وقد كانت هذه الفروق بأفضلية الرجل (المفضلة) صاحبة المتوسط الحسابي الأقل، في حين لم تظهر فروق دالة إحصائية بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعاً لمتغير الشدة في بقية المتغيرات، إذ كانت قيمة مستوى الدلالة لهذه المتغيرات أكبر من القيمة ٠,٠٥.

ويرى الباحثون أن هناك دلالات إحصائية في بعض المتغيرات للشدد أقل من ١٠٠٪، ومن الملاحظ من الأداء التكنيكي لهذه الشدة يكون هناك تزامن للقوى معاً من جميع المجموعات العضلية المؤدية لتمارين السكوات، إذ إن قيم القوى كانت عالية للتغلب على هذه الشدة، وبالتالي لم يكن هناك فروق ذات دلالة بين المتغيرات قيد هذه الدراسة باستثناء متغير ذراع العزم على مفصل الركبة على الرجل غير المفضلة؛ لأن كمية من القوى المنتجة تكون أعلى لو كان ذراع العزم أقل على مفصل الركبة نسبة إلى ذراع العزم على مفصل الحوض. كذلك يشير اختلاف ارتفاع البار الحديدي وارتفاع مفصل الحوض بين الجهتين المفضلة وغير المفضلة إلى خلل بالتكنيك أو بتوازن القوى نوعاً ما، أو من مكان الارتكاز أسفل البار الحديدي.

أما عن اختلاف طول ذراع العزم على مفصل الحوض، فيرى الباحثون أنه كلما زاد ذراع العزم على مفصل الحوض، واستمرت حركة البار فوق مشط القدم كان أفضل، بسبب إشراك سلسلة العضلات الخلفية بالعمل مع العضلات الأخرى، وكما هو معروف أن الحجم العضلي لهذه السلسلة كبير، ولها قوة كبيرة، وهو ما يتوافق مع ما أشار له كل من (Horschig et

(Rippetoe et al., 2017 ; al., 2019). وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (عطيات والقرعان، ٢٠٠٧) والتي أظهرت أن هناك أثراً واضحاً لاختلاف الشدة المستخدمة في الأداء في جميع المتغيرات الميكانيكية قيد الدراسة. وتتفق نتيجة عدم وجود فروق في معظم المتغيرات مع دراسة (عطيات والقرعان، ٢٠٠٧)، إذ خلصت الدراسة إلى عدم وجود أثر واضح نتيجة اختلاف الشدة المستخدمة في الأداء في المتغيرات الميكانيكية نتيجة للخاصية الفنية التي يؤدي بها التمرين.

في حين تشير نتائج الجدول (٤) إلى مقارنة بعض المتغيرات الميكانيكية في السكوات بين الرجلين المفضلة وغير المفضلة تبعا لكل شدة، وباستعراض قيم مستويات الدلالة في الشدّد المختلفة يتبين أن جميعها كانت أكبر من ٠,٠٥، مما يعني عدم جوهرية وأهمية الفروق في قيم هذه المتغيرات بين الرجلين، باستثناء قيمة مستوى الدلالة المحسوبة لمتغير ذراع العزم على مفصل الركبة في الشدة ٧٠٪ بلغت (٠,٠٤٨)، وفي مستوى الشدة ٩٠٪ بلغت (٠,٠٤١) لنفس المتغير، كذلك بلغت قيمة مستوى الدلالة (٠,٠٠١) لذات المتغير في الشدة ١٠٠٪، ومن خلال هذه النتيجة تبين وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الرجلين في متغير ذراع العزم على مفصل الركبة في الشدّد الثلاثة ٧٠٪ و ٩٠٪ و ١٠٠٪، ويرى الباحثون أنه كلما قل طول ذراع العزم على مفصل الركبة، وبقي مسار البار الحديدي فوق مشط القدم كان أفضل، إذ يؤدي ذلك إلى زيادة طول ذراع العزم على مفصل الحوض، مما يسمح لسلسلة العضلات الخلفية بالعمل بشكل أفضل، ويزيد من قدرة الجسم على إشراك مجموعات عضلية أكبر ومنها العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية وبالتالي يتحسن توازن القوى بين العضلات العاملة على مفصل الركبة، ويتحسن الأداء البدني والمهاري وتقل نسبة حدوث الإصابة، وهذا ما يتفق مع دراسة (Sasaki et al., ٢٠٠٨) التي أشارت أن مفصل الحوض من الخلف تعمل عليه عضلات الفخذ الخلفية والعضلات الألوّية العظمى، ومن الأمام عضلات أسفل البطن، والعضلة المستقيمة الفخذية، والعضلات الحرقفية الخصري، ولذلك يجب تقوية هذه العضلات لأنها مهمة جدا في حركة هذا المفصل، ويعتمد عليها حركة الطرف السفلي للجسم. وذكر باحثون آخرون أن عضلات الحوض الأساسية التي تشارك خلال السكوات هي العضلة الألوّية العظمى والعضلة ثنائية الرؤوس الفخذية، فالعضلة الألوّية لها قوة هائلة على مفصل الحوض، إذ تعمل خلال الانقباض التطويلي بالتحكم في النزول بالسكوات، وبشكل متناسق للتغلب على المقاومة الخارجية عند الصعود، نظرا لارتباطها مع رباط (Tibia Band)، والمسؤول عن شد الركبة للخارج عند النزول بالسكوات، ويُعتقد أن العضلة الألوّية عن طريق (Tibia Band) تلعب دورا في تثبيت الركبة والحوض أثناء السكوات (Stoppani, 2006).

حيث يتأثر تنشيط العضلة الألوّية بدرجة كبيرة بعمق السكوات، إذ أفاد (Smith & Lehmkuhl, 1996) أنه رغم متوسط نشاط القوة في العضلة الألوّية، لم يكن مختلفا بشكل كبير في كل من السكوات الجزئي (١٦,٩٢ ± ٨,٧٨٪) والسكوات الموازي للأرض (٢٨,٠٠ ± ١٠,٢٩٪)، فقد زاد بشكل كبير خلال السكوات الكامل (٣٥,٤٧ ± ١,٤٥٪). وينطبق هذا أيضا على قيم أقصى قوة، والتي أظهرت نشاطا أكبر بكثير أثناء أداء السكوات الكامل مقارنة بعمق النزول الأقل. (Caterisano et al., 2002)

لقد ثبت أن العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية تكون نشطة بشكل متوسط أثناء أداء السكوات، إذ تنتج ما يقرب من نصف مقدار نشاط (EMG) (Dionisio et al., 2008). نظرا لأن العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية تعمل على مد مفصل الحوض وثنى مفصل الركبة، فإن طولها يظل ثابتا إلى حد ما خلال الأداء، مما يسمح بإنتاج قوة ثابتة إلى حد ما، لقد ثبت أن نشاط العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية الأقصى يحدث في أية زاوية بين ١٠ و ٧٠ درجة من الثني، مع إنتاج العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية القسم الوحشي نشاطا أكبر من القسم الأنسي (Caterisano et al., 2002)، على عكس العضلة الألوّية، لا يبدو أن عمق السكوات له أي تأثير على مقدار اشتراك العضلة ثنائية الرؤوس الفخذية في العمل، مع اختلاف طفيف في مقدار أقصى انقباض، وعزم الدوران بين السكوات الجزئي، والسكوات الموازي والسكوات الكامل.

كما يرى الباحثون أن القيم التي ظهرت فيها دلالة كانت جلية عند شدة ٧٠٪، تعود إلى الأسباب الآتية:

- التكنيك مهاري: إذ إن مستوى الشدة والمرتبطة ببداية الشدة العالية، الذي يعتقد الباحثون أن العينة لم تبذل قيم القوة المطلوبة بشكل خاص عند الوصول إلى أقصى نزول.

- مقادير القوة: عدم تناسب مقادير القوى المنتجة للعضلات المتقابلة، وبخاصة عند الوصول إلى أقصى نزول وبداية الصعود، والذي يتطلب تغير نوعية الانقباض العضلي - من تطويلي إلى تقصيري - مباشرة، والذي ظهر عند شدة ٧٠٪ في ذراع العزم لمفصل الحوض، وارتفاع مفصل الحوض عند أقصى نزول، كذلك ارتفاع البار الحديدي عند أقصى نزول بشدة ٥٠٪، وقد يعزى ذلك إلى ضعف التكنيك عند اللحظة الحرجة -أقصى نزول بالسكوات- التي

تتطلب تقنيةا عاليا لنقل القوة، وعكس الاتجاه الحركي من النزول الى الصعود، والانقباض العضلي من تطويلي الى تقصيري، ويمكن أن يكون هناك ضعف في رد الفعل المطي والمرتببط بالمتحسسات العصبية المسؤولة عن الانقباض العضلي المنعكس.

ويرى الباحثون من خلال خبرتهم بالتدريب الرياضي والعمل العضلي أن تمرين السكوات مهم جدا للتخفيف والوقاية من آلام الركبتين، وأن أغلب الإصابات قد تحدث بسبب اختلال التوازن بمقادير مجاميع القوى للمجموعات العضلية العاملة، وبخاصة المتقابلة منها أو عدم اتباع مبادئ التخطيط الجيد للتدريب، كما يرى الباحث من خلال مشاهداته التدريبية عند أداء السكوات من قبل المتدربين وبخاصة المبتدئين منهم ومراقبة ذلك الأداء وفق (التكنيكات) الفنية المتبعة بأن هناك أخطاء تكنيكية في الأداء الفني للتمرين، وإذا ما قدر لنا تحليل الأداء ومعرفة السبب وتشخيص الخلل، قد نجد أن اختلال توازن قوى المجموعات العضلية العاملة، أو عدم التدرج بتعليم وتدريب السكوات بوزن الجسم للوصول إلى القاع، ثم إضافة الأوزان تبعا لمبادئ التدريب الرياضي السليم هي سبب الضعف. حيث أصبح السكوات يستخدم بشكل متزايد في تمارين العلاج الطبيعي كوسيلة لتقوية عضلات الطرف السفلي من الجسم بعد الإصابات المفصالية والعضلية، كما يتم استخدامه على نطاق واسع لعلاج عدد كبير من الإصابات الرياضية، كالتهايات الأربطة، واستبدال مفصل الركبة، وعدم استقرار الكاحل (Dahlkvist, et al. 2008).

٧,١ الاستنتاجات

في ضوء نتائج الدراسة يمكن استنتاج الآتي:

١. أداء عينة الدراسة في تمرين السكوات يشوبه بعض نقاط الضعف.
٢. هناك تفاوت في قيم بعض المتغيرات بين الجانب المفضل وغير المفضل لدى أفراد العينة.

٨. التوصيات

١. ضرورة أن يتضمن الإعداد البدني بكل مراحل أداء تمرين السكوات، لما له من أثر كبير في تطوير القوة بالجزء السفلي من الجسم، وكذلك توازن العمل العضلي.
٢. ضرورة مراعاة التكنيك الصحيح لمسار البار الحديدي خلال النزول والصعود بالسكوات، إذ يكون فوق مشط القدم ويبقى ثابتا.
٣. ضرورة عقد محاضرات تدريبية للمدربين واللاعبين عن الأداء الفني للسكوات، وطرق تعليمه وتدريبه.
٤. عمل دراسات مشابهة تتناول السكوات الامامي.

بيان تضارب المصالح

يقر جميع المؤلفين أنه ليس لديهم أي تضارب في المصالح.

المراجع

- حسن، زكي محمد. (٢٠٠٤). *تطبيقات علم الحركة في النشاط الرياضي*. كلية التربية الرياضية للبنين بأبي قير، جامعة الإسكندرية، المكتبة المصرية.
- عطيات، خالد، والقرعان، محمد لطفي. (٢٠٠٧). التحليل الكينماتيكي لأداء تمرين السكوات الحر واستخدام جهاز سميث. *دراسات، العلوم التربوية*، ٣٤، ٦٠٧-٥٨٨.

References

- 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, 33-43.

- 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, 1328-1333.
- Blazevich, A. (2010). *Sports biomechanics: The basics: Optimizing human performance* (2nd ed.). A&C Black.
- Cartwright, L., & Kimberly, S. (2019). *Fundamentals of athletic training*. Human Kinetics.
- Caterisano, A., Moss, R. F., Pellingier, T. K., Woodruff, K., Lewis, V. C., Booth, W., & Khadra, T. (2002). The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 428-432.
- Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, N. T., & McBride, J. M. (2007). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 340-349.
- Dahlkvist, N. J., Mayo, P., & Seedhom, B. B. (2008). Forces during squatting and rising from a deep squat. *Engineering in Medicine*, 11, 69-76.
- Diaz, C., Gonzales, A., Isaza, S., & Orjuela-Canon, A. (2019). A biomechanical analysis of free squat exercise employing self-organizing maps. *2019 IEEE Colombian Conference on Applications in Computational Intelligence (ColCACI)*. <https://doi.org/10.1109/ColCACI.2019.8781991>
- Diggin, D., O'Regan, C., Whelan, N., & Daly, S. (2011). A biomechanical analysis of front versus back squat: Injury implications. *Portuguese Journal of Sports Sciences*, 11(2), 643-646.
- Dionisio, V. C., Almeida, G. L., Duarte, M., & Hirata, R. P. (2008). Kinematic, kinetic, and EMG patterns during downward squatting. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18, 134-143.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Lander, J. E., Barrentine, S. W., Andrews, J. R., Bergemann, B. W., & Moorman, C. T. (2001). Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1552-1566.
- Eugen, Loki. (2020). Concrete Pheasyque training e-book. Pheasyque® (@Pheasyque) Instagram photos and videos. Retrieved from <http://www.pheasyque.com/bodyweight-workouts>
- Fry, A. C., Smith, J. C., & Schilling, B. K. (2003). Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 629-633.
- Gawda, P., Ginszt, M., Zawadka, M., Skublewska-Paszkowska, M., Smółka, J., Łukasik, E., & Majcher, P. (2019). Bioelectrical activity of vastus medialis and rectus femoris muscles in recreational runners with anterior knee pain. *Journal of Human Kinetics*, 66, 81-88.
- 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. Retrieved from <https://squatuniversity.com/2019/04/05/the-lifters-guide-to-elbow-pain/>
- Lee, S., Moon, Y. J., & Eun, S. D. (2011). The kinematic differences and distribution of joint loads according to squat type. *Korean Journal of Sport Science*, 22, 1674-1684.

-
- Rippetoe, M., Bradford, S. E., & Wichita Falls, S. (2017). *Starting strength: Basic barbell training* (3rd ed.). Aasgaard Company.
- Sasaki, M., Horio, H., Wakasa, M., Uemura, S., & Osawa, Y. (2008). Influence of quadriceps femoris fatigue on low back load during lifting of loads at different distances from the toes. *Journal of Physical Therapy Science*, 20, 81-89.
- Sato, K., Fortenbaugh, D., & Hydock, D. S. (2012). Kinematic changes using weightlifting shoes on barbell back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 28-33.
- Schoenfield, B. J. (2010). Squatting kinematics, kinetics, and their application to exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 3497-3506.
- Smith, L. K., Weiss, E. L., & Lehmkuhl, L. D. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology* (5th ed.). F.A. Davis Company.
- Stoppani, J. (2006). *Encyclopedia of muscle and strength*. Human Kinetics Publishers.
- Tagesson, S., Oberg, B., Good, L., & Kvist, J. (2008). A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: A randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *The American Journal of Sports Medicine*, 36, 298-307.
- Toutoungii, 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, 176-187.