الاستراتيجيات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس بين الأشخاص الاصحاء و من لديهم آلام اسفل الظهر لدى لاعبى لعبة التنس

د. محمد بدر حسن
د. عبدالله عبدالعزيز اكبر
د. طه عبدالرحمن الجاسر
د. محمد فيصل القطان

المقدمة ومشكلة البحث:

الانتقال من وضع الجلوس الى الوقوف هي حركة مهمة تتكرر حتى ٦٠ مرة في اليوم (Vaughan-Graham, et al., 2019). تعتبر هذه الحركة وظيفة بدائية تؤدى و تساعد على قدرات أخرى مثل التوازن و المشي (Hanawa, Jeyasurya et al., 2013; Vaughan-Graham, et al., 2019; 2017). و يعتبر اداء الوقوف من وضع الجلوس حركة شاقة تتطلب التناسق و التناغم بين المكونات الحسية و الحركية التي من شأنها التحكم في وضع الجسم في الاتجاهين الرأسي و الأفقي (Jeyasurya et al., 2013; Caruthers et al., 2016). و هي حركة تكتسب و تتطور قبل المشي عند الأطفال و تعتبر من اهم خطوات عملية التطوير في حركة الأطفال (Hanawa, 2017; Suriyaamarit, 2019). كذلك عدم القدرة على الوقوف من الجلوس بشكل كامل يؤدي الى إضعاف أجزاء الجسم المسؤولة عن أداء الحركة عند كبار السن و ينتج عنه نقص في وظائف أخرى (Vaughan-Graham, et al., 2019; Janssen, Bussmann & Stam, 2002). فالوقوف من الجلوس يضع حملا أعلى من المشي و صعود السلالم على المفاصل و العضلات و الجهاز العصبي (Vaughan-Graham, et al., 2019). و يمكن ان تؤثر الأمراض المختلفة، مثل آلام أسفل الظهر، على هذه الحركة الأساسية و البسيطة و تخلق صعوبات في الحياة اليومية. فتصبح حركة الوقوف من الجلوس مهمة شاقة عندما تقترن بألم أسفل الظهر (Ippersiel, Robbins & Preuss, 2018).

تم تحليل حركة الوقوف من الجلوس من النواحي الكينيماتيكية و الكيناتيكية باستخدام أدوات مثل قياس الزوايا، لوحات القوة، الفيديو، التخطيط الكهربائي للعضلات، و الإلكترونيات الضوئية و قياس التسارع (Janssen, Bussmann & Stam, 2002). كما بينت الدراسات السابقة بأنه كانت هناك مجموعة متنوعة من المتغيرات المؤثرة التي تم تحليلها و التي تؤثر على نجاح حركة الوقوف من الجلوس، مثل ارتفاع الكرسي الذي اظهر تأثيرا كبيرا على تغيير و اختلاف عزم دوران ثني الركبة و بالمثل اثرت على عزم دوران للجذع (Janssen, Bussmann & Stam, 2002; Alexander, et al., 2001). في دراسة أخرى، أظهرت ان التغيير في المسافة بين القدمين تؤثر في انثناء الورك (مفصل الحوض) وسرعة انثناءه عند تحريكه و وضعه في الخلف (Janssen, Bussmann & Stam, 2002). تم تحليل حركة الوقوف من الجلوس باستخدام أجهزة و أدوات مختلفة، ولكن النتائج اظهر عدم إيجابيتها / ملاءمتها؛ مع ذلك فان النتائج تغير من أداء الحركات في الشكل المطلوب و الذي يهدف الى دراسته المعالجون / المختصون (Jeyasurya et al., 2013).

هناك طريقة أخرى مطبقة لتقييم حركة الوقوف من الجلوس وهي استخدام المؤشرات الزمنية، وبشكل أكثر تحديدًا استخدام ٥ أحداث (مواقع تحدد اثناء الحركة) مع ٤ مراحل لوصف حركة الوقوف من الجلوس (Hanawa, 2017; Caruthers, et al., 2016; Suriyaamarit, 2019; Janssen, Bussmann & Stam, 2002; Schenkman, 1996; Riley,1991). تبدأ المرحلة الاولى بالحركة الأولية للجزء العلوي من الجسم في اتجاه أمامي وتنتهي بعد أن تبدأ الأرداف مباشرة في الارتفاع عن سطح الكرسي؛ وتُعرف بمرحلة الانثناء. ثم تبدأ المرحلة الثانية بعد ترك الارداف سطح الكرسي وتنتهي عند الوصول إلى أقصى انثناء للكاحل؛ وهي مرحلة تحويل الزخم (كمية القوى الدافعة). وبعدها تبدأ المرحلة الثالثة بعد انثناء الكاحل الى أقصى حد وتنتهي عندما يحدث التمدد الكامل للورك؛

المعروفة باسم مرحلة التمديد. و في الأخير تبدأ المرحلة الرابعة بعد أن يحدث تمديد الورك في البداية الى ان يأخذ الجسم وضعه الكامل في الوقوف؛ تُعرف باسم مرحلة التوازن. أظهرت تأثيرات العوامل الخارجية مثل ارتفاع الكرسي والليونة الخاصة بسطحه وطريقة تكوين الكرسي وأوضاع الجسم أنها تغير الخصائص الميكانيكية للمراحل الأربعة خلال حركة الوقوف من الجلوس (Bussmann & Stam, 2002; Schenkman, 1996; Riley,1991).

تمت دراسة طرق متعددة و مختلفة على كيفية تأثير التغيير في أداء حركة الوقوف من الجلوس على المتغيرات الكينماتيكية و الكيناتيكية في أشكال مختلفة. تبين في الدراسات السابقة ان المحرك الأساسي أثناء حركة الوقوف من الجلوس هو عضلات الجزء السفلي من الجسم. عضلات الفخذ الرباعية، وعظم الفخذ المستقيمة، والأرداف، والسمانة الداخلية والخارجية، وعضلات القصبة الأمامية (الساق) (Caruthers, et al., 2016). كذلك أظهرت نتائج حركة العضلات في أداء الوقوف من الجلوس أنه عند حدوث ضعف في العضلات الرئيسية للحركة، يتم إكمال الوقوف من الجلوس عن طريق تغيير تنسيق الحركة حول المفاصل كآلية تعويضية للضعف (Greve, 2019; Roldan-Jimenez, 2019). حتى الامراض التي تصيب الانسان اثتت انا تؤثر على أداء الحركة لجسم الانسان. فقد تسبب السكتة الدماغية اختلافات ومحدودية في توظيف العضلات لاداء حركة الجسم، مما يؤثر على تنسيق الجهاز العضلي لأداء مهام معقدة مثل الوقوف من الجلوس، والتي تسبب عدم الاستقرار وتتحدى الحفاظ على وضع الجسم اثناء الحركة (Vaughan-Graham, et al., 2019). في دراسات آلام أسفل الظهر السابقة، تبين أن زوايا المفاصل انخفضت أثناء الوقوف من الجلوس كتكيف وقائي من الألم جنبا إلى جنب مع زيادة التباين بين محاولات اداء الحركة (Ippersiel, Robbins & Preuss, 2018). وأشارت الدراسات السابقة أيضا إلى أن آلام أسفل الظهر تتسبب في تغيير حركة الوقوف من الجلوس مع

حدوث معظم التغييرات في المراحل الأولى من الحركة (Ippersiel, Robbins & Preuss, 2018). وكذلك تبين ان تغيير السرعة وزوايا انثناء الجذع يؤدي إلى انخفاض قوة الدفع للجسم، وهي استراتيجية وظيفية ضرورية عند إكمال حركة الوقوف من الجلوس بنجاح (Alexander, et al., 2001). القدرة على إنتاج قوة دافعة للجزء العلوي من الجسم في إستراتيجية الوقوف من الجلوس تظهر عند وجود مشاكل وظيفية، وبالتالي فإن القوة الدافعة هي عامل مهم في إكمال الوقوف من الجلوس بنجاح (Alexander, et al., 2001). ويظهر هذا أيضًا في أنشطة أخرى مثل الجري، فيجب دفع الجسم عن طريق الدفع وليس تحريكه في اتجاه الامام (Scarborough, 2007).

مشكلة البحث:

تعتبر ألام أسفل الظهر من المشاكل المؤرقة للناس بشكل عام خصوصا و انها مرتبطة بحركات أساسية للحياة اليومية كحركة الوقوف من الجلوس. ومن الملاحظ أن مجتمع الدراسة يعتبر مجتمعا كبيرا في العدد في دولة الكويت وعلى الجميع أن يعرف المتغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس لتفادي ألام أسفل الظهر. ومع كثرة عددهم في الكويت ، فان الكثير منهم يعاني من التعرض لآلام في أجزاء أخرى من الجسم و ذلك بسبب ما تحتاجه حركة الوقوف من الجلوس من متطلبات أثناء أداء الحركة الخاصة بها لتفادي آلام أسفل الظهر. فمتطلبات كل جسم (حسب شكل الجسم) تحتاج الى تحركات ميكانيكية خاصه به و كذلك حسب طريقة و شكل الجلوس فان لهذه العوامل تأثيرات قد تكون سلبية على أطراف الجسم العلوية والسفلية و قد تكون سببا في تعريض مفاصل الجسم الى ضغوط هي في عنا عنها.

أهمية الدراسة :

- نظرًا لوجود معلومات محدودة حول عملية إستراتيجية الحركة الميكانيكية في الوقوف من الجلوس (Scarborough, 2007)، فإن الغرض الأساسي من هذه الدراسة هو إنشاء نمط

معياري زمني متسلسل لحركة الوقوف من الجلوس على مجموعة من فئة الشباب الذين يتمتعون بصحة جيدة.

- إجراء مزيد من التحقق في التغييرات التي تحدث مع أمراض آلام أسفل الظهر المبلغ عنها ذاتيًا من قبل المشاركين في عينة الدراسة.
- النظر فيما إذا كانت هناك اختلافات زمنية بين المجموعات، تعتبر القوة الدافعة الخطية والعمودية عاملاً مساهماً في التغييرات داخل المراحل الزمنية لحركة الوقوف من الجلوس.

هدف البحث :

يهدف البحث الى التعرف على الاستراتيجيات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس لدى الاشخاص الاصحاء مقارنة بمن لديهم أًلالم اسفل الظهر لدى لاعبى التنس الارضى من خلال:-

- التعرف على النمط المعيارى الزمنى المتسلسل لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب الاصحاء الممارسين لرياضة التنس الارضى .
- التعرف على التغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر الممارسين لرياضة التنس الارضى .
- التعرف على الاختلافات فى المتغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس ما بين فئة الشباب الاصحاء وفئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر والممارسين لرياضة التنس الارضى .

تساؤلات وفروض البحث :

- ما النمط المعياري الزمنى المتسلسل لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب الاصحاء الممارسين لرياضة التنس الأرضي .

- ما التغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر الممارسين لرياضة التنس الأرضي .
- هل توجد فروق في مقادير المتغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس ما بين فئة الشباب الاصحاء وفئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر والممارسين لرياضة التنس الأرضي.

منهجية البحث:

مجتمع البحث:

تمثل مجتمع البحث في منتسبي رياضة التنس في دولة الكويت وتتراوح أعمارهم بين ١٧ و ٣٠ سنه، وعددهم (٣٥) مشاركا من الذكور.

عينة البحث:

تم فحص ٣٥ مشاركا (ذكور) من منتسبي رياضة التنس في دولة الكويت كعينة ملائمة للبحث تتراوح أعمارهم بين ١٧ و ٣٠ سنه. أكمل المشاركون نموذج الموافقة وتم شرح تفاصيل الدراسة لهم. تم استبعاد المشاركين الذين يعانون من أي أمراض أو مشاكل أخرى من شأنها أن تعيق إكمال حركة الوقوف من الجلوس بشكل ناجح. المشاركون الذين تم اعتبارهم قادرين على إكمال مهمة الوقوف من الجلوس تم إعطاؤهم مقياسًا بصريًا تمثيليًا لمقياس Wong–Pain (٠: لا شيء إلى ١٠: كحد أقصى) للإشارة إلى شدة آلام الظهر المبلغ عنها ذاتيًا. تم وضع المشاركين الذين أبلغوا عن عدم وجود ألم في المجموعة السليمة (ن = ٢٠) وتم وضع المشاركين الذين حصلوا على درجة أكبر من ٠ في مجموعة الألم (ن = ١٥). لقد أظهر المقياس التناظري البصري Wong–Baker في البحث الحالي أن له صلاحية عالية متزامنة وأيضًا يحدد بشكل مناسب الألم المبلغ عنه ذاتيًا في الفحوصات السريرية. وكانت القياسات لمجموعة الألم والمجموعة السليمة كما هو موضح في الجدول رقم (١).

جدول (١)

البيانات الانثروبومترية لمجموعة الألم و المجموعة السليمة

المتغيرات	مجموعة الألم	المجموعة السليمة
معدل الألم	٤.١ ± ١.٩	٠
الوزن (كجم)	٧٤.٥ ± ١٤.٧	٦٢.٥ ± ١٢.٥
الطول (م)	١.٦٧ ± ٠.١٠	١.٦٥ ± ٠.١١

جدول ١: البيانات الانثروبومترية لمجموعة الألم و المجموعة السليمة.

الحالة التجريبية:

تم اعتبار الجلوس المناسب للوقوف على أنها بداية من وضع الجلوس على صندوق بارتفاع ٤٠ سم مع الجزء العلوي من الجسم عموديًا على الأرض والوقوف حتى تصبح الأرجل في وضع الإمتداد الكامل دون استخدام الذراعين للدفع. يمكن أن تتحرك الذراعين بحرية ولكن لا يمكن أن تساعد في إنتاج القوة؛ لم يُسمح لهم بوضع أيديهم على الصندوق أو أجسادهم للمساعدة على الوقوف. لتحقيق هذه الأهداف، طُلب من المشاركين إكمال ثلاث محاولات ناجحة باستخدام صندوق يحاكي ارتفاع المقعد عند ٤٠ سم، وهو ما يمثل متوسط ارتفاع الكرسي في الدراسات السابقة التي تم الاطلاع عليها (Vaughan-Graham, et al., 2019; Schenkman, 1996). طُلب من المشاركين إكمال الوقوف من الجلوس بوتيرتهم المريحة؛ أداء الحركة بشكل طبيعي.

الأجهزة و الأدوات المستخدمة:

استخدم الباحثون جهاز تحليل حركي (Shadow Motion Capture System, Motion Workshop, Friday Harbor, Washington, USA) و الذي يستخدم ١٧ وحدة قياس دقيقة تعمل بالقصور الذاتي (مستشعرات للحركة تعمل على ٣ محاور) موزعة على جسم المشارك في البحث من

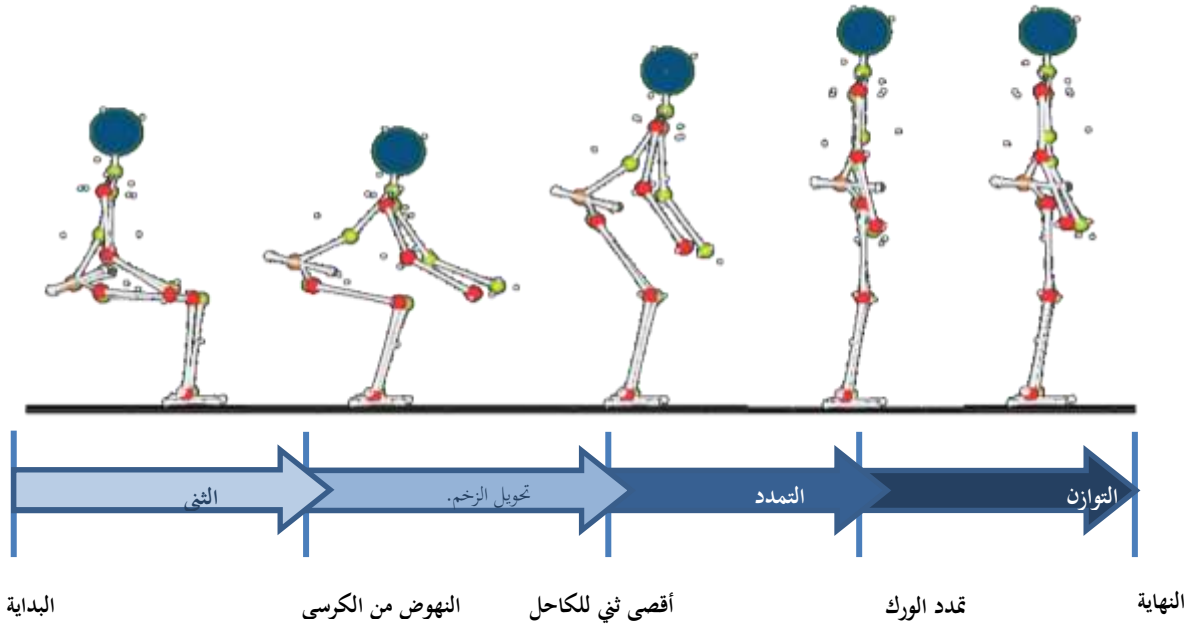
العينة و استخدام ٢ من لوحات القوة (AMTI OR65, Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, Massachusetts, USA) موضوعة جنبا الى جنب لتسمح بأخذ البيانات (ردود الفعل من الأرض) لكل قدم على حدا. تم وضع صندوق بحجم ٤٠ سم * ٤٠ سم * ٤٠ سم خلف لوحي القوة لمحاكاة ارتفاع الكرسي. كانت البرامج المستخدمة للتحليل و المعالجة Mokka (Moveck Solution Inc., Quebec, Canada) و MATLAB (MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, USA).

بروتوكول تجريبي:

طلب من المشارك التغيير إلى ملابس مصنوعة من ألياف لدنة لتقليل تأثير الحركة على الأجهزة المستخدمة على الجسم الناتج عن الملابس الفضفاضة. بمجرد أن يكون المشارك جاهزا والتأكيد عليه شفهيا، تم جمع البيانات لثلاث محاولات للوقوف من الجلوس. أثناء جمع البيانات، إذا اعتبر المشارك أو الباحث أن أداء أحد المحاولات غير مرضية، أعطيت فترة راحة مدتها ثلاثون ثانية قبل أداء إعادة المحاولة لتجنب الإرهاق. خلال أداء المحاولات الثلاث، بدأ المشاركون في وضع القدم في عرض الكتف مع مواجهة القدمين للأمام باختيارهم حسب راحتهم في الحركة و كان عليهم الوقوف حتى تكون ركبتي المشارك في أقصى امتداد تقريبا مما يحافظ على المشارك في وضع الوقوف المريح. تم توفير نسخة مطبوعة من التعليمات للمشارك إذا رغب في ذلك. قبل جمع البيانات، تدرب المشاركون على حركة الوقوف من الجلوس من اجل الراحة والأمان أثناء إكمال أداء المحاولات الثلاثة دون مساعدة. عندما اعتبر المشاركون والباحثون أداء التكنيك مناسب، أكملوا أداء ثلاث محاولات بعد التحضير لجمع البيانات. و تم استخدام ١٧ جهاز استشعار للحركة لتحديد أجزاء الجسم.

معالجة البيانات و تحليلها:

تم استخدام برنامج MATLAB لمعالجة و تحليل حركة الوقوف من الجلوس لكل محاولة. للتحليل، تم تقسيم الجسم على أنه مقسم إلى مجموعتين تبدأ بمجموعة الجزء السفلي من الجسم، و التي تشمل كل من القدمين و الساقين و الفخذين و الحوض. و تم تعريف مجموعة الجزء العلوي من الجسم على أنها الذراعين و اليدين و البطن و الصدر و أخيرا الجزء الخاص بالرأس. تم اختيار وضع مستشعرات الحركة حسب قدرتها على تقدير و تحديد مراكز مفاصل الجسم. يوضح الشكل ١ تمثيلا مرئيا لمواقع احداث للحركة معينه اثناء أداء حركة الوقوف من الجلوس.



شكل ١: تبدأ المراحل الأربعة للوقف من الجلوس من الثني، ثم تتابع بمرحلة نقل الزخم التي تؤدي إلى مرحلة التمدد. و تنتهي الحركة بمرحلة التوازن.

تم التعرف تلقائيا على مواقع الأحداث الأربعة لكل محاولة باستخدام المتغيرات الكينماتيكية و الكيناتيكية. لبدء حركة الوقوف من الجلوس (الحدث الأول)، تم اختيار البداية عندما كانت سرعة الجزء العلوي من الجسم أكبر من ٠.٠١ م/ث. الحدث الثاني، كان عند النهوض و الإرتفاع من الصندوق الذي يتزامن مع لحظة أقصى سرعة موجبة (+ حركة للأمام / – حركة للخلف) للجزء العلوي من الجسم على المحور

السهمي. و تم تعريف الجزء العلوي من الجسم على أنه الرأس و الذراعين و الصدر و الجذع. تم تحديد الحدث الثالث على أنه الحد الأدنى للزاوية بين الساق و القدم على المستوى الجانبي (< ٠Ø° فرد الكاحل / > ٠Ø° ثني الكاحل). و يكون الحدث الثالث عندما يصل الورك في البدء بالتمدد؛ في هذه الحالة يشار إليها بالزاوية بين الفخذ و الجذع. و يكون تحديد الحدث الأخير عندما تشير قوة رد الفعل من الأرض إلى الحد الأدنى من تأثير وضع الجسم؛ عند تحقيق التوازن (تسارع الجزء العلوي من الجسم < ٠.٠٠١ م/ث²). أما بالنسبة إلى المراحل، فالمرحلة الأولية هي التي تحدث بين بداية الحركة و بداية الإرتفاع و التي تمت الإشارة إليها على أنها مرحلة الانثناء. بين زاوية الإرتفاع و الحد الأدنى للزاوية بين الساق و القدم كانت مرحلة نقل قوة الدفع. ثم بين أدنى زاوية للساق و القدم و زاوية تمدد الورك الأولية كانت مرحلة التمدد. وكان الحدث الأخير عندما كان تأثير وضع الجسم أقل من الحد الأدنى من تأثير وضع الجسم المحدد مسبقا و المعرف بأنه حركة مركز كتلة الجسم على طول المحور السهمي؛ تحقيق التوازن و بالتالي تعرف بمرحلة التوازن. تم بعد ذلك مساواة جميع المحاولات الثلاثة من حيث الوقت في كل مرحلة؛ بمعنى أنه تم تطبيق المساواة بين الأحداث حسب الوقت في كل مرحلة و تم مساواة جميع المتغيرات الكيناتيكية حسب وزن الجسم. حركة الوقوف من الجلوس هي سلسلة من لحظات ذروات القوى التي تحدث في تسلسل دقيق، قد تؤدي التغييرات في التسلسل إلى تغييرات في السلسلة الكينيماتيكية و بالتالي تغيير الحركة. تم تحليل توقيت الأحداث و ذروة القوة في الإتجاهين الأمامي و الرأسي بين المجموعتين. المتغيرات الثانوية التي تم تحليلها هي ذروة القوة للجزء العلوي من الجسم في المحور السهمي، و المحور الرأسي، و متى يحدث كل منهما في تسلسل حركة الوقوف من الجلوس.

التحليل الاحصائي:

باستخدام برنامج IBM SPSS Statistics (IBM v.25, Chicago, IL., USA) تم اجراء تحليل متعدد المتغيرات للتباين (MANOVA) لتحديد ما إذا كان هناك اختلافات في المراحل الزمنية بين

مجموعة الألم و المجموعة الأخرى. و كانت المتغيرات التابعة لMANOVA هي الزمن (بالنسبة المئوية من الحركة) لرفع الجسم عن الكرسي، و الحد الأقصى لانعطاف الظهر، و بداية تمديد الورك. و تم ضبط القيمة الاحتمالية (P–Value) على P<٠.٠٥ للسماح بان تكون مساحة الثقة بالمعلومة ٩٥% بينما كان المتغير الأساسي و المستقل للبحث هو مجموعة الألم و المجموعة السليمة.

تم زيادة التحليل لبعض المتغيرات باستخدام MANOVA لمعرفة ما إذا كانت هناك اختلافات كبيرة بين الحد الأقصى لزخم المحور السهمي، و أين يحدث اثناء أداء الوقوف من الجلوس، وأقصى زخم للمحور الرأسي و أين يحدث اثناء أداء الوقوف من الجلوس. تم تسوية جميع قيم الزخم المستخدمة بواسطة وزن جسم المشاركين وتم حساب زخم الجزء العلوي من الجسم باستخدام اعضاء الجزء العلوي من الجسم الموصوفة سابقًا. كانت المتغيرات التابعة لمراحل الحركة هي زخم الجزء العلوي من الجسم للمحور السهمي، ومتى تحدث اثناء الحركة، وزخم الجزء العلوي من الجسم للمحور الرأسي، ومتى تحدث اثناء الحركة، ومقارنة انتقال الزخم اثناء الوقوف من الجلوس. تم حساب النسبة المئوية لنقل الزخم من خلال مقارنة لقيم الحد الأقصى للمحور السهمي الى المحور الرأسي لأغراض التحقيق. مرة أخرى، المتغير المستقل للبحث هو مجموعة الألم والمجموعة السليمة.

النتائج:

كشفت النتائج عن وجود اختلافات في توقيت حدوث الانثناء الأولي بين المشاركين في المجوعة السليمة والمشاركين الذين يعانون من الألم؛ تم تمييزه بوقت حدوث الإقلاع (يمثل نهاية مرحلة الانثناء). لمزيد من تحديد مرجع لتحليل الحركة، كان ٠٪ هو البداية للحركة و ١٠٠٪ هو إنهاء حركة الوقوف من الجلوس. أظهر المشاركون في مجموعة الألم المبلغ عنها ذاتياً تغييراً من مرحلة الانثناء إلى مرحلة نقل الزخم بمقدار ٣٦.٦٩٪ ± ٦.٩٢٪ من إجمالي الحركة بينما المجموعة السليمة تغيرت بين المراحل بمقدار ٣٠.٤٧٪ ± ٦.٣١٪. يمكن تفسير ذلك على أن المشاركين الذين قاموا بالإبلاغ الذاتي عن وجود

الألم يصلون الى مرحلة نقل الزخم في وقت لاحق (متأخر) ضمن الحركة العامة عند مقارنتهم بمجموعة سليمة. لم يكن هناك دالة إحصائية تشير الى وجود الاختلافات بين الانتقال في مراحل الحركة في الأحداث الأخرى. كان التغيير بين احداث المرحلة الثانية والذي يحدث عند اقصى ثني للظهر للمجموعة السليمة بنسبة ٥١.٦٣٪ ± ١١.٤١٪ ومجموعة الألم المبلغ عنها ذاتيا بنسبة ٥٢.٩٤٪ ± ٨.٨٥٪ من اجمالي حركة الوقوف من الجلوس. وفي الحدث الأخير والذي يتمثل بتمدد الورك بشكل كامل كانت نسبة المجموعة السليمة ٨٤.٠٥٪ ± ١٠.٤٢٪ وبالنسبة لمجموعة الألم المبلغ عنها ذاتيا فقد استغرقت ٨٨.٥٠٪ ± ٥.٨٤٪ من إجمالي الحركة. يوضح جدول ٢ أدناه مقارنة مرئية لتوقيت الاحداث اثناء الوقوف من الجلوس. لم تظهر مقارنة تغيير الزخم للحركة الافقية إلى العمودي فرقاً معنوياً بين المجموعتين فكان للمجموعة السليمة بنسبة ٨٢.٢٢٪ مقابل ٨٩.٢١٪ لمجموعة الألم. توضيح لملخص نتائج الزخم في الشكل ٣. ما كان مختلفا بشكل كبير هو توقيت حدوث أقصى زخم في المحور السهمي.

جدول (٢)

أوقات الأحداث (٪ الوقت) ملاحظة: * تشير إلى فرق معتد به إحصائياً (p <0.05)

الحدث	المجموعة السليمة	مجموعة الألم
النهوض من الكرسي	*30.47 ± 6.92	*36.68 ± 6.31
اقصى انحناء للظهر	51.63 ± 11.41	52.94 ± 8.85
تمدد الورك	84.05 ± 10.42	88.50 ± 5.84

جدول ٢: أوقات الأحداث (٪ الوقت) ملاحظة: * تشير إلى فرق معتد به إحصائياً (p <0.05).

جدول (٣)

متغيرات الزخم ومتى تحدث ملاحظة: * تشير إلى فرق ذو دلالة إحصائية (p <0.05)

	المجموعة السليمة	مجموعة الألم
ذروة الزخم السهمي	$5.4 \times 10^{-2} \pm 0.02$	$6.4 \times 10^{-2} \pm 0.02$

% حدوث ذروة الزخم السهمي	*36.89 ± 7.67	*31.31 ± 5.04
ذروة الزخم العمودي	6.7×10^{-2} ± 0.02	7.6×10^{-2} ± 0.03
% حدوث ذروة الزخم العمودي	36.89 ± 7.67	31.31 ± 5.04
% انتقال الزخم من السهمي الى العمودي	82.20 ± 17.47	89.21 ± 21.75

جدول ٣: متغيرات الزخم ومتى تحدث ملاحظة: * تشير إلى فرق ذو دلالة إحصائية ($p < 0.05$).

المناقشة:

كان الهدف من هذا البحث في المقام الأول هو إنشاء نمط تسلسل الحركة الذي يحدث في اثناء الوقوف من الجلوس لأشخاص لا يعانون من آلام اسفل الظهر، ويمكن رؤية النمط أدناه في الجدول ٤. وكان الهدف الثانوي هو معرفة ما إذا كان علم الأمراض مثل آلام أسفل الظهر سيغير التوقيتات الزمنية لأحداث الوقوف من الجلوس وبالتالي يغير مراحل الحركة الاربعة؛ الذي تم إثبات صحته. وبالمقابل، فإن فرضية التغيير في التوقيتات الزمنية ربما تنسب إلى الاختلافات في توليد الزخم بين المجموعات والتي ثبت أنها غير صحيحة.

١- وسوف يقوم الباحثين بالإجابة عن السؤال الأول : **ما النمط المعياري الزمني المتسلسل لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب الاصحاء الممارسين لرياضة التنس الأرضي؟ :**

فيما يتعلق بتوقيت علامات الاحداث والمراحل لحركة الوقوف من الجلوس، يكون الاختلاف الإحصائي الوحيد في مرحلة الإقلاع الأولية فقط. علاوة على ذلك، لم يكن الزخم الناتج عن الجزء العلوي من الجسم في الاتجاهين السهمي والرأسي مختلفًا بشكل كبير؛ ربما تم تفسيرها على أنها لم تساهم في تغيير حدث الإقلاع. ومن المثير للاهتمام أن توقيت توليد أقصى زخم في الاتجاه السهمي كان مختلفا بشكل كبير. وصلت مجموعة الألم إلى ذروة الزخم الخطي في الاتجاه السهمي في وقت أقل من حدث الإقلاع الذي يرتبط بشكل أكبر بانثناء الجذع أثناء استراتيجية حركة الوقوف من الجلوس (Scarborough, 2007). في المقابل، لخصت المجموعة السليمة استراتيجية حركة نقل الزخم حيث يستخدم المشاركون الزخم

الخطي السهمي في وقت متأخر عن حدث الإقلاع من أجل توليد الزخم في الاتجاه العمودي (Scarborough, 2007). أظهرت زوايا ذروة الجذع أيضًا اختلافات عندما تم تغيير استراتيجيات الحركة (Vaughan-Graham, et al., 2019)، ولكن عند إجراء مزيد من التحقيق، لم تكن ذروة زوايا انثناء الجذع بين المجموعات مختلفة بشكل كبير. تضامنت نتائج هذا التحليل مع النتائج السابقة التي تفيد بأن معظم التباين بين المشاركين في مجموعة آلام أسفل الظهر و المشاركين السليمين يحدث في مرحلة الانثناء بسبب السبب الكامن وراء تحركهم بشكل مختلف (Scarborough, 2007; Ippersiel, Robbins & Preuss, 2018).

- ومما تقدم نجد أنه تمت الإجابة على تساؤل البحث والذي ينص على " **ما النمط المعياري الزمنى المتسلسل لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب الاصحاء الممارسين لرياضة التنس الأرضي**

٢- وسوف يقوم الباحثين بالإجابة عن السؤال الثاني : - **ما التغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر الممارسين لرياضة التنس الأرضي؟:**

لزيادة المعرفة عن حركة الوقوف من الجلوس و المتغيرات التي تؤثر عليها من منظور الميكانيكا الحيوية، قد يكون مثيراً للاهتمام معرفة ما اذا كان الربط بين الجلوس على أسطح ذات صلابة مختلفة (ناعم، متوسط، أو صلب) و ارتفاعات الكرسي (منخفض، عادي، أو عالي) من شأنه أن يجسد توقيت و/أو متغيرات الكيناتيكية في اثناء الحركة تماماً كما يتسبب علم الأمراض في حدوث تغييرات في حركة الوقوف من الجلوس (Slocum & James, 1968). وبما أن الحركة تحتاج متطلبات عقلية لتنفيذ أحداث الحركة بسبب الحاجة للتنسيق بين أجزاء الجسم المختلفة، سيكون من المثير للاهتمام معرفة ما إذا كان التسبب في زيادة المهام العقلية (المهمة المزدوجة) سيؤدي إلى تغييرات في تنسيق تنظيم حركة أجزاء الجسم أثناء أداء أحداث حركة الوقوف من الجلوس؛ خصوصاً معرفة ما هي التغييرات التي ستحدث في المتغيرات الزمنية والكينماتيكية / الكيناتيكية.

و لخص الباحثين هذا البحث بأن النتائج أشارت إلى أن الكميات الكينماتيكية والكيناتيكية لم يكن سبب التغيرات في استراتيجيات الحركة بين المجموعة السليمة ومجموعة الألم. بل بالأحرى التسلسل الذي حدثت فيه الحركة. لم تكن الكميات الكينماتيكية أو الكيناتيكية للحركة هي المهمة، بل بالتوقيت الذي حدثت فيه. تمامًا كما هو الحال في الجري، هناك سلسلة من الأحداث التي يجب أن تحدث بتسلسل متناسق من أجل الحصول على طريقة أكثر ملاءمة للتنقل (Slocum & James, 1968).

- ومما تقدم نجد أنه تمت الإجابة على تساؤل البحث والذي ينص على " **ما التغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس لدى فئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر الممارسين لرياضة التنس الأرضي؟**".

٣- هل توجد فروق في مقادير المتغيرات الميكانيكية لحركة الوقوف من الجلوس ما بين فئة الشباب الاصحاء وفئة الشباب اللذين يعانون من الالم اسفل الظهر والممارسين لرياضة التنس الأرضي.

قام الباحثون بعمل تحليل إضافي للتحقيق فيما يسبب التحولات في حدث الإقلاع في حركة الوقوف من الجلوس. أشارت النتائج إلى عدم وجود فروق بين المجموعات في المتغيرات الكيناتيكية مثل القوة اللحظية الناتجة في الركبتين أو الوركين، ولكنها أظهرت اختلافات احصائية في القوة اللحظية (RJM) الناتجة عند L5 / L4. على عكس ما قد يكون في الحسبان، قد يعتقد البعض ان المجموعة السليمة كانت أعلى بكثير في القوة اللحظية من مجموعة الألم التي اسفرت عن لحظة انثناء أعلى عند فقرات L4 L5 /. لتوضيح ما تطرقنا إليه سلفا، فإن ذروة المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية لم تشير الى أي اختلافات بين المجموعتين، ولكن عامل الوقت في الانتقال بين مراحل واحداث حركة الوقوف من الجلوس هي التي كانت محل الاختلاف بين المجموعتين. المجموعة السليمة أدت حركة الوقوف من الجلوس بأحداث متسلسلة حسب احتياج الحركة. حيث بدأت بالنهوض من الكرسي، ثم ذروة الزخم السهمي (استراتيجيات الزخم كما هو موضح سابقا)، ذروة القوة اللحظية عند L5 / L4، ذروة ردة فعل الأرض،

ذروة زاوية الصدر، مركز الثقل = مركز الضغط (عندما يكون مركز ثقل الجسم على خط واحد مع مركز ضغط الجسم في المحور العرضي/السهمي)، اقصى انحناء للظهر، ذروة القوة اللحظية للركبة، ذروة الزخم العمودي، ذروة القوة اللحظية للحوض، تمدد الورك، وبالأخير النهاية. أما المجموعة ذات الألم اختلف تسلسل الحركة بشكل كبير. حيث بدأت ب ذروة الزخم السهمي، ثم بالنهوض من الكرسي، ذروة القوة اللحظية للمفصل L5 / L4، ذروة زاوية الصدر، ذروة ردة فعل الأرض، مركز الثقل = مركز الضغط، ذروة القوة اللحظية للركبة، ذروة الزخم العمودي، ذروة القوة اللحظية للحوض، اقصى انحناء للظهر، تمدد الورك، وبالأخير النهاية. تعطي المقارنة جنبا إلى جنب تمثيلاً مرئيا للتسلسل بين المجموعات في الجدول ٤ أدناه.

جدول (٤)

ملخص حركة الوقوف من الجلوس لمجموعة الألم مقابل مجموعة سليمة حسب توقيت الحركة (٪)

المجموعة السليمة			مجموعة الألم	
البداية	0.00	± 0	البداية	0.00	± 0
النهوض من الكرسي	30.47	± 6.92	ذروة الزخم السهمي	31.31	± 5.043
ذروة الزخم السهمي	36.89	± 7.68	النهوض من الكرسي	36.69	± 6.31
ذروة القوة اللحظية L4 / L5	42.89	± 7.85	ذروة القوة اللحظية L4 / L5	37.94	± 6.45
ذروة ردة فعل الأرض	44.00	± 8	ذروة زاوية الصدر	40.69	± 5
ذروة زاوية الصدر	44.42	±7.12	ذروة ردة فعل الأرض	42.31	± 11.44
مركز الثقل = مركز الضغط	46.53	± 10.66	مركز الثقل = مركز الضغط	43.62	± 8.07
اقصى انحناء للظهر	51.63	± 11.42	ذروة القوة اللحظية للركبة	47.37	± 8.62
ذروة القوة اللحظية للركبة	53.42	± 7.62	ذروة الزخم العمودي	51.69	± 8.86
ذروة الزخم العمودي	55.79	± 7.31	ذروة القوة اللحظية للحوض	52.38	± 16.26
ذروة القوة اللحظية للحوض	63.52	± 14.41	اقصى انحناء للظهر	52.94	± 5.94
تمدد الورك	84.05	± 10.43	تمدد الورك	88.50	± 5.84
النهاية	100.00	± 0	النهاية	100.00	± 0

جدول ٤: ملخص حركة الوقوف من الجلوس لمجموعة الألم مقابل مجموعة سليمة حسب توقيت الحركة (٪).

الاستنتاجات:

من الممكن أن توفر نتائج الدراسة الحالية العديد من الاستنتاجات المفيدة في مجال التحليل الحركي لحركة الوقوف من الجلوس بشكل عام و لمن يعانون من آلام أسفل الظهر بشكل خاص. على الرغم من

ان حركة الوقوف من الجلوس تعتبر حركة بسيطة و في نفس الوقت أساسية تستخدم في الحياة اليومية، الى انها تتأثر في عدة عوامل و منها ألام اسفل الظهر. عند الشعور بالالم اثناء أداء الحركة، تتغير استاتيجية الوقوف من الجلوس لتجنب الام المسبب اثناء الحركة. تغير حدوث اقصى جهد مطلوب لاداء الحركة عند النهوض من الكرسي و الزخم السهمي و القوة اللحظية عند الفقرات القطنية (L4/L5). ولذلك كان الاختلاف الأساسي في تسلسل حركة الوقوف من الجلوس.

التوصيات:

استنادا على نتائج هذه الدراسة والمهتمة بتحليل حركة الوقوف من الجلوس للأشخاص السليمين و الأشخاص الذين يعانون من آلام اسفل الظهر، فإن الباحثين يوصون أصحاب الشأن بوضع برامج تساهم في فهم التحليل الحركي لحركة الوقوف من الجلوس من خلال الآتي:

- توفير دورات تدريبية خاصة لمن يعاني من ألام آسفل الظهر بهدف توعيتهم بأهمية توزيع القوة المطلوبة لاداء حركة الوقوف من الجلوس بطريقة متوازنة لتفادي الشعور بالالم من دون التاثير على أجزاء الجسم الاخرى.
- نشر الوعي بين عامة الناس على أهمية فهم متطلبات حركة الوقوف من الجلوي بشكل كامل حتى يتجنبوا حدوث إصابة في منطقة اسفل الظهر.
- إيعاز المهتمين و المتخصصين في المجال الرياضي و العلاج الطبيعي بفهم و معرفة احداث و تدريبات خاصة للأشخاص الذين يعانون من آلام أسفل الظهر.
- الايعاز للباحثين في مجال الميكانيكا الحيوية بتحليل جوانب إضافية لحركة الوقوف من الجلوس لفهم التحليل الحركي الكامل للحركة و المتغيرات المؤثر عليها.

المراجع

Alexander, N. B., Gross, M. M., Medell, J. L., Hofmeyer, M. R. (2001, September 1). Effects of Functional Ability and Training on Chair-Rise Biomechanics in Older Adults. *The Journals of Gerontology, 56*(19), M538-M547. https://doi.org/10.1093/gerona/56.9.M538

Caruthers, E.J., Thompson, J.A., Chaudhari, A., Schmitt, L.C., Best, T.M., Saul, K.R., & Siston, R.A. (2016). Muscle Forces and Their Contributions to Vertical and Horizontal Acceleration of the Center of Mass During Sit-to-Stand Transfer in Young, Healthy Adults. *Journal of applied biomechanics, 32 5*, 487-503.

Greve, C. (2019). Flexibility in joint coordination remains unaffected by force and balance demands in young and old adults during simple sit-to-stand tasks. *European Journal of Applied Physiology., 119*(2), 419-428.

Hanawa, H. (2017). Muscle synergies underlying sit-to-stand tasks in elderly people and their relationship with kinetic characteristics. *Journal of Electromyography and Kinesiology., 37*, 15-20.

Ippersiel, P., Robbins, S., & Preuss, R. (2018). Movement variability in adults with low back pain during sit-to-stand-to-sit. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon), 58*, 90–95. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.07.011.

Janssen, W. G., Bussmann, H. B., Stam, H. J. (2002, September 1). Determinants of the Sit-to-Stand Movement: A Review. *Physical Therapy & Rehabilitation Journal, 82*(9), 866-879, https://doi.org/10.1093/ptj/82.9.866

Jeyasurya, J., Van der Loos, H. F., Hodgson, A., & Croft, E. A. (2013). Comparison of seat, waist, and arm sit-to-stand assistance modalities in elderly population. *Journal of rehabilitation research and development, 50*(6), 835–844. https://doi.org/10.1682/JRRD.2011.12.0233

Riley, P. (1991). Mechanics of a constrained chair-rise. *Journal of Biomechanics., 24*(1), 77-85.

Roldan-Jimenez, C. (2019). Assessing trunk flexo-extension during sit-to-stand test variant in male and female healthy subjects through inertial sensors. *The Physician and Sportsmedicine, 47*(2), 152-157.

Scarborough, D. (2007). Chair rise strategies in older adults with functional limitations. *Journal of Rehabilitation Research & Development., 44*(1), 33-42.

Schenkman, M. (1996). Sit to stand from progressively lower seat heights -- alterations in angular velocity. *Clinical Biomechanics., 11*(3), 153-158.

Slocum, D. B., & James, S. L. (1968). Biomechanics of running. *JAMA, 205*(11), 721-728. doi:10.1001/jama.1968.03140370023006

Suriyaamarit, D. (2019). Mechanical work, kinematics, and kinetics during sit-to-stand in children with and without spastic diplegic cerebral palsy. *Gait & Posture., 67*, 85-90.

Vaughan-Graham, J., Patterson, K., Brooks, D., Zabjek, K., Cott, C. (2019). Transitions sit to stand and stand to sit in persons post-stroke: Path of centre of mass, pelvic and limb loading - A pilot study. *Clinical Biomechanics., 61*, 22-30.