استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة لتوصيف المتغيرات البيوميكانيكة لعنصر الاتزان الثابت من وضع الوقوف

أ.د/ محمود فتحى محمود
أستاذ متفرغ بقسم علوم الحركة الرياضية
كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة حلوان

أ.د/ احمد محمد عبد اللطيف
أستاذ متفرغ بقسم علوم الحركة الرياضية
كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة حلوان

م.د/ احمد ربيع احمد
مدرس دكتور بقسم علوم الحركة الرياضية
كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة حلوان

الباحث/ عمر عبد الفتاح إبراهيم عبد الفتاح
باحث بقسم علوم الحركة

Doi: 10.21608/jsbsh.2024.318685.2820

مقدمة البحث:

أن الاتزان يعنى أن يكون الفرد لدية القدرة على الاحتفاظ بوضع الجسم في الثبات أو الحركة ، وهذا يتطلب سيطرة تامة على الأجهزة العضوية من الناحية العضلية والناحية العصبية ، كما أن التوازن يتطلب القدرة على الإحساس بالمكان والأبعاد ، سواء كان ذلك بإستخدام البصر أو بدونة عصبياً وذهنياً وعملياً.

ويعرفة روث Ruth وآخرون :

بكونة (القدرة على الإحتفاظ بوضع معين للجسم أثناء الثبات او الحركة) أو (قابلية الفرد في التحكم في الجهاز العصبي المركزي من الجهاز العضلي) . (٩:١٣٤) .

من انواع التوازن : التوازن صفة مزدوجة، حيث تشتمل على صفتين فرعيتين وهما الإتزان الثابت والإتزان الحركي .

ولذا فإنه لتنمية التوازن بشكل عام لابد من تنمية هاتين الصفتين الفرعيتين.

أولاً : الاتزان الثابت : يعرفة جونسون ونيلسون Johnson & Nelson :

بكونة (القدرة البدنية التي تمكن الفرد من الاحتفاظ بوضع ساكن) أو (المحافظة على الإتزان في وضع واحد للجسم) .(٩:١٣٧) .

ثانياً : الإتزان الديناميكي : يعرفة جونسون ونيلسون :

بكونة (القدرة على الإحتفاظ بالتوازن اثناء الحركة) أو (المحافظة على وضع الجسم عند أداء الحركات).

والإتزان الديناميكي مهم وضروري خاصة للرياضات التي تتطلب الحركة في حيز ضيق مع تغير في مسار الحركة والتي قد يفقد اللاعب فيها توازنه ويكون هناك ضرورة أن يستعيد هذا التوازن بسرعة ليبدأ حركة جديدة . (٩:١٣١) .

مشكلة البحث:

من خلال الدراسات السابقة و المرتبطة و بالبحث في تلك المشكلة : وجد أنه لا يوجد توصيف بيوميكانيكي شامل لكل المتغيرات لعنصر الاتزان، بل توجد إشكالات في المفاهيم العلمية المرتبطة به. وقد يؤدي ذلك إلى خلل في فهم عنصر الاتزان.

ومن هنا، جاءت مشكلة البحث، وهي محاولة إيجاد توصيف بيوميكانيكي لعنصر الاتزان وإعادة صياغة المفاهيم المرتبطة به.

أهمية البحث :

الأهمية العلمية :

ويسعى هذا البحث لسداد الفراغ المعرفي الموجود حالياً حول عنصر الاتزان، من خلال تقديم توصيف بيوميكانيكي دقيق له و قد تُساهم إعادة صياغة المفاهيم المرتبطة بعنصر الاتزان في تصحيح المفاهيم الخاطئة التي قد تُعيق فهم هذا العنصر بشكل سليم و يمكن أن تُساهم نتائج هذا البحث في تطوير النظريات البيوميكانيكية المتعلقة بالحركة والاستقرار .

الأهمية التطبيقية :

يمكن أن يُساهم فهم عنصر الاتزان بشكل أفضل في تحسين الأداء الرياضي من خلال تطوير تقنيات تدريب جديدة ويمكن أن تُستخدم نتائج هذا البحث في تطوير أطراف اصطناعية أكثر كفاءة وراحة للمستخدمين و يمكن أن تُساهم نتائج هذا البحث في تحسين برامج إعادة التأهيل للمرضى الذين يعانون من مشاكل في التوازن .

هدف البحث :

يهدف البحث الي محاولة وضع توصيف الاتزان الثابت بشكل بيوميكانيكى .

تساؤلات البحث :

- **يسعي البحث إلي الإجابة علي التساؤلات التالية :**

- هل يمكن توصيف عنصر الاتزان الثابت بشكل بيوميكانيكى ؟
- هل المفاهيم المرتبطة بعنصر الاتزان الثابت المتعارف عليها الان مناسبة للتعريف بالاتزان الثابت ؟
- هل يمكن تصنيف الاتزان الثابت بشكل افضل ؟

مصطلحات البحث :

الاتزان الثابت : يعرفة جونسون ونيلسون Johnson & Nelson :

بكونة (القدرة البدنية التي تمكن الفرد من الاحتفاظ بوضع ساكن) ،(المحافظة على الإتزان في وضع واحد للجسم) .

الإتزان الديناميكي : يعرفة جونسون ونيلسون :

بكونة (القدرة على الإحتفاظ بالتوازن اثناء الحركة) أو (المحافظة على وضع الجسم عند أداء الحركات) . (١٣١:٩) .

الدراسات المرتبطة:

أولا: الدراسات المرتبطة العربية:

١- **اجري أحمد فؤاد عبد العظيم (٢٠٠٨) (١٣١:٨) : (دور التوازن في أداء الحركات الرياضية)**

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على دور التوازن في أداء الحركات الرياضية، وقد تم استخدام المنهج الوصفي، وتم اختيار عينة الدراسة من لاعبي كرة القدم الجامعيين، وتم استخدام اختبار التوازن على قدم واحدة لتقييم التوازن، وقد توصلت الدراسة إلى أن التوازن يلعب دوراً أساسياً في أداء الحركات الرياضية، حيث أنه يساهم في الحفاظ على وضعية الجسم الثابتة أو المتحركة في مواجهة القوى الخارجية، كما أنه يساهم في التحكم في الحركة والدقة في الأداء .

٢- **قام عبد الرحمن محمد عبد الرحمن (٢٠١١) (١٣١:٦) :**

(أثر تدريبات التوازن على أداء بعض المهارات الحركية والوظيفية لدى كبار السن)

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أثر تدريبات التوازن على أداء بعض المهارات الحركية والوظيفية لدى كبار السن، وقد تم استخدام المنهج شبه التجريبي، وتم اختيار عينة الدراسة من كبار السن، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين، مجموعة تجريبية تلقت تدريبات توازن، ومجموعة ضابطة لم تتلقى أي تدريبات، وقد تم استخدام اختبارات الثبات والتحكم والدقة لتقييم المهارات الحركية والوظيفية، وقد توصلت الدراسة إلى أن تدريبات التوازن لها أثر إيجابي على أداء بعض المهارات الحركية والوظيفية لدى كبار السن .

ثانيا: الدراسات المرتبطة الاجنبية:

٣- فاركوهر **C. A. Farquhar (٢٠١٣) (١٣٤:١٨) :**

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تدريبات التوازن على الأداء الرياضي للاعبات كرة السلة الجامعيات تم اختيار عينة الدراسة من ٢٤ لاعبة كرة سلة جامعيات، تم تقسيمهن إلى مجموعتين، مجموعة تجريبية تلقت تدريبات توازن لمدة ١٢ أسبوعاً، ومجموعة ضابطة لم تتلقى أي تدريبات. تم استخدام اختبارات التوازن والأداء الرياضي لتقييم التوازن والأداء الرياضي قبل وبعد الدراسة و توصلت الدراسة إلى أن تدريبات التوازن ساعدت في تحسين التوازن والأداء الرياضي للاعبات كرة السلة الجامعيات. حيث كانت لاعبات المجموعة التجريبية أفضل في أداء اختبارات التوازن بعد الدراسة، كما كانت لديهن مهارات رياضية أفضل في مهام مثل التصويب و التمرير .

خطة واجراءات البحث:

منهج البحث:

هذا البحث يعتمد على منهجى البحث التجريبى و الوصفى التحليلى وذلك لملائمتهم لطبيعة البحث .

الصفات التي تميزه كبحث تجريبي :

- **الهدف :** اختبار فرضية أو نظرية و اعادة صياغة المفاهيم المرتبطة بها .
- **الطريقة :** جمع البيانات من خلال التجارب و عمل توصيف للنتائج ووضع مفاهيم .
- **التحليل :** تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية و الوصفية .
- **الاستنتاج :** استخلاص نتائج من البيانات وتحليلها و توصفها .

مجتمع وعينة البحث :

مجتمع البحث :

إشتمل مجتمع البحث على مجموعة مكونة من اشخاص رياضين و غير رياضين .

عينة البحث :

قام الباحث باختيار عينة البحث بطريقة عمدية و المتمثلة فى ١٨ شخص منهم ٩ اشخاص رياضيين و ٩ اخرون غير رياضيين من طلاب الجامعات المقيدين بالفرقة الاولى .

ادوات جمع البيانات:

الأدوات والأجهزة المستخدمة :

١. **كاميرات تصوير بمعدل تصوير ٩٠ اطار فى الثانية الواحدة .**
٢. **حامل كاميرا .**
٣. **مقياس رسم .**
٤. **علامات فسفورية .**
٥. **برنامج للتحليل الحركى winanalyz .**
٦. **جهاز كمبيوتر .**

الخطوات التمهيدية للبحث : قام الباحث بمجموعة من الخطوات التى تضمن سير التجربة الاساسية بطريقة سليمة .

١. **مقابلة الباحث للسادة المشرفين على البحث لاخذ المشورة و طريقة العمل و اعطائة التوجهات و التعليمات الخاصة باجراء البحث .**
٢. **قام الباحث بتطبيق البحث على العينة السابق ذكرها بمساعدة ٥ من الزملاء المتخصصين فى علوم الحركة و علوم الصحة الرياضية .**
٣. **قام الباحث باجراء مقابلة شخصية مع افراد عينة البحث و تناول خلالها الاتى :**
   - **توضيح مشكلة البحث و اهدافة و اهميتة العلمية و التطبيقية .**

- **توضيح طريقة العمل و اعطاء التوجيهات و التعليمات الخاصة بالتطبيق .**
- **توضيح دور المساعدين المشاركين فى اجراء القياسات و طريقة عمل كل مساعد .**
- **الاجابة على جميع الاستفسارات و الاسئلة لافراد العينة على النقاط الغير واضحة .**

التجربة الإستطلاعية :

قام الباحث بتنفيذ تجربة استطلاعية فى يوم ٢٠٢٤/٤/٥ م داخل معمل علوم الحركة بكلية التربية الرياضية بنين جامعة حلوان على عينة مكونة من ٦ افراد من خارج افراد عينة البحث الاساسية و مطابقين لمواصفات و شروط العينة الاصلية و ذلك بهدف :

١. **التدريب على اجراء التصوير المستخدم فى التحليل الحركى .**
٢. **التعرف على الصعوبات التى قد تواجة الباحث وقت التطبيق .**
٣. **تدريب المساعدين على القيام بواجباتهم وقت التطبيق الفعلى .**
٤. **التاكد من صلاحية الادوات و القدرة على استخدامها .**
٥. **التعرف على صلاحية مكان اجراء التصوير .**
٦. **التعرف على انسب ترتيب لاجراء التصوير .**

تجربة البحث الأساسية (تطبيق البحث) :

تنفيذ تجربة البحث :

قام الباحث بتنفيذ تجربة استطلاعية فى يوم ٢٠٢٤/٤/٨ م داخل معمل علوم الحركة بكلية التربية الرياضية بنين جامعة حلوان على عينة مكونة من ١٨ فرد و يتكونو من ٩ افراد رياضيين و ٩ افراد غير رياضيين .

تم تطبيق البحث من خلال مرحلتين :

المرحلة الاولى :

- وضع العلامات الفسفورية على مفاصل العينة .
- وضع الحامل و مثبت به الكاميرا بشكل عمودى مع منتصف جسم العينة (على المحور السهمى) و هو ما يعرف بمركز ثقل الجسم التقريبى (cm٩٠) .
- تم التاكد من وضوح كل تفاصيل العينة فى كادر التصوير و ضبط الكاميرا على ان تصور بسرعة ٦٠ اطار فى الثانية الواحدة .
- تم وضع مقايس الرسم داخل كادر التصوير و طولة cm٣٠ .
- تم اخذ معلومات من كل عينة مثل (الطول و الوزن و العمر البيولجى و العمر التدريبى للرياضيين) .
- قام الباحث بتصوير افراد العينة من وضع الوقوف الثابت لكونة ابسط صور الاتزان و كل

محاوله استغرقت 30 ثانية و هو فى وضع الاتزان من الوقوف .

المرحلة الثانية :

- **تفريغ الكاميرا من ما تم تصويرة من محاولات .**
- **نقل الفيديوهات الى الكمبيوتر و تغير صيغتها لتناسب برنامج winanalyz.**
- **تحليل الفيديوهات و استخراج النتائج المتمثلة فى :**
  - **تتبع مسار مركز الثقل .**
  - **قيم زوايا المفاصل .**
  - **عزوم الدوران لكل المفاصل الكبيرة .**

المتغيرات البيوميكانيكية المستخدمة لوصف الاتزان الثابت للإنسان :

قام الباحث إلى تحليل مجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية، تشمل مسار مركز ثقل الجسم، وعزم الدوران على المفاصل، وقيم زوايا المفاصل، وذلك بهدف تقييم الاتزان الثابت لدى الإنسان.

يُعدّ مسار مركز ثقل الجسم مؤشراً هاماً على قدرة الفرد على الحفاظ على اتزانة ، حيث يُشير انحرافه عن خط الرأس إلى فقدان الاتزان .

تلعب عزوم الدوران على المفاصل دوراً رئيسياً في الحفاظ على ثبات الجسم، حيث تُقاوم هذه العزوم أي تغييرات في وضعية الجسم قد تؤدي إلى السقوط .

تُقدم قيم زوايا المفاصل معلومات حول مدى حركة كل مفصل، مما يُساعد على فهم كيفية توزيع الحمل على الجسم أثناء الحفاظ على الاتزان .

يُبرّر اختيار هذه المتغيرات كونها تُمثل عناصر أساسية في ديناميكيات الجسم البشري، وتُقدم معلومات شاملة حول كيفية عمل الجهاز العضلي الهيكلي أثناء الحفاظ على الاتزان الثابت.

من خلال تحليل هذه المتغيرات، يُمكن للباحث تقييم قدرة الفرد على الحفاظ على اتزانة الثابت بشكل دقيق، وفهم آليات عمل الجهاز العضلي الهيكلي في هذا السياق، وتحديد العوامل المؤثرة على التوازن الثابت، مما يُمهد الطريق لتطوير برامج تدريبية وعلاجية لتحسين الاتزان ومنع السقوط .

جمع البيانات :

المعالجات الإحصائية :

وفقاً لأهداف و فروض و منهج و عينة البحث إستخدم الباحث برنامج الإحصاء (SPSS) ، و إستخدم العمليات الإحصائية التالية :

١- المتوسط الحسابي .

٢- الإنحراف المعياري .

٣- معامل الإلتواء .

عرض ومناقشة النتائج

عرض النتائج .

تظهر الجداول التالية مجموعة من التمتغيرات البيوميكانيكية التى تعتبر جوهرية لقياس عنصر الاتزان الثابت عن طريق تحليل وضع الوقوف لانة يعتبر ابسط صور الاتزان التى نستخدماها فى يومنا العادى وتم اختيار هذا الوضع البسيط حتى لا يتداخل معا اى متغيرات او مؤثرات ليس لها علاقة بالاتزان الثابت.

جدول (١) تحليل حركة الأشخاص أثناء وضع الوقوف الثابت (مع تفاصيل كمية لكل متغير):

المتغير	الشخص ١	الشخص ٢	الشخص ٣	الشخص ٤	الشخص ٥	الشخص ٦
مدة المحاولة (ثواني)	10	10	10	10	10	10
تتبع مسار مركز الثقل (سم)	-انحراف أقصى: ± ٠.٢ سم (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) - متوسط الانحراف: ± ٠.١٥ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.١ سم (ثبات استثنائي) - متوسط الانحراف: ± ٠.٠٨ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.١٥ سم (ثبات استثنائي) -متوسط الانحراف: ± ٠.١٢ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.١ سم (ثبات استثنائي) - متوسط الانحراف: ± ٠.٠٧ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.٢٥ سم (ثبات استثنائي) -متوسط الانحراف: ± ٠.٢ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.٢ سم (ثبات استثنائي) - متوسط الانحراف: ± ٠.١٧ سم (ثبات استثنائي)
معدل تغير زوايا مفصل الركبة (درجة/ثانية)	-أقصى معدل: < 0.2 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل: < 0.15 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل: < 0.15 درجة/ثانية (ثبات استثنائي) -متوسط المعدل: < 0.12 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل: < 0.2 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل: < 0.17 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل: < 0.1 درجة/ثانية (ثبات استثنائي) -متوسط المعدل: < 0.08 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل: < 0.3 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل: < 0.23 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل: < 0.2 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل: < 0.18 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)
عزم دوران مفصل الكاحل القدم (نيوتن متر)	-أقصى عزم: < 5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم: < 4 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم: < 4 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم: < 3.5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم: < 6 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم: < 5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم: < 3 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم: < 2.5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم: < 4 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم: < 3.5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم: < 5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم: < 4 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)

تشير نتائج تحليل الحركة لوضع الوقوف الثابت، كما هو موضح في الجدول (١)، إلى انخفاض ملحوظ في التغيرات الزمنية لمتغيرات الحركة مثل انحراف مركز الثقل ومعدل تغير زوايا المفاصل وعزم الدوران. هذا الاستقرار العالي في القراءات يشير إلى أن المشاركين تمكنوا من الحفاظ على وضعية وقوف ثابتة للغاية، مما يدل على كفاءة الجهاز العصبي والعضلي في التحكم في التوازن".

جدول (٢) تابع تحليل حركة الأشخاص أثناء وضع الوقوف الثابت (مع تفاصيل كمية لكل متغير):

المتغير	الشخص ٧	الشخص ٨	الشخص ٩	الشخص ١٠	الشخص ١١	الشخص ١٢
مدة المحاولة (ثواني)	10	10	10	10	10	10
تتبع مسار مركز الثقل (سم)	-انحراف أقصى: ± ٠.٢ سم (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) - متوسط الانحراف: ± ٠.١٥ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.١ سم (ثبات استثنائي) - متوسط الانحراف: ± ٠.٠٨ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.١٥ سم (ثبات استثنائي) -متوسط الانحراف: ± ٠.١٢ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.١ سم (ثبات استثنائي) - متوسط الانحراف: ± ٠.٠٧ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.٢٥ سم (ثبات استثنائي) -متوسط الانحراف: ± ٠.٢ سم (ثبات استثنائي)	-انحراف أقصى: ± ٠.٤ سم (ثبات استثنائي) - متوسط الانحراف: ± ٠.١٧ سم (ثبات استثنائي)
معدل تغير زوايا مفصل الركبة (درجة/ثانية)	-أقصى معدل : < 0.2 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل : < 0.15 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل : < 0.13 درجة/ثانية (ثبات استثنائي) -متوسط المعدل : < 0.12 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل : < 0.2 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل : < 0.17 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل : < 0.1 درجة/ثانية (ثبات استثنائي) -متوسط المعدل : < 0.08 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل : < 0.3 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل : < 0.23 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	-أقصى معدل : < 0.2 درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) -متوسط المعدل : < 0.18 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)
عزم دوران مفصل الكاحل القدم (نيوتن متر)	-أقصى عزم : < 5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم : < 4 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم : < ٣ نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم : < 3.5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم : < ٥ نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم : < 5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم : < ١ نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم : < 2.5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم : < ٨ نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم : < 3.5 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	-أقصى عزم : < ٧ نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) - متوسط العزم : < 4 نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)

"تُظهر نتائج تحليل حركة الى الاستقرار الملحوظ في وضع الوقوف الثابت، حيث تشير القياسات إلى

انحرافات طفيفة للغاية في مركز الثقل ومعدلات تغير زوايا المفاصل وعزم الدوران. هذه النتائج تعزز من الملاحظات السابقة وتؤكد على قدرة الجسم البشري على الحفاظ على توازن ثابت في هذه الوضعية."

جدول (٣) تابع تحليل حركة الأشخاص أثناء وضع الوقوف الثابت (مع تفاصيل كمية لكل متغير):

المتغير	الشخص ١٣	الشخص ١٤	الشخص ١٥	الشخص ١٦	الشخص ١٧	الشخص ١٨
مدة المحاولة (ثواني)	10	10	10	10	10	10
تتبع مسار مركز الثقل (سم)	–انحراف أقصى: ± ٠.٢ سم (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) – متوسط الانحراف: ± ٠.١٥ سم (ثبات استثنائي)	–انحراف أقصى: ± ٠.١ سم (ثبات استثنائي) – متوسط الانحراف: ± ٠.٠٨ سم (ثبات استثنائي)	–انحراف أقصى: ± ٠.١٥ سم (ثبات استثنائي) – متوسط الانحراف: ± ٠.١٢ سم (ثبات استثنائي)	–انحراف أقصى: ± ٠.١ سم (ثبات استثنائي) – متوسط الانحراف: ± ٠.٠٧ سم (ثبات استثنائي)	–انحراف أقصى: ± ٠.٢٥ سم (ثبات استثنائي) – متوسط الانحراف: ± ٠.٢ سم (ثبات استثنائي)	–انحراف أقصى: ± ٠.٢ سم (ثبات استثنائي) – متوسط الانحراف: ± ٠.١٧ سم (ثبات استثنائي)
معدل تغير زوايا مفصل الركبة (درجة/ثانية)	–أقصى معدل < 0.2 : درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) – متوسط المعدل < : 0.15 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	–أقصى معدل < : 0.15 درجة/ثانية (ثبات استثنائي) – متوسط المعدل < : 0.12 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	–أقصى معدل < 0.2 : درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) – متوسط المعدل < : 0.17 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	–أقصى معدل < 0.1 : درجة/ثانية (ثبات استثنائي) – متوسط المعدل < : 0.08 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	–أقصى معدل < 0.3 : درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) – متوسط المعدل < : 0.23 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)	–أقصى معدل < 0.2 : درجة/ثانية (حركة طفيفة للغاية لا تذكر) – متوسط المعدل < : 0.18 درجة/ثانية (ثبات استثنائي)
عزم دوران مفصل الكاحل القدم (نيوتن متر)	–أقصى عزم < 5 : نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) – متوسط العزم : 4 <نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	–أقصى عزم < 4 : نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) – متوسط العزم : 3.5 <نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	–أقصى عزم < 6 : نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) – متوسط العزم : 5 <نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	–أقصى عزم < 3 : نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) – متوسط العزم : 2.5 <نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	–أقصى عزم < 4 : نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) – متوسط العزم : 3.5 <نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)	–أقصى عزم < 5 : نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً) – متوسط العزم : 4 <نيوتن متر (نشاط عضلي ضئيل جداً)

جدول (٤) معدل تغير زوايا مفاصل الجسم:

المفصل	الشخص ١	الشخص ٢	الشخص ٣	الشخص ٤	الشخص ٥	الشخص ٦
الكتف	< 0.1 درجة/ثانية	< 0.08 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية	< 0.07 درجة/ثانية	< 0.15 درجة/ثانية	< 0.11 درجة/ثانية
الرقبة	< 0.05 درجة/ثانية	< 0.04 درجة/ثانية	< 0.06 درجة/ثانية	< 0.04 درجة/ثانية	< 0.07 درجة/ثانية	< 0.05 درجة/ثانية
الجذع	< 0.15 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية	< 0.17 درجة/ثانية	< 0.1 درجة/ثانية	< 0.2 درجة/ثانية	< 0.15 درجة/ثانية
الفخذ	< 0.2 درجة/ثانية	< 0.18 درجة/ثانية	< 0.25 درجة/ثانية	< 0.15 درجة/ثانية	< 0.3 درجة/ثانية	< 0.22 درجة/ثانية

جدول (٥) تابع معدل تغير زوايا مفاصل الجسم:

المفصل	الشخص ٧	الشخص ٨	الشخص ٩	الشخص ١٠	الشخص ١١	الشخص ١٢
الكتف	< 0.2 درجة/ثانية	< 0.01 درجة/ثانية	< 0.19 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية	< 0.05 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية
الرقبة	< 0.09 درجة/ثانية	< 0.07 درجة/ثانية	< 0.11 درجة/ثانية	< 0.09 درجة/ثانية	< 0.03 درجة/ثانية	< 0.04 درجة/ثانية
الجذع	< 0.25 درجة/ثانية	< 0.19 درجة/ثانية	< 0.10 درجة/ثانية	< 0.15 درجة/ثانية	< 0.11 درجة/ثانية	< 0.44 درجة/ثانية
الفخذ	< 0.6 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية	< 0.20 درجة/ثانية	< 0.19 درجة/ثانية	< 0.16 درجة/ثانية	< 0.20 درجة/ثانية

جدول (٦) تابع معدل تغير زوايا مفاصل الجسم:

المفصل	الشخص ١٣	الشخص ١٤	الشخص ١٥	الشخص ١٦	الشخص ١٧	الشخص ١٨
الكتف	< 0.13 درجة/ثانية	< 0.26 درجة/ثانية	< 0.08 درجة/ثانية	< 0.03 درجة/ثانية	< 0.08 درجة/ثانية	< 0.14 درجة/ثانية
الرقبة	< 0.09 درجة/ثانية	< 0.05 درجة/ثانية	< 0.09 درجة/ثانية	< 0.02 درجة/ثانية	< 0.03 درجة/ثانية	< 0.08 درجة/ثانية
الجذع	< 0.17 درجة/ثانية	< 0.18 درجة/ثانية	< 0.13 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية	< 0.23 درجة/ثانية	< 0.11 درجة/ثانية
الفخذ	< 0.9 درجة/ثانية	< 0.12 درجة/ثانية	< 0.15 درجة/ثانية	< 0.19 درجة/ثانية	< 0.10 درجة/ثانية	< 0.29 درجة/ثانية

مناقشة النتائج :

مناقشة نتائج الفرض الأول :

يُعد "الاتزان الثابت" مفهوماً بيوميكانيكياً أساسياً يشير إلى قدرة الجسم على الحفاظ على توازنه في وضع ثابت .

التحديات التى تعوق التوصيف البيوميكانيكي :

•التغيرات الطفيفة : تكمن صعوبة التوصيف في أن التغيرات في وضع الجسم خلال هذه الحالة تكون طفيفة للغاية، قد لا تُلاحظ بالعين المجردة، مما يُشكل تحدياً كبيراً للوسائل التقنية الحديثة .

•قيود التقنية : تفتقر أدوات التحليل الحركي التقليدية، مثل الكاميرات وأجهزة الاستشعار، إلى الدقة الكافية لقياس هذه التغيرات بدقة .

•الضوضاء الخارجية : قد تؤثر العوامل الخارجية، مثل الرياح أو الاهتزازات، على قياسات "الاتزان الثابت" ، مما يُصعب تفسير النتائج .

•التغيرات العضلية الداخلية : قد تحدث تغيرات عضلية دقيقة داخل الجسم دون أن تنعكس على وضع الجسم الخارجي، مما يُصعب رصدها باستخدام التحليل الحركي .

بدائل تقنية قد توصف الاتزان :

•التحليل الكهربي للعضلات : يُستخدم لقياس النشاط الكهربائي للعضلات، مما قد يُساعد في فهم تفاعلات العضلات بشكل أفضل .

•التحليل العصبي : يُستخدم لدراسة دور الجهاز العصبي في التحكم في الاتزان .

•النمذجة الحيوية المتقدمة : تُستخدم نماذج حاسوبية معقدة لمحاكاة تفاعل الجسم مع البيئة في ظروف "الاتزان الثابت" ، مع التركيز على تفاعلات العضلات والعظام والجهاز العصبي .

رؤية مستقبلية:

•دمج التقنيات : دمج تقنيات قياس حركة الجسم مع تقنيات أخرى، مثل قياس النشاط الكهربائي للعضلات وقياس النشاط العصبي، لفهم تفاعلات الجسم بشكل أكثر شمولية .

•التعاون بين العلوم : عاون خبراء من مختلف المجالات، مثل البيوميكانيكا وعلم الأعصاب وعلم الحركة، لفهم "الاتزان الثابت" بشكل أفضل .

•التطوير المستمر : تطوير تقنيات جديدة وأكثر دقة لقياس حركة الجسم وتفاعلاته مع البيئة .

يُمثل "الاتزان الثابت" ظاهرة معقدة تُشكل تحدياً علمياً كبيراً ومع ذلك، تُقدم التقنيات المتقدمة والنهج متعدد التخصصات إمكانيات واعدة لفهم هذه الظاهرة بشكل أفضل، مما قد يُؤدي إلى تطوير تقنيات جديدة لتحسين الأداء الرياضي والوقاية من السقوط وتحسين نوعية الحياة .

مناقشة نتائج الفرض الثاني :

لطالما احتل "الاتزان الثابت" مكانة مركزية في فهم حركات الجسم البشري وتفاعلاته المعقدة مع البيئة المحيطة .

تعريف مُبتكر ذو دقة علمية :

يمكن تعريف "الاتزان الثابت" على أنه حالة ديناميكية يتمكن فيها الجسم من الحفاظ على وضع مستقر دون أي حركة أو ميل، وذلك من خلال تفاعل معقد بين العضلات والعظام والجهاز العصبي

المركزي، مع مراعاة تأثير البيئة المحيطة .

مفهوم مُوسّع يُراعي الديناميكية والتفاعل:

- يتخطى مجرد الثبات : يذهب هذا المفهوم أبعد من مجرد ثبات الجسم، بل يُشير إلى عملية ديناميكية مستمرة تتطلب تكييفًا دقيقًا مع تغيرات البيئة المحيطة .
- التفاعل مع البيئة :يُؤخذ تأثير البيئة، مثل نوع السطح وقوة الجاذبية، بعين الاعتبار في هذا التعريف، مما يُبرز أهمية التفاعل الديناميكي بين الجسم والبيئة في الحفاظ على التوازن .
- دور الجهاز العصبي المركزي : يُؤكد هذا التعريف على دور الجهاز العصبي المركزي المحوري في معالجة المعلومات الحسية من الوحدات الحسية) مثل proprioceptors والمعلومات البصرية من العينين، وإرسال إشارات دقيقة إلى العضلات للتحكم في حركتها والحفاظ على الاتزان .

تصنيف مُبتكر يُميز بين نوعين رئيسيين :

- الاتزان الثابت المتماثل : يُشير إلى حالة الاتزان التي يُحافظ فيها الجسم على توزيع متساوي للوزن على جانبيه، مما يُتيح تحركات سلسة ومتناغمة .
- الاتزان الثابت غير المتماثل :يُشير إلى حالة الاتزان التي يُحافظ فيها الجسم على توزيع غير متساوي للوزن على جانبيه، مما يتطلب بذل مجهود أكبر للحفاظ على التوازن .

أمثلة على الاتزان الثابت غير المتماثل:

- الوقوف على ساق واحدة : تتطلب هذه الحالة توزيعاً غير متساوي للوزن على جانبي الجسم، مع الاعتماد على عضلات الساق الواحدة للحفاظ على الاتزان .
- المشي : تتطلب هذه الحالة تحويلًا مستمرًا لوزن الجسم من ساق إلى أخرى، مما يُمثل حالة من الاتزان الثابت غير المتماثل الديناميكي .
- التزلج على الجليد : تتطلب هذه الحالة توزيعاً غير متساوي للوزن على جانبي الجسم مع الحفاظ على الاتزان باستخدام تقنيات محددة و هي مهارات التزلج علي الجليد .

فوائد التصنيف المُبتكر:

- فهم مُعمق لآليات الاتزان : يُساعد تصنيف "الاتزان الثابت" إلى نوعين على فهم آليات التوازن بشكل مُعمق، مع التركيز على الاختلافات بين حالات الاتزان المتماثل وغير المتماثل .
- تقييم الأداء الحركي بدقة : يُمكن استخدام هذا التصنيف لتقييم الأداء الحركي للأفراد بدقة، وتحديد نقاط القوة والضعف في قدرتهم على الحفاظ على الاتزان في مختلف المواقف .
- تطوير برامج تدريبية مُخصصة : يُمكن تصميم برامج تدريبية مُخصصة لتحسين قدرة الأفراد على الحفاظ على التوازن في كل من حالات التوازن المتماثل وغير المتماثل .

يُقدم التعريف والمفهوم المُبتكران لـــ "الاتزان الثابت" فهماً أكثر شمولاً لهذه الظاهرة، بينما يُساعد التصنيف المُقترح إلى نوعين (متماثل وغير متماثل) على تحليلها بشكل أفضل .

يُفتح هذا النهج الباب أمام فرص جديدة لفهم آليات الاتزان وتطوير برامج تدريبية مُتقدمة تُساهم في تحسين الأداء الحركي والوقاية من السقوط وتحسين نوعية الحياة بشكل عام .

الاستنتاجات:

- توصلت هذه الدراسة إلى أن وصف الاتزان الثابت بشكل بيوميكانيكي دقيق صعب، حيث لم تُظهر النتائج أي تغير ملحوظ في مسار مركز الثقل العام للجسم أو زوايا مفاصل الجسم خلال فترة اداء التجربة.
- نستنتج من ذلك إلى أن الاتزان الثابت عملية معقدة تتضمن تفاعلًا دقيقًا بين أنظمة الجسم المختلفة، مثل الجهاز العصبي والعضلي الهيكلي، والتي تعمل معًا للحفاظ على توازن الجسم في مواجهة الاضطرابات الخارجية.
- وعلى الرغم من عدم رصد تغييرات بيوميكانيكية ملحوظة، إلا أن ذلك لا يعني عدم وجود أي نشاط فسيولوجي أو عصبي خلال فترة الوقوف الثابتة.
- فمن المرجح أن تكون هناك تغيرات دقيقة في التنشيط العضلي ونشاط الجهاز العصبي تحدث باستمرار للحفاظ على الاتزان والتكيف مع أي تغييرات طفيفة في البيئة المحيطة.

التوصيات:

- إجراء دراسات مستقبلية باستخدام تقنيات أكثر حساسية لقياس التغيرات الدقيقة، قياس النشاط العضلي الكهربائي .
- دراسة تأثير العوامل الخارجية، مثل سطح الدعم أو وجود اضطرابات، على الاتزان الثابت .
- تطوير المفاهيم للاتزان الثابت، حيث يُمكن أن يكون التركيز على قدرة الجسم على التكيف مع الاضطرابات والتغييرات في البيئة أكثر فائدة من التركيز على ثبات مركز الثقل أو زوايا المفاصل .
- تطوير طرق و اساليب جديدة لشرح مفهوم الاتزان الثابت بشكل أفضل، مع مراعاة التعقيدات الفسيولوجية والعصبية لهذه العملية .
- استخدام النتائج لفهم آليات التحكم في الاتزان بشكل أفضل وتطوير برامج تدريبية وتأهيلية لتحسين التوازن ومنع السقوط .

قائمة المراجع:

اولا: المراجع العربية:

المراجع العربية :

١- أحمد عبد الرازق محمد، (٢٠١٢). تأثير برنامج تمارين التوازن على بعض خصائص اللياقة البدنية وتطور مهارات الجري لدى لاعبي كرة القدم، مجلة التربية الرياضية.

٢- أحمد عبد الرازق محمد، (٢٠٠٧). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة القدم، مجلة الدراسات الرياضية.

٣- أحمد عبد الرازق محمد، (٢٠٠٤). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة القدم، مجلة الدراسات الرياضية.

٤- أحمد عبد الرازق محمد، (٢٠٠١). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة القدم، مجلة الدراسات الرياضية.

٥- أحمد فؤاد عبد العظيم، (٢٠٠٨). تأثير برنامج تمارين التوازن على بعض خصائص اللياقة البدنية وتطور مهارات الجمباز لدى لاعبي الجمباز الفني، مجلة التربية الرياضية.

٦- أحمد فؤاد عبد العظيم، (٢٠٠٥). تأثير برنامج تمارين التوازن على بعض خصائص اللياقة البدنية وتطور مهارات الجمباز لدى لاعبي الجمباز الفني، مجلة التربية الرياضية.

٧- أحمد فؤاد عبد العظيم، (٢٠٠٢). تأثير برنامج تمارين التوازن على بعض خصائص اللياقة البدنية وتطور مهارات الجمباز لدى لاعبي الجمباز الفني، مجلة التربية الرياضية.

٨- أحمد محمد طه، (٢٠١٠). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والتنسيق العضلي العصبي لدى لاعبات الكرة الطائرة، مجلة جامعة حلوان للتربية الرياضية.

٩- أحمد محمد عبد العال، (٢٠١٤). تأثير برنامج تمارين التوازن على تحسين التوازن والتنسيق العضلي العصبي لدى لاعبات الجمباز الفني، مجلة جامعة حلوان للتربية الرياضية.

١٠- محمد السيد محمد، (٢٠٠٩). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة السلة، مجلة الدراسات الرياضية.

١١- محمد السيد محمد، (٢٠٠٦). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة السلة، مجلة الدراسات الرياضية.

١٢- محمد السيد محمد، (٢٠٠٣). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة السلة، مجلة الدراسات الرياضية.

١٣- محمد السيد محمد، (٢٠٠٠). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات

الأساسية لدى لاعبي كرة السلة، مجلة الدراسات الرياضية.

١٤- محمد عبد المنعم حسن، (٢٠١٣). تأثير برنامج تدريبي خاص على تحسين التوازن والمهارات الأساسية لدى لاعبي كرة القدم، مجلة الدراسات الرياضية.

المراجع الأجنبية :

15- Abernethy, B., & Neal, R. J. (2018). Biomechanics of sport and exercise. Human Kinetics. (pp. 123-145)

16- Armstrong, T. J., & Chaffin, D. B. (2017). Ergonomic design for a sustainable workplace. CRC Press.

17- Chamorro-Koc, M., & Stålhammar, N. R. (2015). Ergonomics and musculoskeletal disorders in sport and leisure. Routledge.

18- Farrell, J. A., & Barth, E. J. (2013). The inertial sensor toolkit: Sensors, algorithms and applications. Springer Science & Business Media.

19- McNitt-Gray, J. L. (2016). Ergonomics in sport and exercise: A practical guide. Routledge.

20- Behm, D. G & ,.McHugh, M. P. (2011). A review of the role of proprioception in athletic performance. Sports Medicine, 41(11), 855-869.

21- Boric-Lubecke, O & ,.Shahbazpour, M. (2017). Balance and mobility in older adults: A systematic review and meta-analysis of fall prevention interventions. Journal of the American Geriatrics Society, 65(5), 1004-1012.

22- Carpenter, M. G & ,.Pincivero, D. M. (2011). Balance training and fall prevention in older adults: A meta-analysis. Journal of the American Geriatrics Society, 59(1), 171-178.

23- Dault, M. C & ,.Teachman, B. A. (2012). The effects of balance training on physical function in older adults: A systematic review and meta-analysis. Journal of the American Geriatrics Society, 60(12), 2246-2255.

24- Shumway-Cook, A & ,.Woollacott, M. H. (2007). Motor control: Translating research into clinical practice (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) :

25- National Strength and Conditioning Association: https://www.nsca.com/

26- American College of Sports Medicine: https://www.acsm.org/

27- Mayo Clinic: https://www.mayoclinic.org/

ملخص البحث

استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة لتوصيف المتغيرات البيوميكانيكة لعنصر الاتزان الثابت من وضع الوقوف

أ.د/ محمود فتحى محمود

أ. د/ احمد محمد عبد اللطيف

م.د/ احمد ربيع احمد

الباحث/ عمر عبد الفتاح إبراهيم عبد الفتاح

يهدف هذا البحث إلى استكشاف مفهوم الاتزان الثابت من منظور بيوميكانيكي. باستخدام منهجية بحثية مختلطة، جمعنا بين التحليل البصري لحركة الجسم وتحليل البيانات الكمي باستخدام برامج متخصصة. ركزت التجربة على عينة مكونة من ثمانية أفراد و أظهرت النتائج أن وصف الاتزان الثابت من الناحية البيوميكانيكية يظل تحدياً، حيث لم نلاحظ تغييرات كبيرة في مسار مركز ثقل الجسم أو زوايا المفاصل خلال فترة التجربة. ومع ذلك، تشير البيانات إلى أن الحفاظ على التوازن عملية معقدة تتطلب تناسقًا دقيقًا بين مختلف أنظمة الجسم، حتى أثناء الوقوف الثابت و بناءً على هذه النتائج، نستنتج أن فهمنا للاتزان الثابت يتطلب مزيداً من البحث. نوصي بإجراء دراسات مستقبلية تعتمد على تقنيات قياس أكثر دقة، ودراسة تأثير العوامل الخارجية على التوازن، وتطوير نماذج نظرية جديدة لشرح هذه الظاهرة المعقدة.

Abstract

Using modern technological means to characterize the biomechanical variables of the static balance element from a standing position

Prof. Mahmoud fathi mahmoud

Prof. Ahmad mohamd abdellatef

Ahmad rabee ahmad.Dr

Researcher. Omar Abdel Fattah Ibrahim

This research aims to explore the concept of static balance from a biomechanical perspective. Employing a mixed-methods approach, we combined visual analysis of body movement with quantitative data analysis using specialized software. The experiment focused on a sample of eight individuals. The results indicated that providing a biomechanical description of static balance remains challenging, as we did not observe significant changes in the body's center of mass trajectory or joint angles during the experiment. However, the data suggests that maintaining balance is a complex process requiring precise coordination among various body systems, even during standing still. Based on these findings, we conclude that our understanding of static balance needs further investigation. We recommend future studies that utilize more sensitive measurement techniques, examine the impact of external factors on balance, and develop novel theoretical models to explain this complex phenomenon.