# تأثير برنامج تأهيلي قائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن لدى لاعبي كرة القدم

**ا.م.د بشار بنوان حسن**

**م.د احمد سعد محمود**

**ا.م.د مهدي راهي لفتة**

**ا.م.د أمين عطا حسن**

**أ.م.د ماجد حسن علي**

basharhasan@uowasit.edu.iq

**الملخص**

يُمثل عدم استقرار الكاحل المزمن تحدياً إكلينيكياً واسع الانتشار في الوسط الرياضي؛ حيث تُشير الأدبيات الطبية إلى أن ما يقرب من 75% من المصابين بالتواء الكاحل تلازمهم أعراض وظيفية مستمرة لفترات طويلة عقب الإصابة الأولية. ويهدف البحث الى التعرف على تأثير البرنامج التأهيلي في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن لدى لاعبي كرة القدم. تم استخدام المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة ذات القياسين القبلي والبعدي، على عينة عمدية مكونة من (15) لاعباً من أندية محافظة واسط ممن يعانون من عدم الاستقرار المزمن في مفصل الكاحل. طُبق البرنامج التأهيلي لمدة (8) أسابيع بواقع ثلاث وحدات أسبوعياً، حيث تضمن تمرينات تهدف إلى تنشيط الجهاز الدهليزي وتعزيز التكامل الحسي–الحركي، بالإضافة إلى تمرينات التوازن والإحساس بالمفصل والقوة العضلية. تم تقييم الكفاءة الوظيفية باستخدام أداة كمبرلاند لعدم استقرار الكاحل(CAIT) ، واختبار التوازن الديناميكي(Y Balance Test) ، واختبار الإحساس بالمفصل، واختبار القفز على قدم واحدة. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي في جميع المتغيرات، حيث تحسنت درجات أداة (CAIT) بشكل ملحوظ مع حجم تأثير كبير (Cohen's d = 2.10)، كما تحسن التوازن الديناميكي والإحساس بالمفصل والأداء الوظيفي (القفز على قدم واحدة) بقيم دالة إحصائياً وأحجام تأثير عالية. وقد استنتج الباحثون أن إدماج تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي ضمن البرامج التأهيلية يُعد أسلوباً فعالاً في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل وتقليل احتمالية تكرار الإصابة لدى لاعبي كرة القدم. ويوصي

الباحثون باعتماد تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي ضمن البرامج التأهيلية المطبقة لعلاج حالات عدم الاستقرار المزمن لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم، لما لها من دور فاعل في تحسين الاستقرار الوظيفي للمفصل.

**الكلمات المفتاحية:** عدم الاستقرار المزمن لمفصل الكاحل، التحكم العصبي–الدهليزي، التأهيل الرياضي، التوازن الديناميكي، الإحساس بالمفصل.

# The Effect of a Rehabilitation Program Based on Neuro–Vestibular Control Exercises on Improving the Functional Efficiency of the Ankle Joint with Chronic Instability in Football Players

**By**

Assist. Prof. Dr. Bashar Banwan Hassan

Lecturer Dr. Ahmed Saad Mahmoud

Assist. Prof. Dr. Mahdi Rahi Lafta

Assist. Prof. Dr. Amin Atta Hassan

Assist. Prof. Dr. Majid Hassan Ali

**Abstract**

Chronic ankle instability (CAI) represents a widespread clinical challenge in the sports domain, with medical literature indicating that approximately 75% of individuals who sustain ankle sprains continue to experience persistent functional symptoms for extended periods following the initial injury. This study aimed to investigate the effect of a rehabilitation program on improving the functional efficiency of the ankle joint in football players suffering from chronic ankle instability.

An experimental approach with a one-group pretest–posttest design was employed on a purposive sample of (15) football players from clubs in Wasit Governorate diagnosed with chronic ankle instability. The rehabilitation program was implemented over a period of (8) weeks, consisting of three sessions per week. The program included exercises designed to stimulate the vestibular system and enhance sensorimotor integration, in addition to balance training, proprioceptive exercises, and muscle strengthening activities.

Functional efficiency was assessed using the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT), the Y Balance Test, the Joint Position Sense Test, and the Single-Leg Hop Test. The results revealed statistically significant differences between pre- and post-tests in favor of the post-test across all variables. Notably, CAIT scores showed marked improvement with a large effect size (Cohen's d = 2.10). Similarly, significant improvements were observed in dynamic balance, proprioception, and functional performance (single-leg hop), all with high effect sizes.

The findings suggest that incorporating neuro-vestibular control exercises into rehabilitation programs is an effective approach for enhancing ankle joint functional efficiency and reducing the risk of recurrent injury in football players. Accordingly, the study recommends the integration of such exercises into rehabilitation protocols for managing chronic ankle instability due to their significant role in improving functional joint stability.

**Keywords**: Chronic Ankle Instability, Neuro-Vestibular Control, Rehabilitation, Dynamic Balance, Proprioception.

**المقدمة**

يُعد مفصل الكاحل من أكثر المفاصل عرضة للإصابة لدى لاعبي كرة القدم، نظراً لدوره المحوري في دعم وزن الجسم أثناء الحركة والمشاركة في تنفيذ معظم المهارات الأساسية في اللعبة مثل الجري والتمرير والتسديد والقفز. وغالباً ما تؤدي إصابات الكاحل، ولا سيما الالتواءات وعدم الاستقرار الوظيفي، إلى حدوث خلل في الأداء الحركي نتيجة التأثير في المدى الحركي للمفصل، وضعف القوة العضلية للعضلات المحيطة به، فضلاً عن التأثير في الإحساس العميق بالمفصل والتوازن الحركي(Daham & Hasan, 2022). وقد يؤدي عدم التأهيل الصحيح لهذه الإصابات إلى استمرار عدم الاستقرار الوظيفي للكاحل وزيادة احتمالية تكرار الإصابة، الأمر الذي ينعكس سلباً على الأداء الرياضي للاعبين ( Lin et al., 2022; Molina-Rueda et al., 2021).

يُمثل عدم استقرار الكاحل المزمن (Chronic Ankle Instability – CAI) تحدياً إكلينيكياً واسع الانتشار في الوسط الرياضي؛ حيث تُشير الأدبيات الطبية إلى أن ما يقرب من 75% من المصابين بالتواء الكاحل تلازمهم أعراض وظيفية مستمرة لفترات تمتد من ثمانية عشر شهراً إلى أربعة أعوام عقب الإصابة الأولية. وعلى الرغم من تفاوت معدلات الإصابة المسجلة، إلا أن التعرض لالتواء الكاحل الجانبي (Lateral Ankle Sprain) يُعد المؤشر الأبرز لنشوء حالة عدم الاستقرار المزمنة (Anandacoomarasamy & Barnsley, 2005).

يُعزى هذا الخلل وظيفياً وميكانيكياً إلى مسارين متداخلين :الأول هو عدم الاستقرار الوظيفي (Functional Instability) الناتج عن قصور في آليات الإحساس العميق (Proprioception) والتحكم العصبي العضلي، بينما يتمثل الثاني في عدم الاستقرار الميكانيكي (Mechanical Instability) الناجم عن ارتخاء الأربطة والتغيرات البنيوية في حركية المفصل. وبصرف النظر عن مسببات الإصابة، فإن التبعات التراكمية لعدم الاستقرار المزمن وما يرافقها من انخفاض في الكفاءة الوظيفية وارتفاع مستويات الإعاقة البدنية تفرض قيوداً جوهرية تحول دون استمرار الرياضيين في ممارسة نشاطهم البدني بالمستويات التنافسية المطلوبة (Hootman et al., 2007)(Swenson et al., 2009)( Hiller, Kilbreath, et al., 2011).

وقد شهدت برامج التأهيل الرياضي خلال السنوات الأخيرة تطوراً ملحوظاً، إذ لم تعد تقتصر على استعادة القوة العضلية والمدى الحركي للمفصل فحسب، بل أصبحت تركز بصورة متزايدة على تطوير التحكم العصبي-العضلي وتعزيز التكامل الحسي-الحركي المسؤول عن استقرار المفاصل أثناء الأداء الحركي. ويُعد التكامل بين الأنظمة الحسية الثلاثة المتمثلة في

الجهاز البصري والجهاز الدهليزي والجهاز الحسي العميق أحد العوامل الأساسية في الحفاظ على التوازن والتحكم الحركي أثناء النشاط البدني والرياضي.(Kocakılıç & Çil, 2024)

ويحتل الجهاز الدهليزي في الأذن الداخلية دوراً مهماً في تنظيم التوازن والتحكم في وضعية الجسم وتنسيق الحركات أثناء الأداء الحركي، إذ يعمل على إرسال معلومات حسية إلى الجهاز العصبي المركزي حول وضعية الرأس والجسم في الفراغ، مما يسهم في تنظيم الاستجابات الحركية المناسبة للحفاظ على الاستقرار. كما يسهم المنعكس الدهليزي–العيني في تثبيت الرؤية أثناء حركة الرأس، الأمر الذي يساعد على تحسين دقة الاستجابات الحركية والتوازن الديناميكي أثناء الأنشطة الرياضية (Cerbezer et al., 2023; Kızılay & Cengiz, 2023; Tramontano et al., 2024). ولتجنب التواءات الكاحل المتكررة و عدم استقرار الكاحل المزمن، يجب أن تعمل الأنظمة الدهليزية والحسية الجسدية معًا لتوفير معلومات التغذية الراجعة للحفاظ على التحكم في وضعية الجسم لتحقيق حركات متوازنة (Webster & Gribble, 2010).

وتكمن أهمية البحث في كونه يتناول أحد الاتجاهات الحديثة في مجال التأهيل الرياضي من خلال استخدام تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي ضمن برنامج تأهيلي موجه لتحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين. كما تبرز أهمية البحث في إمكانية إسهامه في تطوير البرامج التأهيلية التقليدية لإصابات الكاحل من خلال إدماج الجانب العصبي–الحسي في عملية التأهيل، الأمر الذي قد يسهم في تحسين التوازن الحركي والإحساس بالمفصل وزيادة كفاءة الأداء الوظيفي للمفصل المصاب. فضلاً عن ذلك، يمكن أن يوفر هذا البحث إطاراً علمياً يمكن أن يستفيد منه المدربون والمعالجون الفيزيائيون في تصميم برامج تأهيلية أكثر تطوراً وفعالية للرياضيين المصابين بإصابات الكاحل، ولا سيما في الألعاب الجماعية التي تتطلب مستويات عالية من التوازن والتحكم الحركي مثل كرة القدم.

وانطلاقاً من ذلك، برزت الحاجة إلى تصميم برامج تأهيلية حديثة تعتمد على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي التي تستهدف تنشيط الجهاز العصبي وتحسين التكامل الحسي–الحركي، بما يسهم في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين، والحد من احتمالية تكرار الإصابة، فضلاً عن المساهمة في تسريع عملية العودة الآمنة إلى النشاط الرياضي وهوما تسعى هذه الدراسة الى تحقيقه.

**مشكلة البحث**

تُعد حالة عدم الاستقرار المزمن لمفصل الكاحل من المشكلات الشائعة لدى لاعبي كرة القدم، وغالباً ما تظهر بعد التعرض المتكرر لالتواءات الكاحل أو نتيجة عدم اكتمال عملية التأهيل بعد الإصابة. وتؤدي هذه الحالة إلى ضعف في التوازن الحركي واضطراب الإحساس بالمفصل وانخفاض القدرة على التحكم الحركي أثناء الأداء المهاري، الأمر الذي ينعكس سلباً على كفاءة الأداء الرياضي ويزيد من احتمالية تكرار الإصابة. وعلى الرغم من اعتماد العديد من البرامج التأهيلية التقليدية على تمرينات القوة والمرونة والتوازن، إلا أن بعض اللاعبين يستمرون في المعاناة من عدم الاستقرار الوظيفي للمفصل، مما يشير إلى وجود قصور في معالجة الجوانب العصبية–الحسية المرتبطة بالتحكم الحركي. وفي ضوء الاتجاهات الحديثة التي تؤكد أهمية تنشيط الجهاز الدهليزي وتعزيز التكامل العصبي–الحسي في برامج التأهيل، يبرز تساؤل علمي حول مدى فاعلية تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي في معالجة هذه المشكلة. ومن هنا تتحدد مشكلة البحث في محاولة التعرف على تأثير برنامج تأهيلي قائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين بعدم الاستقرار المزمن للمفصل.

**أهداف البحث**

1. اعداد تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن لدى لاعبي كرة القدم.
2. التعرف على تأثير البرنامج التأهيلي في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن لدى لاعبي كرة القدم.

**فرضية البحث**

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن ولصالح القياس البعدي لدى أفراد عينة البحث.

**تعريف المصطلحات**

**البرنامج التأهيلي:**

مجموعة من التمرينات الحركية المنظمة والمخطط لها علمياً والتي تهدف إلى استعادة الوظائف الطبيعية للمفصل المصاب وتحسين كفاءته الحركية والوظيفية.

**تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي:**

مجموعة من التمرينات التي تهدف إلى تنشيط الجهاز الدهليزي وتحسين التكامل بين الأنظمة الحسية (البصرية والدهليزية والحسية العميقة) بما يسهم في تطوير التوازن والتحكم الحركي.

**الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل:**

قدرة مفصل الكاحل على أداء حركاته المختلفة بصورة طبيعية وفعالة أثناء الأنشطة الحركية والرياضية دون الشعور بالألم أو عدم الاستقرار.

**منهجية البحث وإجراءاته الميدانية**

**منهج البحث**

استخدم الباحثون المنهج التجريبي لملاءمته لطبيعة مشكلة البحث، وذلك باستخدام تصميم المجموعة التجريبية الواحدة ذات القياسين القبلي والبعدي.

**مجتمع البحث وعينته**

تكوّنَ مجتمع البحث من لاعبي كرة القدم المصابين بإصابات مفصل الكاحل في اندية محافظة واسط، وتم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من اللاعبين المصابين بعدم الاستقرار الوظيفي المزمن لمفصل الكاحل إذ بلغ عدد أفراد العينة (15) لاعباً، حيث خضعوا جميعاً للبرنامج التأهيلي المقترح. وللتأهل للمشاركة في الدراسة، كان على المتطوعين أن يكونوا نشطين بدنيًا وخاليين من أي حالات عصبية، وتحديدًا اضطرابات الجهاز الدهليزي، والقوقعة، والأذن الداخلية. بعد أن استوفي المتطوعين شروط المشاركة في الدراسة، تم شرح البروتوكول التجريبي والمخاطر المرتبطة بها، وتم الحصول على موافقتهم قبل المشاركة.

وقد تم التأكد من تجانس العينة في متغيرات العمر، والطول، والوزن، والعمر التدريبي كما في الجدول (1).

**الجدول (1)** تجانس افراد عينة البحث ن = 15

| المتغيرات | وحدة القياس | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري | معامل الالتواء | الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| **الطول** | سم | 175 | 1.11 | 0.48 | متجانس |
| **الكتلة** | كغم | 67 | 1.14 | -0.88 | متجانس |
| **العمر** | سنة | 24.4 | 1.31 | 1.89 | متجانس |
| **العمر التدريبي** | سنة | 5.5 | 1,49 | 0.879- | متجانس |

**شروط اختيار العينة**

1. أن يكون اللاعب مصاباً بإصابة عدم الاستقرار المزمن بمفصل الكاحل.
2. أن يكون اللاعب قد أنهى المرحلة العلاجية الأولية للإصابة.
3. أن يسمح الطبيب المختص للاعب بالمشاركة في البرنامج التأهيلي.
4. أن لا يعاني اللاعب من إصابات أخرى في الطرف السفلي.

**الاجهزة والوسائل والادوات المستخدمة في جمع البيانات**

لتحقيق أهداف البحث استخدم الباحثون مجموعة من الاجهزة و الوسائل والأدوات، منها:

- الميزان الطبي لقياس الوزن.
- شريط القياس لقياس الطول والمسافة.
- جهاز الجنيوميتر لقياس المدى الحركي.
- استمارات تسجيل البيانات
- ساعة توقيت.
- اداة كمبرلاند لقياس عدم استقرار الكاحل (Cumberland Ankle Instability Tool – CAIT)
- أدوات التوازن المختلفة.

- أدوات مساعدة للتمرينات (كرات طبية، حبال مطاطية، بساط أرضي، اوزان متنوعة).

**الاختبارات المستخدمة في البحث**

اعتمد الباحثون مجموعة من الاختبارات لقياس الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل، ومنها:

**1. اداة كمبرلاند لقياس عدم استقرار الكاحل (Cumberland Ankle Instability Tool – CAIT)**

يُصنف هذا الاستبيان كأداة عالمية معيارية لتقييم الاستقرار الوظيفي للكاحل من خلال قياس قدرة اللاعب على أداء الأنشطة الحركية (مثل الجري، القفز، وصعود الدرج) دون شعور بالخوف أو الالتواء.

عدد الفقرات: 9 أسئلة تركز على الأنشطة اليومية والرياضية والاجابة تتكون من خمسة بدائل.

المقياس: الدرجة الكلية من (0 إلى 30) درجة لكل قدم على حدة.

المعيار (نقطة القطع): 24درجة أو أقل: تعني وجود عدم استقرار وظيفي في الكاحل.

أكثر من 24 درجة: تعني أن الكاحل مستقر وظيفياً. (Cerbezer et al., 2023b)

**2. اختبار التوازن الديناميكي (Y Balance Test)**

**الغرض من الاختبار:** قياس قدرة اللاعب على الحفاظ على التوازن أثناء الحركة.

**وصف الأداء:** يقف اللاعب على قدم واحدة في مركز الاختبار، ثم يقوم بمد القدم الأخرى في ثلاثة اتجاهات مختلفة مع الحفاظ على التوازن.

**التسجيل:** يتم تسجيل أقصى مسافة يصل إليها اللاعب في كل اتجاه. (Plisky et al., 2009)

**3. اختبار الإحساس بالمفصل (Joint Position Sense Test)**

**الغرض من الاختبار:** قياس قدرة اللاعب على إدراك وضعية مفصل الكاحل.

**وصف الأداء:** يقوم المختبر بتحريك مفصل الكاحل إلى زاوية محددة، ثم يُطلب من اللاعب إعادة نفس الوضعية دون النظر إلى المفصل.

**التسجيل:** يتم قياس الفرق بين الزاويتين. (Han et al., 2016)(Riemann & Lephart, 2002)

**4. اختبار القفز على قدم واحدة (Single Leg Hop Test)**

**الغرض من الاختبار:** قياس الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل.

**وصف الأداء:** يقف اللاعب على القدم المصابة ويقوم بالقفز إلى الأمام لأقصى مسافة ممكنة.

**التسجيل:** تُقاس المسافة من نقطة الانطلاق إلى نقطة الهبوط. (Docherty et al., 2005)

**اجراءات البحث الميدانية**

**الاختبارات القبلية**

تم إجراء الاختبارات القبلية على عينة البحث البالغة (15) مصاب في مركز الدكتور بشار الزاملي للتأهيل الحركي في تمام الساعة الرابعة عصراً يوم الجمعة الموافق 2026/1/2.

**البرنامج التأهيلي المقترح**

قام الباحثون بإعداد برنامج تأهيلي قائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي فضلا عن تمرينات خاصة بهدف تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين.

**مدة البرنامج:** استمر البرنامج لمدة (8) أسابيع.

**عدد الوحدات التأهيلية:** ثلاث وحدات تأهيلية أسبوعياً.

**زمن الوحدة التأهيلية:** تراوح زمن الوحدة التأهيلية بين 45 – 30دقيقة.

**محتوى البرنامج:** تضمن البرنامج مجموعة من التمرينات، منها:

- تمرينات إحماء.
- تمرينات تحريك الرأس مع تثبيت النظر على هدف معين.
- تمرينات المشي مع تغيير اتجاه الرأس.
- تمرينات التوازن على قدم واحدة.
- تمرينات القفز والهبوط مع الحفاظ على التوازن.
- تمرينات تحسين الإحساس بالمفصل.
- اضافة الى تمارين تأهيلية متنوعة لتحسين القوة والمرونة والتوازن لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن.
- تمرينات تهدئة واستشفاء.

وتم تنظيم التمرينات وفق مبدأ **التدرج في مستوى الصعوبة** بما يتناسب مع حالة اللاعبين.

**الاختبارات البعدية**

تم اجراء القياسات والاختبارات البعدية على مجموعة افراد عينة البحث التجريبية في يوم الاربعاء الموافق 2026/3/4 بنفس ترتيب القياسات القبلية وتحت نفس الظروف.

**الوسائل الإحصائية**

استخدم الباحث الحقيبة الإحصائية **SPSS** لمعالجة البيانات إحصائياً، وتم استخدام الوسائل الآتية:

- الوسط الحسابي.
- الانحراف المعياري.
- اختبار (T-test) للعينات المرتبطة.
- حجم الاثر (Cohen's)

**عرض وتحليل النتائج**

يهدف هذا الجزء من الدراسة إلى عرض النتائج الإحصائية وتحليلها ومناقشتها للتحقق من تأثير البرنامج التأهيلي في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل المصاب بعدم الاستقرار المزمن لدى لاعبي كرة القدم. وللإجابة على أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها، تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية شملت: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لوصف استجابات أفراد العينة، واختبار "ت" (T–test) للعينات المرتبطة للكشف عن الفروق بين القياسين القبلي والبعدي، في المتغيرات قيد الدراسة. ويبين جدول (2) النتائج التفصيلية لاستبيان كمبرلاند.

**جدول (2) نتائج اختبار (t) للعينات المرتبطة لمقارنة درجات أداة كمبرلاند (CAIT) قبل وبعد البرنامج**

| المتغير | القياس | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة (T) المحسوبة | مستوى الثقة | حجم التأثير (Cohen`s d) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اداة كمبرلاند (CAIT) | القبلي | 17.90 | 2.11 | 12.45 | 0.001 | 2.10 |
| | البعدي | 26.70 | 1.75 | | | |

**دال إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05). الدرجة العظمى للأداة هي (30).**

من خلال عرض نتائج الجدول اعلاه ، نلاحظ ان هناك فروق بين متوسط الاختبار القبلي والبعدي للبحث، إذ نلاحظ نتائج اختبار اداة كمبرلاند (CAIT) حيث بلغت قيمة اختبار الفروق t (12.45) وكانت قيمة مستوى الثقة (0.001) وهي اصغر من قيمة مستوى دلالة (0.05). مما يدل على معنوية الفروق بين القياسين القبلي والبعدي لعينة البحث. كما تظهر قيمة حجم **التأثير (Cohen's d)** (2.10) وهي قيمة عالية مما يدل على ان البرنامج التأهيلي كان له تأثير قوي جدا في تقييم الاستقرار الوظيفي للكاحل.

**جدول (2)** الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للقياسين القبلي والبعدي

| المتغيرات | وحدة القياس | المتوسط الحسابي | | الانحراف المعياري | | قيمة (T) | مستوى الثقة | حجم التأثير (Cohen's d) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | القياس القبلي | القياس البعدي | القياس القبلي | القياس البعدي | | | |
| التوازن الديناميكي | سم | 70.88 | 87.20 | 3.21 | 2.72 | 6.45 | 0.040 | 1.67 |
| الاحساس بالمفصل | درجة | 6.20 | 2.70 | 1.12 | 0.90 | 5.88 | 0.001 | 1.55 |
| اختبار القفز على قدم واحدة | سم | 114.50 | 137.90 | 7.80 | 6.90 | 6.02 | 0.010 | 1.52 |

دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.05)

من خلال عرض نتائج الاختبارات في الجدول اعلاه ، نلاحظ ان هناك فروق بين متوسطات الاختبارات القبلية والبعدية للبحث، ففي اختبار التوازن الديناميكي بلغت قيمة اختبار الفروق t (6.45) وكانت قيمة مستوى الثقة (0.040) وهي اصغر من قيمة مستوى دلالة (0.05). مما يدل على معنوية الفروق بين القياسين القبلي والبعدي لعينة البحث. كما تظهر قيمة حجم التأثير (Cohen's d) (1.67) وهي قيمة عالية مما يدل على ان البرنامج التأهيلي كان له تأثير قوي جدا في التوازن الديناميكي.

كما نلاحظ نتائج اختبار الاحساس بالمفصل بلغت قيمة اختبار الفروق t (5.88) بينما كانت قيمة مستوى الثقة (0.001) وهي اصغر من قيمة مستوى دلالة (0.05). مما يدل على معنوية الفروق بين القياسين القبلي والبعدي لعينة البحث. كما تظهر قيمة حجم التأثير (Cohen's d) (1.55) وهي قيمة عالية مما يدل على ان البرنامج التأهيلي كان له تأثير قوي جدا في الاحساس بالمفصل.

كما نلاحظ نتائج اختبار القفز على قدم واحدة حيث بلغت قيمة اختبار الفروق t (6.02) بينما كانت قيمة مستوى الثقة (0.010) وهي اصغر من قيمة مستوى دلالة (0.05). مما يدل على معنوية الفروق بين القياسين القبلي والبعدي لعينة البحث. كما تظهر قيمة حجم التأثير (Cohen's d) (1.52) وهي قيمة عالية مما يدل على ان البرنامج التأهيلي كان له تأثير قوي جدا في القفز على قدم واحدة.

**مناقشة النتائج**

تُظهر نتائج البحث الحالي تحسناً واضحاً في الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين بعدم الاستقرار المزمن بعد تطبيق البرنامج التأهيلي القائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي، وتُعزى هذه النتائج الإيجابية في تحسن الكفاءة الوظيفية إلى طبيعة تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي التي استهدفت تكامل المدخلات الحسية الحركية. فبينما ركزت البرامج التقليدية على المفصل نفسه، ساهمت هذه التدريبات في تعزيز المنعكسات العصبية الدهليزي، مما أدى إلى تحسين سرعة الاستجابة التصحيحية للعضلات المحيطة بالكاحل عند تعرضه لضغوط مفاجئة أثناء اللعب. هذا التطور العصبي ادى مباشرة الى زيادة ثقة اللاعب في مفصله، وهو ما انعكس في الارتفاع الكبير في درجات أداة Cumberland Ankle

Instability Tool (CAIT) إضافة إلى التحسن المعنوي في متغيرات التوازن الديناميكي والإحساس بالمفصل والأداء الوظيفي المتمثل باختبار القفز على قدم واحدة. ويمكن تفسير هذه النتائج في ضوء الأسس الفسيولوجية والميكانيكية العصبية التي تعتمد عليها تمرينات التحكم العصبي–العضلي والدهليزي في إعادة تنظيم المدخلات الحسية وتحسين السيطرة الحركية للمفصل المصاب.

ففي اختبار ( **أداة كمبرلاند**) **Cumberland Ankle Instability Tool** يمكن تفسير هذا التحسن بأن التمرينات العصبية– الدهليزية تعمل على إعادة تنشيط مستقبلات الحس العميق الموجودة في الأربطة والعضلات المحيطة بالمفصل، مما يؤدي إلى تحسين الاستجابات الانعكاسية والتحكم العصبي–العضلي أثناء الحركة. وقد أكدت دراسة ( Hiller et al., 2006) أن أداة CAIT تعد مؤشراً موثوقاً لتقييم عدم الاستقرار الوظيفي للكاحل، وأن التحسن في درجاتها يعكس تحسناً فعلياً في القدرة الوظيفية للمفصل بعد برامج التأهيل. كما أشار (Hertel, 2000) إلى أن إعادة التأهيل المعتمدة على التمارين الحسية–الحركية تسهم بشكل فعال في استعادة الاستقرار الوظيفي وتقليل حدوث الالتواء المتكرر لدى الرياضيين. وهو ما يتفق مع ما أشار إليه (Cerbezer et al., 2023a) من أن دمج المدخلات الدهليزية يعزز من كفاءة المسارات العصبية الصادرة للطرف السفلي. كما تؤكد النتائج التي توصلت اليها هذه الدراسة ما ذكره (Kocakılıç & Çil, 2024) ان بروتوكول التدريب القائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي–البصري اظهر نتائج متفوقة في تحسين مؤشرات الإحساس العميق ومعايير الأداء الوظيفي ضمن برامج تأهيل لاعبي كرة القدم الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن.

كما اظهرت نتائج اختبار **التوازن الديناميكي**، تحسنا واضحا بين القياسين القبلي والبعدي، وهو ما يمكن تفسيره بدور تمرينات التحكم العصبي–العضلي في تحسين القدرة على الحفاظ على الاتزان أثناء الحركة. وتشير الأدبيات في مجال الطب الرياضي إلى أن ضعف التوازن يعد أحد أهم المؤشرات المرتبطة بعدم الاستقرار المزمن للكاحل، إذ يؤدي الخلل في التحكم العصبي–العضلي إلى تأخر الاستجابة العضلية عند التعرض للمثيرات المفاجئة أثناء الأداء الرياضي. وقد أوضح (Gribble et al., 2004; Hasan et al., 2023) أن برامج التدريب القائمة على تمارين التوازن والتحكم العصبي تؤدي إلى تحسين الأداء في اختبار **Y Balance Test** وزيادة قدرة الرياضيين على التحكم في مركز ثقل الجسم أثناء الحركة، وهو ما يقلل من احتمالية حدوث الالتواءات المتكررة لمفصل الكاحل (McGuine et al., 2000).

كما بينت نتائج البحث تحسناً معنوياً في **الإحساس بالمفصل (Joint Position Sense)**، وهو مؤشر مهم على كفاءة نظام الحس العميق للمفصل. ويُعزى هذا التحسن إلى أن التمرينات التأهيلية المستخدمة في البرنامج ركزت على تنشيط المستقبلات الميكانيكية في الأربطة والعضلات، الأمر الذي يعزز دقة إدراك وضعية المفصل أثناء الحركة. ويشير (Prentice, 2009) إلى أن الإصابات المتكررة في أربطة الكاحل تؤدي إلى خلل في عمل المستقبلات الحسية مما يضعف القدرة على إدراك وضعية المفصل، وأن برامج التأهيل القائمة على التمارين الحسية–الحركية يمكن أن تعيد تدريب الجهاز العصبي المركزي على معالجة هذه المدخلات الحسية بشكل أكثر كفاءة ، وقد أظهرت دراسة (Kim et al., 2014) وجود فروق معنوية في دقة إدراك وضعية مفصل الكاحل بين الأفراد المصابين بعدم الاستقرار الوظيفي والأصحاء، مما يدل على وجود خلل في الحس العميق لدى هذه الفئة. كما أوضحت دراسة (Yekdaneh & Mutlu, 2024) أن برامج التدريب المعتمدة على تمارين التوازن والقوة تسهم بشكل فعال في تحسين الإحساس بالمفصل وتقليل مخاطر الإصابة المتكررة لدى المصابين بعدم الاستقرار المزمن للكاحل.

أما التحسن الذي ظهر في **اختبار القفز على قدم واحدة**، فيعكس تطوراً في القدرة الوظيفية والقوة العضلية والتنسيق الحركي للمفصل المصاب. ويُعد هذا الاختبار من المؤشرات المهمة لقياس القدرة على العودة إلى النشاط الرياضي، إذ يجمع بين عناصر القوة والتوازن والسيطرة العصبية–العضلية. وقد أشار (Doherty et al., 2016) إلى أن الرياضيين المصابين بعدم الاستقرار المزمن للكاحل غالباً ما يظهرون انخفاضاً في الأداء في اختبارات القفز والمهام الوظيفية، وأن البرامج التأهيلية التي تتضمن تمارين التوازن والقوة والتحكم العصبي تساعد في تحسين الأداء الحركي وتقليل خطر الإصابة المتكررة. وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Negrete et al., 2021) إلى أن اختبارات القفز الأحادي تُستخدم على نطاق واسع في برامج التأهيل لتحديد مدى جاهزية الرياضيين للعودة إلى النشاط الرياضي، لأنها تحاكي متطلبات الأداء الرياضي وتكشف عن الفروق الوظيفية بين الطرفين. كذلك أوضح (Ko et al., 2017) أن اختبار القفز على قدم واحدة يمكن أن يساعد، عند استخدامه مع اختبارات التوازن، في الكشف عن حالات عدم الاستقرار المزمن لمفصل الكاحل لدى الرياضيين.

وفي المجمل، تتفق نتائج البحث الحالي مع العديد من الدراسات الحديثة التي أكدت فاعلية برامج التأهيل المعتمدة على التمرينات العصبية–العضلية وتمارين التوازن في تحسين الاستقرار الوظيفي لمفصل الكاحل لدى الرياضيين. فقد توصلت دراسة (Hiller, Nightingale, et al., 2011) إلى أن برامج التدريب الحسي–الحركي تؤدي إلى تحسين ملحوظ في

الاستقرار الوظيفي والتوازن لدى المصابين بعدم الاستقرار المزمن للكاحل، كما أوضح (Hertel, 2000) أن إعادة التأهيل القائمة على التمرينات العصبية–العضلية تعد من أكثر الأساليب فعالية في تقليل تكرار الإصابة وتحسين الأداء الرياضي.

وعليه يمكن القول إن البرنامج التأهيلي القائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي أسهم بشكل فعال في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين بعدم الاستقرار المزمن، وذلك من خلال تطوير التوازن الديناميكي وتعزيز الإحساس بالمفصل وتحسين القدرة الوظيفية للأداء الحركي. وتؤكد هذه النتائج أهمية إدخال مثل هذه البرامج في الخطط التأهيلية الخاصة بلاعبي كرة القدم، لما لها من دور في استعادة الاستقرار الوظيفي للمفصل والحد من تكرار الإصابة وتحسين القدرة على العودة الآمنة إلى المنافسات الرياضية.

**الاستنتاجات**

1. أظهر البرنامج التأهيلي القائم على تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي فاعلية واضحة في تحسين الكفاءة الوظيفية لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم المصابين بعدم الاستقرار المزمن، كما انعكس ذلك في التحسن المعنوي في درجات أداة Cumberland Ankle Instability Tool بين القياسين القبلي والبعدي.
2. أسهمت التمرينات التأهيلية المستخدمة في البرنامج في تحسين التوازن الديناميكي لدى أفراد عينة البحث، مما يدل على دورها في تعزيز التحكم العصبي–العضلي والتكامل الحسي الحركي المسؤول عن المحافظة على الاتزان أثناء الأداء الحركي.
3. أدى البرنامج التأهيلي إلى تطوير الإحساس بالمفصل (Joint Position Sense) ، وهو ما يشير إلى تحسن كفاءة نظام الحس العميق لمفصل الكاحل وزيادة القدرة على إدراك وضعية المفصل أثناء الحركة.
4. تحقق تحسن ملحوظ في الأداء الوظيفي للطرف السفلي كما ظهر في نتائج اختبار القفز على قدم واحدة، الأمر الذي يعكس تطور القدرة العضلية والتوافق العصبي–العضلي الضروري للأداء الحركي لدى لاعبي كرة القدم.
5. تؤكد نتائج البحث أن إدماج تمرينات التحكم العصبي–الدهليزي ضمن برامج التأهيل الرياضي يُعد من الأساليب الفعالة في استعادة الاستقرار الوظيفي لمفصل الكاحل والحد من مظاهر عدم الاستقرار المزمن لدى لاعبي كرة القدم.

**التوصيات**

1- اعتماد تمرينات التحكم العصبي-الدهليزي ضمن البرامج التأهيلية المطبقة لعلاج حالات عدم الاستقرار المزمن لمفصل الكاحل لدى لاعبي كرة القدم، لما لها من دور فاعل في تحسين الاستقرار الوظيفي للمفصل.

2- ضرورة اهتمام المدربين والمعالجين المختصين بإدخال تمرينات التوازن والتدريب الحسي-الحركي ضمن برامج الإعداد البدني والتأهيلي للرياضيين، للحد من تكرار إصابات مفصل الكاحل.

3- إجراء دراسات مستقبلية تتناول تأثير البرامج التأهيلية القائمة على التحكم العصبي-العضلي على عينات أكبر ومن فئات رياضية مختلفة، مع دراسة متغيرات وظيفية أخرى مرتبطة بالأداء الحركي.

**References**

Anandacoomarasamy, A., & Barnsley, L. (2005). Long term outcomes of inversion ankle injuries. British Journal of Sports Medicine, 39(3), e14–e14. https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.011676

Binay-Bolat, K., Aydogan, Z., Ocak, E., & Tokgoz-Yilmaz, S. (2024). Evaluation of the vestibulo-ocular reflex with the functional head impulse test in people with motion sickness. The Egyptian Journal of Otolaryngology, 40(1), 37. https://doi.org/10.1186/s43163-024-00596-3

Cerbezer, N., Çil, E. T., & Subaşı, F. (2023a). The effect of neuromuscular and vestibular-ocular reflex training program on balance, isokinetic muscle strength and proprioception in people with chronic ankle instability. The Foot, 56, 101992. https://doi.org/10.1016/j.foot.2023.101992

Cerbezer, N., Çil, E. T., & Subaşı, F. (2023b). The effect of neuromuscular and vestibular-ocular reflex training program on balance, isokinetic muscle strength and proprioception in people with chronic ankle instability. The Foot, 56, 101992. https://doi.org/10.1016/j.foot.2023.101992

Daham, F., & Hasan, B. B. (2022). The effect of exercises with a designed device on the kinematic ranges of the ankle joint with partial rupture of football players. Wasit Journal Of Sport Sciences, 7(2). https://doi.org/10.31185/wjoss.12

Docherty, C. L., Arnold, B. L., Gansneder, B. M., Hurwitz, S., & Gieck, J. (2005). Functional-Performance Deficits in Volunteers With Functional Ankle Instability. Journal of Athletic Training, 40(1), 30–34.

Doherty, C., Bleakley, C., Hertel, J., Caulfield, B., Ryan, J., & Delahunt, E. (2016). Dynamic balance deficits in individuals with chronic ankle instability compared to ankle sprain copers 1 year after a first-time lateral ankle sprain injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 24(4), 1086–1095. https://doi.org/10.1007/s00167-015-3744-z

Gribble, P. A., Hertel, J., Denegar, C. R., & Buckley, W. E. (2004). The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control. Journal of Athletic Training, 39(4), 321–329.

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. Journal of Sport and Health Science, 5(1), 80–90. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004

Hasan, B. B., Watheq Kazem, & Qasim Ali. (2023). The sport injuries common and reason Abstract in the team sports for physical education and sport sciences for students. Wasit Journal of Sports Sciences, 11(4). https://doi.org/10.31185/wjoss.97

Hertel, J. (2000). Functional Instability Following Lateral Ankle Sprain: Sports Medicine, 29(5), 361–371. https://doi.org/10.2165/00007256-200029050-00005

Hiller, C. E., Kilbreath, S. L., & Refshauge, K. M. (2011). Chronic Ankle Instability: Evolution of the Model. Journal of Athletic Training, 46(2), 133–141. https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.2.133

Hiller, C. E., Nightingale, E. J., Lin, C.-W. C., Coughlan, G. F., Caulfield, B., & Delahunt, E. (2011). Characteristics of people with recurrent ankle sprains: A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 45(8), 660–672. https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.077404

Hiller, C. E., Refshauge, K. M., Bundy, A. C., Herbert, R. D., & Kilbreath, S. L. (2006). The Cumberland Ankle Instability Tool: A Report of Validity and Reliability Testing. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 87(9), 1235–1241. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.05.022

Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. Journal of Athletic Training, 42(2), 311–319.

Kim, C.-Y., Choi, J.-D., & Kim, H.-D. (2014). No correlation between joint position sense and force sense for measuring ankle proprioception in subjects with healthy and functional ankle instability. Clinical Biomechanics, 29(9), 977–983. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2014.08.017

Kızılay, F., & Cengiz, D. U. (2023). A comparison of functional vestibulo-ocular reflex and proprioception in athletes of combat sports and ball sports. Heliyon, 9(7), e17540. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17540

Ko, J., Rosen, A. B., & Brown, C. N. (2017). Comparison Between Single and Combined Clinical Postural Stability Tests in Individuals With and Without Chronic Ankle Instability.

Clinical Journal of Sport Medicine, 27(4), 394–399. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000354

Kocakılıç, B., & Çil, E. T. (2024). The effects of neuro-vestibular-ocular exercises and myofascial release on proprioception and performance in football players with chronic ankle instability. Isokinetics and Exercise Science, 32(4), 315–325. https://doi.org/10.3233/IES-240002

Lin, J.-Z., Lin, Y.-A., Tai, W.-H., & Chen, C.-Y. (2022). Influence of Landing in Neuromuscular Control and Ground Reaction Force with Ankle Instability: A Narrative Review. Bioengineering, 9(2), 68. https://doi.org/10.3390/bioengineering9020068

McGuine, T. A., Greene, J. J., Best, T., & Leverson, G. (2000). Balance As a Predictor of Ankle Injuries in High School Basketball Players: Clinical Journal of Sport Medicine, 10(4), 239–244. https://doi.org/10.1097/00042752-200010000-00003

Molina-Rueda, F., Cuesta-Gómez, A., Carratalá-Tejada, M., Koutsou, A., Fernández-González, P., & Alguacil-Diego, I. M. (2021). Ankle muscle activation during the limits of stability test in subjects with chronic ankle instability. Physical Therapy in Sport, 47, 134–139. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.11.033

Negrete, R., Simms, S., Gross, J., Nunes Rabello, L., Hixon, M., Zeini, I. M., Jenkins, W. L., & Davies, G. J. (2021). The Test Re-Test Reliability of A Novel Single Leg Hop Test (T-Drill Hop Test). International Journal of Sports Physical Therapy, 16(3). https://doi.org/10.26603/001c.23677

Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star

excursion balance test. North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT, 4(2), 92–99.

Prentice, W. E. (2009). Therapeutic modalities: For sports medicine and athletic training. (No Title).

Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. Journal of Athletic Training, 37(1), 80–84.

Swenson, D. M., Yard, E. E., Fields, S. K., & Dawn Comstock, R. (2009). Patterns of Recurrent Injuries among US High School Athletes, 2005–2008. The American Journal of Sports Medicine, 37(8), 1586–1593. https://doi.org/10.1177/0363546509332500

Tramontano, M., Casagrande Conti, L., Orejel Bustos, A. S., Ferri, N., Lelli, T., Nocentini, U., Grasso, M. G., Turolla, A., Pillastrini, P., & Manzari, L. (2024). Abnormal Vestibulo–Ocular Reflex Function Correlates with Balance and Gait Impairment in People with Multiple Sclerosis. Audiology Research, 14(5), 799–808. https://doi.org/10.3390/audiolres14050067

Webster, K. A., & Gribble, P. A. (2010). Functional Rehabilitation Interventions for Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. Journal of Sport Rehabilitation, 19(1), 98–114. https://doi.org/10.1123/jsr.19.1.98

Yekdaneh, A., & Mutlu, Ç. Y. (2024). Effects of Balance and Strength Training for Ankle Proprioception in People with Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Study. Journal of the American Podiatric Medical Association, 114(3), 23–008. https://doi.org/10.7547/23-008