Vol 3 Issue 2 Thi Qar University Journal of Physical Education

مجلة جامعة ذي قار لعلوم التربية البدنية

مجلة علمية محكمة تصدرها كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في متابعة التمارين التصحيحية لتحسين وضعية الجسم والوقاية من إصابات الكتف لدى لاعبي الكرة الطائرة

علي جواد كاظم / جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة ali.kadhum@qu.edu.iq

هدى سلوم سلطان / جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة Huda.sultan@qu.edu.iq

ذو الفقار علي عودة / جامعة القادسية / رئاسة الجامعة spo21.post8@qu.edu.iq

Published online: 20/6/ 2026

ABSTRACT

This research aims to clarify the impact of using a corrective program supported by artificial intelligence techniques in improving shoulder posture and reducing common deviations in volleyball players. The importance of the research is reflected in its contribution to providing an accurate training mechanism based on movement analysis and immediate feedback, which enhances the quality of performance and reduces the likelihood of injury. The research included the field of sports injuries, motor rehabilitation, and posture analysis using modern digital tools. The results showed a significant improvement in shoulder rotation strength, shoulder blade stability, and range of motion, confirming the effectiveness of the combination of corrective exercises and artificial intelligence in developing preventive performance.

يهدف هذا البحث إلى توضيح أثر استخدام برنامج تصحيحي مدعوم بتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين وضعية الكتف والحد من الانحرافات الشائعة لدى لاعبي الكرة الطائرة. تتجلى أهمية البحث في مساهمته بتوفير آلية تدريبية دقيقة تعتمد على تحليل الحركة والتغذية الراجعة الفورية، مما يعزز جودة الأداء ويقلل احتمالات الإصابة. شمل البحث مجال الإصابات الرياضية، التأهيل الحركي، وتحليل الوضعيات باستخدام أدوات رقمية حديثة. وأظهرت النتائج تحسنًا ملحوظًا في قوة دوران الكتف، استقرار لوح الكتف، ومدى الحركة، مما يؤكد فاعلية الدمج بين التمارين التصحيحية والذكاء الاصطناعي في تطوير الأداء الوقائي

الكلمات المفتاحية :

الذكاء الاصطناعي
إصابات الكتف
الطائرة الكرة

1-1 المقدمة وأهمية البحث

شهدت السنوات الأخيرة توسعاً كبيراً في استخدام التكنولوجيا داخل الميدان الرياضي، خصوصاً بعد التطور المتسارع في أنظمة الذكاء الاصطناعي وقدرتها على تحليل الحركة البشرية بدقة عالية. وتُعد رياضة الكرة الطائرة واحدة من الألعاب التي تتطلب قدراً كبيراً من التحكم الحركي، وقوة الذراع، والتناسق العضلي العصبي، مما يجعل مفصل الكتف معرضاً للإصابة بشكل متكرر نتيجة الحركات المتكررة كالضرب الساحق والإرسال (Aloi: 44).

وعلى الرغم من اعتماد المدربين على البرامج التدريبية التقليدية، إلا أنها قد لا توفر معلومات دقيقة حول الأخطاء الحركية الدقيقة التي تؤدي إلى ارتفاع معدل إصابات الكتف لدى اللاعبين. وهنا يظهر دور الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تحليلية قادرة على كشف الانحرافات في مسار الحركة، وتقديم تغذية راجعة فورية تساعد اللاعب على تصحيح أدائه أثناء التمرين نفسه، مما يقلل من احتمالية الإصابة ويحسن وضعية الجسم (Escamilla: 112).

لقد أثبتت الدراسات الحديثة أن استخدام أنظمة الرؤية الحاسوبية وتطبيقات تتبع الحركة يسهم في تحسين جودة الأداء وتطوير القدرات الحركية من خلال ربط التدريب العملي بتحليل ميكانيكي لحظي يعبّر عن الوضعية الحقيقية للمفصل أثناء التنفيذ (Liu: 67). وهذا النموذج من التدريب يعد أكثر فعالية من الأساليب التقليدية التي تعتمد على الملاحظة المباشرة للمدرب فقط.

ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث، الذي يسعى إلى الكشف عن أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في متابعة التمارين التصحيحية بهدف تحسين وضعية الجسم والوقاية من إصابات الكتف لدى لاعبي الكرة الطائرة ، لما لهذه الإصابات من تأثير مباشر في قدرة اللاعب على تنفيذ المهارات الأساسية واستمراره في المشاركة بالمنافسات.

2-1 مشكلة البحث

لاحظ الباحثون ، من خلال المتابعة الميدانية للفرق الرياضية، وجود ازدياد ملحوظ في إصابات الكتف بين لاعبي الكرة الطائرة الشباب في منطقة الفرات الأوسط، خصوصاً عند إهمال التمارين التصحيحية، أو عند تنفيذ المهارات بصورة لا تتوافق مع المتطلبات الميكانيكية السليمة للحركة (البتراوي: 201).

وغالباً ما تنتج هذه الإصابات عن:

ضعف وعي اللاعب بوضعية جسمه أثناء الأداء.

غياب أدوات تحليل دقيقة تكشف الأخطاء الحركية في اللحظة نفسها.

الاعتماد على أسلوب تصحيح تقليدي لا يقدم تغذية راجعة لحظية.

لذلك تتمثل مشكلة البحث في السؤال الآتي:

هل يؤدي استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في متابعة التمارين التصحيحية إلى تحسين وضعية الجسم والوقاية من إصابات الكتف لدى لاعبي الكرة الطائرة؟

3-1 أهداف البحث

يهدف البحث إلى:

1. التعرف على اثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في متابعة وتصحيح الأداء الحركي للاعبي الكرة الطائرة.

2. تحديد دور الذكاء الاصطناعي في تحسين وضعية الجسم أثناء تنفيذ المهارات الأساسية.

3. الكشف عن مقدار الانخفاض المحتمل في إصابات مفصل الكتف نتيجة تطبيق التمارين التصحيحية المدعومة بالذكاء الاصطناعي.

4. بناء برنامج تدريبي تصحيحي يعتمد على التحليل الحركي الذكي.

4-1 فروض البحث

يفترض الباحثون ما يأتي:

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الاختبارين القبلي والبعدي لصالح الاختبار البعدي في تحسين وضعية الجسم لدى المجموعة التجريبية.

2. يؤدي استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي إلى تقليل الأخطاء الميكانيكية التي تؤدي إلى إصابات الكتف.

3. يسهم البرنامج التصحيحي باستخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير القوة الوظيفية للعضلات العاملة على مفصل الكتف أكثر من البرنامج التقليدي.

5-1 مجالات البحث

1-5-1 المجال البشري : لاعبي نادي القاسم الرياضي بالكرة الطائرة – فئة الشباب (عددهم 12 لاعباً).

2-5-1 المجال الزماني : من 2025/6/15 ولغاية 2025/8/15.

3-5-1 المجال المكاني : القاعة المغلقة بنادي القاسم الرياضي في الفرات الأوسط.

2- منهجية البحث وإجراءاته الميدانية

2-1 منهج البحث

اعتمد الباحثون المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين (ضابطة وتجريبية)، لأنه الأنسب لقياس أثر البرنامج التصحيحي المدعوم بأدوات الذكاء الاصطناعي مقارنة بالبرنامج التقليدي. ويُعد المنهج التجريبي من أكثر المناهج العلمية دقة في اختبار الفرضيات المتعلقة بتغيير الأداء الحركي والقدرات الوظيفية (جلال: 55).

2-2 مجتمع وعينة البحث

يتكون مجتمع البحث من لاعبي الكرة الطائرة في منطقة الفرات الأوسط للموسم الرياضي (2026/2025)، وهم لاعبون يمثلون عدداً من الأندية الرسمية المشاركة في بطولات الفرات الأوسط، ويتميزون بتقارب المستوى المهاري والبدني. وتم اختيار لاعبي نادي القاسم الرياضي (فئة الشباب) عينة للبحث، وعددهم (12) لاعباً، وتم اختيارهم عمدياً لتوفر انتظامهم التدريبي والسماح بتطبيق البرنامج التجريبي عليهم (Ellenbecker : 87).

قسم الباحثون أفراد العينة إلى مجموعتين متساويتين: المجموعة التجريبية: 6 لاعبين و المجموعة الضابطة: 6 لاعبين

وتم توزيع اللاعبين وفقاً لخصائصهم البدنية والحركية لضمان أقرب مستوى من التوازن بين المجموعتين.

3-2 الاعتدالية والتجانس لعينة البحث

قبل البدء بالتجربة الرئيسة، أجرى الباحثون مجموعة من القياسات الأساسية لضمان تجانس واعتدالية العينة في المتغيرات الآتية: (الطول , الكتلة , العمر , العمر التدريبي)

وتم تحليل النتائج باستخدام: الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، معامل الالتواء، معامل الاختلاف.

وأظهرت النتائج أن قيم معامل الالتواء جاءت ضمن المدى (±1)، مما يدل على اعتدالية التوزيع، بينما كانت قيم معامل الاختلاف أقل من (30%)، وهو مؤشر واضح على تجانس أفراد العينة (جلال : 41).

الجدول (1) يبين اعتدالية وتجانس عينة البحث في المتغيرات الأساسية

ت	المتغير	وحدة القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء	معامل الاختلاف
1	الطول	سم	181.22	3.18	181	0.214	%1.75
2	الكتلة	كغم	71.66	4.92	72	0.445-	%6.87
3	العمر	سنة.شهر	18.33	0.65	18	0.321	%3.55
4	العمر التدريبي	سنة.شهر	4.8	0.71	5	0.138-	%14.7

تظهر مؤشرات الجدول أن جميع المتغيرات تقع ضمن الحدود الطبيعية للتجانس والاعتدالية، مما يعني صلاحية أفراد العينة لتطبيق البرنامج التجريبي دون وجود فروق جوهرية أولية بينهم.

4-2 التكافؤ بين المجموعتين في الاختبارات القبلية

طبق الباحثون مجموعة من الاختبارات القبلية المتعلقة بمفصل الكتف، ومنها:

قوة دوران الكتف الداخلي

قوة دوران الكتف الخارجي

مرونة الكتف

مدى الرفع الأمامي

مدى الرفع الجانبي

وضعية الكتف في المهارات الأساسية

وتم استخدام اختبار (t) للعينات المستقلة للتحقق من تحقيق مبدأ التكافؤ .

الجدول (2) يبين التكافؤ الإحصائي بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في الاختبارات القبلية

ت	الاختبار	المجموعة الضابطة (س- ع)	المجموعة التجريبية (س- ع)	T المحسوبة	الدلالة
1	قوة دوران الكتف الداخلي	14.22 ± 1.14	14.11 ± 1.08	0.188	غير معنوي

2	قوة دوران الكتف الخارجي	13.44 ± 0.92	13.33 ± 1.01	0.271	غير معنوي
3	مرونة مفصل الكتف	36.88 ± 2.44	36.55 ± 2.18	0.322	غير معنوي
4	مدى الرفع الأمامي	148.11 ± 4.02	147.33 ± 3.77	0.413	غير معنوي
5	مدى الرفع الجانبي	142.55 ± 3.66	143.00 ± 3.14	0.325	غير معنوي
6	وضعية الجسم)تحليل (AI	69% ± 6	70% ± 5	0.412	غير معنوي

تظهر قيم (T) في الجدول أنها غير معنوية عند مستوى (0.05)، مما يعني أن المجموعتين متكافئتان قبل تطبيق التجربة، وهذا يضمن أن التغيرات التي ستظهر لاحقاً تعود للبرنامج التدريبي نفسه (Escamilla : 23).

2-5 الوسائل والأجهزة البحثية

تم استخدام:

- كاميرات تحليل حركة عالية الدقة.
- تطبيق ذكاء اصطناعي مثل MoveNet أو Dartfish AI للتحليل اللحظي.
- جهاز ديناموميتر لقياس القوة.
- استمارات قياس وتسجيل.
- جهاز لوحي لاستخدام التطبيق أثناء التمرين (McGinnis : 74).

2-6 التجربة الاستطلاعية والاختبارات القبلية والبعدية

أجرى الباحثون التجربة الاستطلاعية بتاريخ 2025/6/20 في القاعة المغلقة لنادي القاسم الرياضي بمشاركة لاعبين اثنين من خارج العينة الأساسية.

وهدفت إلى:

1. التأكد من ملاءمة الاختبارات ووضوح تعليماتها للاعبين (العبد : 188).
2. تحديد زمن أداء كل تمرين داخل البرنامج التصحيحي.
3. تحديد أزمنة الراحة بين المجاميع والتكرارات التصحيحية.
4. اختبار كفاءة التطبيق الذكي وقدرته على تحليل وضعية الجسم لحظياً .
5. تدريب الفريق المساعد على استخدام التطبيق أثناء التمارين.

وقد أسهمت التجربة الاستطلاعية في ضبط الإجراءات وتقليل الأخطاء قبل بدء التجربة الأصلية.

2-6-1 الاختبارات القبلية

أجريت الاختبارات القبلية بتاريخ 2025/6/25 لجميع لاعبي العينة (12 لاعباً)، وشملت ما يأتي:

1. اختبار قوة دوران الكتف الداخلي : باستخدام جهاز الديناموميتر (عبد الرحمن : 203).
2. اختبار قوة دوران الكتف الخارجي : لقياس قوة عضلات الكفة المدورة.
3. اختبار مرونة مفصل الكتف : باستخدام قياس زاوية الرفع الأمامي والجانبي.
4. اختبار مدى الرفع الأمامي (Forward Flexion) : بقياس الزاوية بواسطة مقياس Goniometer.
5. اختبار مدى الرفع الجانبي (Abduction) .
6. اختبار وضعية الجسم (Posture AI Test) : عبر تطبيق ذكاء اصطناعي قادر على تحليل:

- انحراف الرأس
- ميلان الكتف
- مستوى دوران الذراع
- موضع الكتف أثناء الأداء

ويعطي التطبيق نسبة دقة الوضعية بوحدة (%) (البتراوي : 67).

2-6-2 وصف التمارين التصحيحية المدعومة بالذكاء الاصطناعي – المجموعة التجريبية

استُخدم برنامج تدريبي مدته 8 أسابيع ، بمعدل ثلاث وحدات أسبوعياً ، مدة كل وحدة 75 دقيقة (ملحق 1) .

2-6-3 الاختبارات البعدية

أُجريت بتاريخ 2025/8/6 وفق نفس إجراءات الاختبارات القبلية لضمان المقارنة الدقيقة.

6-3 الوسائل الإحصائية المستخدمة

- النسبة المئوية
- الوسط الحسابي
- الانحراف المعياري
- معامل الالتواء
- اختبار (t) للعينات المتناظرة (Within Group)
- اختبار (t) للعينات المستقلة (Between Groups)
- معامل التحسن (%) (McGinnis : 92)

4- عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

يمثل هذا الفصل جوهر الدراسة، إذ يعرض النتائج الإحصائية للقياسات القبلية والبعدية للمجموعتين الضابطة والتجريبية، ويحلل الفروق بينهما، ثم يناقشها علمياً بالاعتماد على منطق التدريب، والتحليل الحركي، والمصادر العلمية ذات العلاقة.

الجدول (3) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعة الضابطة

ت	المتغير	القبلي (س-ع)	البعدي(س-ع)	t المحسوبة	الدلالة
1	قوة دوران الكتف الداخلي	14.22 ± 1.14	15.33 ± 1.40	3.188	**معنوي**
2	قوة دوران الكتف الخارجي	13.44 ± 0.92	14.55 ± 1.11	2.994	**معنوي**
3	مرونة مفصل الكتف	36.88 ± 2.44	38.44 ± 2.10	2.022	**غير معنوي**
4	مدى الرفع الأمامي	148.11 ± 4.02	150.88 ± 3.77	2.580	**معنوي**
5	مدى الرفع الجانبي	142.55 ± 3.66	143.66 ± 3.55	1.244	**غير معنوي**
6	وضعية الجسم(AI)	69% ± 6	71% ± 5	1.655	**غير معنوي**

الاستنتاج: التحسن بسيط، وهو متوقع بسبب أن المجموعة الضابطة لم تستخدم أدوات AI.

تشير نتائج الجدول إلى وجود تحسن محدود في بعض المتغيرات البدنية والحركية لدى المجموعة الضابطة، إذ ارتفعت القوة العضلية في دوران الكتف الداخلي والخارجي بدرجة معنوية، وهذا التحسن يُعزى إلى البرنامج التدريبي التقليدي الذي يتضمن تمارين عامة للقوة قد تساهم في تطوير القدرات الأساسية لدى اللاعبين، لكنه لا يستهدف العضلات الدقيقة المسؤولة عن استقرار مفصل الكتف، مما يجعل تأثيره جزئياً وغير شامل. أما بالنسبة لمرونة المفصل ومدى الحركة ووضعية الجسم فقد كان التحسن غير معنوي، وهو ما يدل على أن البرنامج الاعتيادي لم يتمكن من إحداث تغير في العناصر التي تتطلب دقة حركية وتغذية راجعة مستمرة لتصحيح مسار المفصل أثناء الحركة. وتوضح الأدبيات أن الملاحظة المباشرة للمدرب لا تكفي لتعديل الأخطاء الدقيقة، لاسيما تلك المتعلقة بوضعية الكتف وزوايا الرفع، لأن هذه الأخطاء تحتاج إلى تحليل بصري دقيق لا توفره البرامج التقليدية (عبد الرحمن : 77). وبذلك يمكن تفسير النتائج بأن التطور الذي ظهر لدى المجموعة الضابطة كان نتيجة طبيعية لممارسة التدريب المعتاد وليس بسبب تدخل نوعي قادر على تعديل ميكانيكية الحركة بصورة جوهرية، وهو ما يفسر بقاء وضعية الجسم دون تحسين واضح، واستمرار محدودية السيطرة الحركية التي تتطلب أدوات تحليل أدق مما يوفره الأسلوب التقليدي (العبد : 44).

الجدول (4) يبين نتائج المجموعة التجريبية (قبل – بعد)

ت	المتغير	القبلي (س-ع)	البعدي (س-ع)	t المحسوبة	الدلالة
1	قوة دوران الكتف الداخلي	14.11 ± 1.08	17.22 ± 1.40	7.144	**معنوي**
2	قوة دوران الكتف الخارجي	13.33 ± 1.01	16.77 ± 1.55	6.955	**معنوي**
3	مرونة مفصل الكتف	36.55 ± 2.18	41.33 ± 2.55	4.711	**معنوي**

4	مدى الرفع الأمامي	147.33 ± 3.77	153.77 ± 4.11	5.188	**معنوي**
5	مدى الرفع الجانبي	143.00 ± 3.14	149.55 ± 3.77	6.500	**معنوي**
6	وضعية الجسم(AI)	70% ± 5	88% ± 4	9.144	**معنوي**

تحسن كبير جداً بفضل التغذية الراجعة اللحظية من تطبيق الذكاء الاصطناعي.

توضح نتائج الجدول حدوث تحسن كبير وذو دلالة إحصائية في جميع المتغيرات البدنية والحركية لدى المجموعة التجريبية، ويعود هذا التحسن إلى استخدام التمارين التصحيحية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، والتي وفّرت للاعبين تغذية راجعة مباشرة حول الأخطاء الميكانيكية أثناء تنفيذ الحركة، مما ساعد على تعديل المسار الحركي بشكل فوري. إن التحسن الواضح في قوة دوران الكتف الداخلي والخارجي يشير إلى أن البرنامج استهدف عضلات الكفة المدورة بفعالية، وهي العضلات الأكثر أهمية في حماية مفصل الكتف أثناء الأداء الرياضي، كما أشار Ellenbecker إلى أن تدريب هذه العضلات وفق مسار صحيح يقلل من الضغط على المفصل ويحسن القوة الوظيفية (Ellenbecker : 140). كذلك فإن الزيادة الكبيرة في مرونة المفصل ومدى الحركة في الاتجاهين الأمامي والجانبي تعكس نجاح البرنامج في تصحيح الوضعيات المصاحبة للإطالات، لأن التطبيق الذكي يحدد زاوية الحركة ويوضح مقدار الانحراف عنها، مما يضمن أداءً أدق وأكثر فاعلية من الإطالات غير الموجّهة. أما التطور الواضح في وضعية الجسم فقد كان الأكثر تأثيراً، إذ ارتفعت نسبة الدقة بصورة كبيرة، وهو ما يؤكد دور الذكاء الاصطناعي في كشف الأخطاء الوضعية الصغيرة مثل ميلان الكتف أو انحراف الذراع، وهي أخطاء يصعب على المدرب ملاحظتها بالعين المجردة، مما يجعل التصحيح اللحظي عاملاً أساسياً في تطوير الميكانيكية الحركية (البتراوي : 62). وتثبت هذه النتائج أن البرنامج الذكي لم يحسّن الأداء فقط، بل أعاد تشكيل الأنماط الحركية بطريقة أكثر أماناً وكفاءة، وهو ما يفسر التحسّن الواسع عبر جميع المتغيرات.

الجدول (5) يبين الفروق البعدية بين المجموعتين الضابطة والتجريبية

ت	المتغير	الضابطة (س- ع)	التجريبية (س- ع)	t المحسوبة	الدلالة
1	قوة دوران الكتف الداخلي	15.33 ± 1.40	17.22 ± 1.40	2.744	**معنوي**
2	قوة دوران الكتف الخارجي	14.55 ± 1.11	16.77 ± 1.55	3.011	**معنوي**
3	مرونة الكتف	38.44 ± 2.10	41.33 ± 2.55	2.288	**معنوي**
4	الرفع الأمامي	150.88 ± 3.77	153.77 ± 4.11	1.888	**غير معنوي**
5	الرفع الجانبي	143.66 ± 3.55	149.55 ± 3.77	4.044	**معنوي**
6	وضعية الجسم(AI)	71% ± 5	88% ± 4	10.144	**معنوي**

تكشف نتائج الجدول وجود فروق واضحة ودالة إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية في معظم المتغيرات، مما يعكس الأثر الكبير للتمارين التصحيحية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي مقارنة بالبرنامج التقليدي. ويُلاحظ أن التحسن في القوة الوظيفية كان أكبر لدى المجموعة التجريبية بسبب قدرة البرنامج على ضبط مسار الحركة وتوجيه اللاعب أثناء التنفيذ، وهو ما يشجع العضلات العميقة المسؤولة عن استقرار مفصل الكتف على العمل بشكل أفضل، بينما بقي تأثير البرنامج التقليدي محدوداً في هذا الجانب كما أشارت بعض الدراسات إلى أن التدريب غير الموجّه لا يؤدي إلى تغيّر واضح في تغذية المفصل أو التنسيق العصبي العضلي (العبد : 149). كما أن الفروق في مرونة المفصل ومدى الرفع الجانبي كانت لصالح المجموعة التجريبية، وهو ما يفسر بتوفر تحليل بصري لحظي يوضح مقدار الانحراف أثناء أداء الإطالات، بينما تفتقد المجموعة الضابطة إلى هذا النوع من التوجيه. وكان الفرق الأكبر بين المجموعتين في متغير وضعية الجسم، إذ حققت

المجموعة التجريبية نمواً كبيراً نتيجة اعتمادها على نظام ذكاء اصطناعي قادر على قياس الزوايا وتصحيح الانحراف بدقة، مما أدى إلى تطوير نمط الحركة بشكل مستمر طوال فترة التجربة، وهو ما يتفق مع ما طرحه Liu حول قدرة الأنظمة الذكية على تحسين الوضعية بنسبة أعلى بكثير مقارنة بطرق التدريب التقليدية (Liu : 69). وتبيّن هذه النتائج أن التدريب المعتمد على الذكاء الاصطناعي لا يطور الأداء البدني فقط، بل يصحّح الميكانيكية الحركية بصورة تتفوق بوضوح على الطرق التقليدية، وهو ما يؤكد فعالية البرنامج المستخدم في هذه الدراسة.

الاستنتاجات

من خلال تحليل النتائج الإحصائية ومناقشتها، توصل الباحثون إلى مجموعة من الاستنتاجات التي تعكس أثر البرنامج التدريبي المدعوم بالذكاء الاصطناعي في تحسين وضعية الجسم وتقليل العوامل المسببة لإصابات الكتف لدى لاعبي الكرة الطائرة:

1. أثبتت التمارين التصحيحية الموجَّهة بالذكاء الاصطناعي فعاليتها العالية في تحسين الوضعية الحركية لمفصل الكتف ، إذ أظهرت المجموعة التجريبية تطوراً كبيراً في دقة الوضعية مقارنة بالمجموعة الضابطة، مما يشير إلى أن التغذية الراجعة اللحظية تُعد عاملاً أساسياً في تصحيح الأنماط الحركية.

2. ساهم البرنامج الذكي في تحسين القوة الوظيفية لعضلات الكتف ، لاسيما عضلات الكفة المدورة، نتيجة التوجيه المباشر لمسار الحركة وقدرة التطبيق على كشف الانحرافات، مما أدى إلى تطوير الاستقرار الديناميكي للمفصل بدرجة أعلى بكثير من البرنامج التقليدي.

3. تحققت زيادة واضحة في مرونة مفصل الكتف ومدى الحركة في الاتجاهين الأمامي والجانبي لدى المجموعة التجريبية ، ويعود ذلك إلى قدرة النظام الذكي على تحديد زاوية الحركة بدقة وتوجيه اللاعب لأداء الإطالات التصحيحية ضمن المجال الحركي الأمثل.

4. أظهرت المجموعة الضابطة تحسناً محدوداً وغير مؤثر في بعض المتغيرات الحركية ، مما يؤكد أن البرامج التقليدية تفتقر إلى القدرة على اكتشاف الأخطاء الميكانيكية الدقيقة، ولا توفر معلومات لحظية تساعد على تعديل الأداء.

5. استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي قلل من الأخطاء الوضعية المرتبطة بإصابات الكتف ، إذ انخفضت الانحرافات الحركية لدى المجموعة التجريبية بشكل واضح، مما يدل على أن النظام الذكي يسهم بشكل فعال في الوقاية من الإصابات الناتجة عن سوء الوضعية المتكرر خلال التدريب.

6. التفوق الكبير للمجموعة التجريبية في جميع المتغيرات تقريباً يؤكد أن دمج الذكاء الاصطناعي في التدريب الرياضي أصبح ضرورة حقيقية لرفع جودة الأداء وتحسين السلامة الحركية، وليس مجرد خيار إضافي.

التوصيات

استناداً إلى النتائج والاستنتاجات التي توصل إليها الباحثون، يوصي بما يأتي:

1. ضرورة اعتماد أنظمة الذكاء الاصطناعي في تدريب لاعبي الكرة الطائرة ، خصوصاً الفئات العمرية الشابة، لأنها الأكثر عرضة للأخطاء الوضعية التي قد تؤدي إلى إصابات مزمنة في مفصل الكتف.

2. تطبيق التمارين التصحيحية القائمة على التحليل البصري الذكي بشكل دوري داخل الوحدات التدريبية ، لضمان تطوير مسار الحركة وتصحيح الأخطاء فور حدوثها، مما يسهم في تحسين الأداء وتقليل التعرض للإصابات.

3. تدريب المدربين على استخدام تطبيقات التحليل الحركي والذكاء الاصطناعي لضمان الاستفادة الكاملة من مخرجاتها وتفسير تقاريرها بدقة، بما يعزز التكامل بين الخبرة التدريبية والقياس الموضوعي.

4. إدراج تمارين تقوية عضلات الكفة المدورة ضمن البرامج الأسبوعية الثابتة ، لأنها الأساس في حماية مفصل الكتف خلال المهارات العلوية مثل الإرسال والضرب الساحق.

5. اعتماد اختبارات دورية لتقييم مرونة مفصل الكتف ومدى الحركة ، ومقارنتها بنتائج التحليل الذكي لضمان اكتشاف أي قصور في حركة المفصل قبل أن يتحول إلى إصابة محتملة.

6. توسيع استخدام الذكاء الاصطناعي ليشمل مهارات أخرى في الكرة الطائرة مثل القفز، الدفاع، والهبوط بعد الضرب، لأن هذه الحركات تحتوي أيضاً على أخطاء ميكانيكية تتطلب تصحيحاً دقيقاً.

7. إجراء دراسات مستقبلية مشابهة على عينات أكبر وعبر مستويات عمرية متعددة ، للتحقق من مدى عمومية النتائج وتطوير نماذج تدريبية متقدمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي في رياضات مختلفة.

قائمة المصادر

1. العبد، محمد حسن. الإصابات الرياضية وتشخيصها وعلاجها . القاهرة: دار الفكر العربي، 2019.

2. عبد الرحمن، بسام. التأهيل الحركي للإصابات الرياضية . عمان: دار المسيرة، 2020.

3. البتراوي، خالد سالم. الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها الرياضية . عمان: دار الفرقان، 2018.

4. جلال، حسن مصطفى. القياس والتقويم في التربية البدنية وعلوم الرياضة . بغداد: دار الكتب، 2021.

5. خليل، عبد الكريم. التدريب الرياضي الحديث: أسسه وتطبيقاته . بيروت: دار الكتاب الجامعي، 2020.

6. Aloi, G., et al. AI and Motion Tracking in Sports Performance . Journal of Sports Technologies, 2022.

7. Ellenbecker, T. Shoulder Rehabilitation in Overhead Athletes . Human Kinetics, 2020.

8. Escamilla, R. Shoulder Mechanics in Overhead Sports . Human Kinetics, 2020.

9. Liu, X. Computer Vision for Athletic Performance Analysis . Springer, 2023.

10. Escamilla, R. Biomechanics of Shoulder Movement . Journal of Sports Medicine, 2022.

11. McGinnis, P. Measurement & Evaluation in Human Movement . Human Kinetics, 2021.

ملحق (1) المنهج التدريبي الخاص بالمجموعة التجريبية

يتكون المنهج من:

أولاً: القسم الإعدادي (15 دقيقة)

إحماء عام للذراعين والكتفين.

تمارين مرونة خفيفة للعضلات المحيطة بالمفصل.

ثانياً: القسم الرئيس – التمارين التصحيحية (40 دقيقة)

يشمل:

1. تمارين تقوية الكفة المدورة Rotator Cuff (باستخدام أربطة المقاومة).
2. تمارين التحكم الحركي (رفع الذراع أمامياً مع مراقبة مسار الحركة عبر تطبيق AI) .
3. تمارين مرونة الكتف (Stretching للعضلات الأمامية والخلفية).
4. تمارين تصحيحية باستخدام التطبيق الذكي

– يقف اللاعب أمام الكاميرا

– التطبيق يحدد زاوية انحراف الذراع

– ثم يصدر ملاحظات فورية (Real-Time Feedback)

– يعاد التمرين حتى يتخذ اللاعب الوضعية الصحيحة (جلال : 24).

ثالثاً: القسم الختامي (10 دقائق)

(استرخاء , تمارين تنفس)

ملاحظات نهائية من التطبيق حول انحرافات اليوم

المنهج التقليدي – المجموعة الضابطة

تمارين قوة عامة للكتف

تمارين مرونة تقليدية

مهارات الكرة الطائرة الأساسية دون تحليل تقني

تصحيح شفهي من المدرب فقط

لا توجد أية تغذية راجعة فورية أو تحليل ميكانيكي

ملحق (2)

نموذج وحدة تدريبية – الأسبوع الأول (الوحدة الأولى)

المنهج التصحيحي باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي

الزمن	الجزء	التمرين /النشاط	عدد المجاميع	عدد التكرارات	طريقة الأداء	دور الذكاء الاصطناعي

5د	إحماء عام	هرولة +حركات مفصلية للكتف	—	—	حركة مستمرة خفيفة	**بدون استخدام** AI
5د	إحماء خاص	تدوير الذراعين للأمام والخلف	—	—	مدى متدرّج من منخفض إلى متوسط	**بدون استخدام** AI
5د	مرونة خفيفة	إطالة الصدر والكتف الخلفي	—	15–20ث	إطالات ثابتة	**بدون استخدام** AI
5د	تحليل وضعي أولي	Posture Scan	—	—	يقف اللاعب أمام الكاميرا	**تحليل انحرافات الكتف** (Baseline)
10د	تمرين تصحيحي 1	Front Raise (رفع أمامي)	3	12	باستخدام دمبل خفيف أو بدون وزن	**التطبيق يحدد زاوية انحراف الذراع**
10د	تمرين تصحيحي 2	External Rotation (دوران خارجي)	3	15	باستخدام شريط مقاومة	**التطبيق يراقب ارتفاع الكوع ومسار الدوران**
5د	تمرين تثبيت	Isometric Hold عند زاوية 90°	6	10ثوانٍ	تثبيت الذراع مع مراقبة استقرار الكتف	**يعطي نسبة ثبات** AI (%)
10د	تمرين تحكم لوحي Scapular Control	رفع الذراع حتى 120°	3	10	رفع الذراع ببطء مع منع ارتفاع الكتف	**التطبيق يحلل حركة لوح الكتف** Scapula
5د	إطالات نهائية	مرونة للكتف والدوران الداخلي والخارجي	—	15–20ث	إطالات ثابتة	**بدون** AI
5د	تقييم ختامي	إعادة اختبار الرفع الأمامي	—	—	تنفيذ الحركة مرة واحدة فقط	**يقارن بين بداية الوحدة ونهايتها** AI

ملاحظات علمية على تصميم الوحدة

- صُممت الوحدة لتكون تهيئة أساسية للبرنامج التصحيحي، مع استخدام الذكاء الاصطناعي بدرجة خفيفة ومتوسطة.
- تُعدّ هذه الوحدة مرحلة تعرّف (Orientation Stage) على الأخطاء الميكانيكية الأولية قبل الانتقال للتصحيح المكثف.
- يُسجَّل أداء اللاعبين باستخدام التطبيق لإنتاج baseline يُقارن مع أدائهم في نهاية الأسبوع.
- شدة المقاومة منخفضة لتجنّب إجهاد العضلات العميقة للكتف خلال الأسبوع الأول.