أُثر إنحرافات العمود الفقرى وبعض القدرات البدنية على قوة أداء المهارات الأساسية فى التنس: دراسة تحليلية بإستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية

د/ هاجر صلاح عبده *

د/ شيماء رزق محمد رزق **

مقدمة ومشكلة البحث :

تعتبر رياضة التنس أحادية الجانب حيث تعتمد على جانب واحد اثناء الأداء المهارى، وتعد الحركات السريعة للجذع فى الإنثناء والبسط فى المستوى السهمى والأمامى، والحركات الدورانية حول المحور الطولى شائعة جداً فى هذه الرياضة، حيث يلعب التدريب المتكرر والشاق والمكثف خلال مرحلة النمو دوراً مهماً فى حدوث تغيرات في مفاصل العمود الفقري القطني لدى لاعبي التنس المراهقين النخبة. (٢٤ – ٥٨٨)

وتتميز لعبة التنس أيضًا بمكون بيوميكانيكي واضح قد يُسهم في حدوث إصابات رياضية، خاصةً إصابات الظهر الناتجة عن الإجهاد. فمع عدم وجود حد زمني للمباريات، تُصبح اللعبة غير متوقعة، وقد تتطلب جهدًا فسيولوجيًا وبيوميكانيكيًا هائلًا. ووفقًا لتعليمات التنس الحديثة إن الاستمراراللعب لفترة طويلة يتأثر بشكل كبير بقدرة اللاعب على استخدام ميكانيكا الجسم الصحيحة لتحقيق أقصى قدر من الدقة والضبط والقوة في إنتاج الضربات. (١٥: ٣٩٤)

كما تتصف المهارات الأساسية فى التنس بأن الأداء الرئيسى لها يتم عن طريق الذراع ومع ذلك فإن الأداء الصحيح لأغلب الضربات فى التنس يستلزم تشغيل الذراع بأكمله والكتف والجذع فضلاً عن حركة الرجلين. (٢: ٢٣٤)

وتمثل المهارات الأساسية فى التنس الدعامة القوية التى تسند عليها رياضة التنس وان تقييم مستوى اللاعبين يعتمد بشكل أساسى على درجة إتقان تلك المهارات،كما أنها تعد ذات أهمية كبيره للعب الهجومى أثناء المباريات. (١٠: ٢٧)

ويتطلب الأداء العالي في التنس خاصة فى المنافسات تطوير القوة الديناميكية لتحسين قوة أداء الضربات ومن ثم سرعة الكرة فلابد أن تكون عضلات الجسم وخاصة الجذع قوية لنقل هذه القوة للضربة واستمرار اداء المهارات طول المباراة بنفس القوة وخاصة دوران الجذع يمين ولليسار أثناء أداء الضربات الأرضية وأيضاً تقوس العمود الفقرى للخلف أثناء أداء الإرسال يعد هذا ضغطاً طويلا على العمود الفقرى خاصة إذا طال زمن المباراة. (٢٢– ٣٨٩)،(٢٥– ٣٨٤)

* استاذ مساعد بقسم التدريب الرياضى وعلوم الحركه – كلية علوم الرياضة للبنات – جامعة الاسكندرية.

** مدرس بقسم العلوم الصحية – كلية علوم الرياضة للبنات – جامعة الاسكندرية.

وللعمود الفقرى عدة إنحناءات أمامية وخلفية فى المستوى السهمى، وخلال مرحلة النمو تتطور هذه الانحناءات وفقاً للتغيرات الناتجه عند الاوضاع المختلفة وطبعاً لممارسة الرياضة فإن إنحناءات الفقرات تظهر بشكل مختلف نتيجة للأوضاع الخاصة بممارسة الرياضة. (١٤– ٩٤)

وتعتبر عضلات الظهر ذات أهمية كبيرة للأداء في التنس والوقاية من الإصابات فهذه العضلات تعمل بشكل مركزي أثناء أداء الضربة الخلفية الأرضية، إلا أنه لا يمكننا إغفال أهمية الحركة اللامركزية لهذه العضلات خاصةً خلال مرحلتي أداء الإرسال والضربة الأمامية الأرضية فالظهر القوي (العمود الفقرى، والعضلات) يُشجع على اتخاذ وضعية صحيحة وبالتالى قوة فى الأداء. (١٦ – ٨٣)

توضح دراسة **F Alyas& M Turner, and D Connell (2007)** أن انحرافات العمود الفقرى (إصابة الجذع) تعد ثالث أكثر أنواع الإصابات شيوعًا بعد إصابات الأطراف السفلية والعلوية، وبالرغم من ذلك هناك ندرة فى الدراسات التى تتناول الانحرافات الخاصة بالعمود الفقري القطني لدى لاعبي التنس الذين لا تظهر عليهم أعراض أو تظهر عليهم أعراض من أي عمر. (١٧– ٨٣٦)

وتتضمن طرق البحث فى دراسات انحرافات العمود الفقرى للاعبى التنس إلى وصف الانحراف لدى اللاعبين فقط إذا كان هناك انحراف فى احد فقرات العمود الفقرى من عدمه او علاقته بأداء الإرسال، أو وصف لآلام العمود الفقرى وعلاقته بميكانيكية الأداء، والاهم من ذلك دراسة علاقة تلك الانحرافات بقوة أداء المهارات الأساسية حتى نتمكن من الوصول لفهم أعمق وحل المشكلات التى تواجه اللاعبين سواء للتأهيل والوقاية أو التدريب ويمكن الوصول لذلك بالاعتماد على افضل الوسائل الإحصائية وأحدثها خاصة إذا تعلق الأمر بإستخدام الذكاء الاصطناعى وهو الاتجاه الحديث فى البحث.

حيث شهد العالم فى السنين الأخيرة تطورات كبيرة ومتسارعة فى مجال استخدام الحاسوب من خلال استخدام الشبكات العصبية الإصطناعية فقد ظهرت تطبيقات فى مجال التنبؤ بالاعتماد على الأساليب الحاسوبية الحديثة فبدأ الإحصائيون وغيرهم بالتوجه إلى الأساليب الحاسوبية وتوظيفها فى مجال عملهم فمنذ القرنين الأخيرين أصبحت الشبكات العصبية الإصطناعية تستخدم على نطاق واسع وفى تطبيقات متنوعة بينهم المجال الرياضى لقدرتها على التنبؤبدقة خاصة فى الحالات التى تكون فيها العلاقات معقدة بين المدخلات والمخرجات. (٣٠ – ٣٢٨)

نتيجة لدراسة عمل المخ والخلايا العصبية أدى إلى ظهور وتطور الشبكات العصبية الإصطناعية، فالشبكات العصبية الإصطناعية (Artificial Neural Networks) هى تركيبات للمعالجة المتوازية الموزعة (Parallel Distribute Processing Structure) تعتمد أساساً على عنصر المعالجة (P.E) القادر على العمل كذاكرة محلية (Local Memory) مع أجزاء عمليات المعالجة المختلفة، والذى له مخرج واحد يتفرع إلى كثير من التفرعات (Fans Out) التى تحمل نفس الإشارة الخارجية منه مع بقاء المعالجة محلية،أى أنها تعتمد على القيم المدخله وكذلك القيم المخزونة بالذاكرة المحلية. (٩: ٢٥٩)

ويختلف نوع الشبكة العصبية الإصطناعية وتصنف حسب عدد مستوياتها (طبقاتها) إلى شبكات وحيدة المستوى أو الطبقة Single–Level or Layer Network وشبكات متعددة المستويات (الطبقات) Multi– Level Network وفى البحث الحالى تم تحليل الشبكة العصبية بين انحرفات العمود الفقرى وبعض القدرات البدنية والأداء في التنس بإستخدام تحليل الشبكة العصبية متعددة الطبقات (Multilayer Perceptron) لانها علاقة مركبة، حيث يعرف جونسون Johnson (٢٠٢٢) الشبكات العصبية بانها نموذج رياضي مستوحى من الطريقة التي تعمل بها خلايا الدماغ البشرية، وتستخدم لتحليل البيانات، التعلم منها، واتخاذ القرارات بناءً على ذلك. تتكون الشبكة العصبية من طبقات من العقد (الخلايا العصبية)، وتتصل هذه العقد ببعضها البعض لتكوين هيكل شبكة. يتم تنظيم الشبكات العصبية في طبقات مختلفة، مثل طبقة الإدخال، الطبقات المخفية، وطبقة الإخراج (٢٣– ٢٧).

يتفق "**جونسون** (٢٠٢٢) مع **سميث Smith**" (٢٠٢١) إن الشبكات العصبية تُعتبر أداة قوية لتحليل البيانات المعقدة والتنبؤات المستقبلية.

كما يشير "**سميث**" (٢٠٢١) إلى أن الشبكات العصبية تُحقق نجاحًا ملحوظًا في مجال التعرف على الصور والنصوص. (٢٣– ٨٩)، (٣٥– ١٨٠)

كما يتفق "**جونسون** (٢٠٢٢) مع **لو وكيم Lou & Kim** (٢٠٢٠) ان الشبكات العصبية (Neural Networks) هي واحدة من الأدوات الرئيسية في علم التعلم الآلي (Machine Learning).هي مستوحاة من الطريقة التي يعمل بها الدماغ البشري، حيث يتم تنظيمها كهيكل هرمي يتكون من عدد من الطبقات وهى:

– طبقة الإدخال:(Input Layer)

وهى تحتوي على العقد (Nodes) التي تستقبل البيانات الخام أو المتغيرات المستقلة (Input Variables).

- الطبقات المخفية:(Hidden Layers)

ويمكن أن تحتوي الشبكات العصبية على أكثر من طبقة مخفية، وكل منها يتكون من مجموعة من العقد. حيث تقوم هذه العقد بإجراء عمليات حسابية تعتمد على الوظيفة الرياضية المعروفة بوظيفة التنشيط.(Activation Function) وتعمل هذه الطبقات على استخراج السمات أو الأنماط الأساسية من البيانات.

- طبقة الإخراج:(Output Layer)

وتقوم بتجميع النواتج النهائية بناءً على ما تعلمته من الطبقات المخفية. ثم النواتج قد يكون تصنيفا، قيمة عددية، أو قرار معين حسب التطبيق والهدف والأسلوب المستخدم (٢٣– ١٠٦)، (٢٦– ٢١١)، كما يذكر لو وكيم (٢٠٢٠) إن الشبكات العصبية أثبتت فعاليتها العالية عند التعامل مع مجموعات البيانات المعقدة (٢٦ – ٢٢٠)، بينما يوضح جونسون (٢٠٢٢) أن الشبكات العصبية تستند إلى تحسين الأداء باستخدام ميزات متعددة.

ونتيجة لأهمية الشبكات العصبية الاصطناعية لتحديد الأنماط والعلاقات المعقدة فى البيانات تم إجراء تلك الدراسة "أُثر إنحرافات العمود الفقرى وبعض القدرات البدنية على قوة أداء المهارات الأساسية فى التنس: دراسة تحليلية بإستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية" فمن خلال البحث المرجعى وإلى حد علم الباحثتان لا توجد دراسة فسرت أُثر إنحرافات العمود الفقرى والقدرات البدنية على قوة أداء المهارات الأساسية فى التنس بإستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية. والدراسة الوحيده التى استخدمت الشبكات العصبية الاصطناعية دراسة Heena Patel et al (2025) (–) وتناولت تصميم وتطوير نموذج للتنبؤ بإصابات مرفق لاعب التنس والوقاية منها باستخدام منهجيات الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) ونظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي (ANFIS).

لذلك تعتبر هذه الدراسة إضافة للتنس وفتح آفاق للبحث بإستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى التعرف على أثر إنحرافات العمود الفقرى وبعض القدرات البدنية على قوة أداء المهارات الأساسية وتحديد الأهمية الخاصة لكل متغير فى التنس بإستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية وذلك من خلال :

١– دراسة إنحرافات العمود الفقرى وتحليلها والعلاقة بينها.

٢– دراسة العلاقة المركبة بين إنحرافات العمود الفقرى والقدرات البدنية وتأثيرها على قوة أداء المهارات الأساسية في التنس.

٣- دراسة إمكانية استخدام النموذج المقترح للتنبؤ بقوة أداء المهارات الأساسية في التنس.

تساؤلات البحث :

١- ما العلاقة بين إنحرافات العمود الفقرى وبعضها ؟

٢- ما العلاقة المركبة بين إنحرافات العمود الفقرى و القدرات البدنية وتأثيرها على قوة أداء المهارات الأساسية في التنس ؟

٣- هل يمكن استخدام النموذج الشبكة العصبية للتنبؤ بقوة أداء المهارات الأساسية في التنس ؟

الدراسات المرجعية :

١- دراسة **Heena Patel et al (2025).(21)** بعنوان "**تصميم وتطوير نموذج للتنبؤ بإصابات مرفق لاعب التنس والوقاية منها باستخدام منهجيات الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) ونظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي (ANFIS)**". **Design and Development of a Model for Tennis Elbow Injury Prediction and Prevention Using Artificial Neural Network (ANN) and Adaptive Neuro–Fuzzy Inference System (ANFIS) Approaches.** تهدف هذه الدراسة إلى تعزيز فهم آليات مرفق لاعب التنس وتحديد العوامل الرئيسية المؤثرة في تطوره. غالبًا ما يُعالج اللاعبون أنفسهم ويُؤجلون التدخل الطبي، مما يُفاقم الحالة. يُقدم هذا البحث نهجًا جديدًا يدمج تصميم التجارب (DOE) مع منهجية سطح الاستجابة (RSM) ونظام الخبراء (ES) باستخدام كل من الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) ونظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي (ANFIS) لتقديم توصيات شخصية للوقاية من الإصابات. تُوفر هذه المنهجية المُدمجة رؤى قيّمة وتُمكّن اللاعبين من اتباع ممارسات لعب أكثر أمانًا، مما قد يُقلل من حدوث مرفق لاعب التنس. يُشدد على أهمية توفير تعليم شامل للرياضيين والمدربين والأطباء حول إدارة التهاب مرفق التنس، وذلك للتشخيص المبكر وتحسين نتائج العلاج. **الأدوات:** التصوير بالرنين المغناطيسى. اشتملت عينة البحث على (٢٠ لاعب). أهم النتائج: بعد تحليل نموذج الحوسبة، تم تحقيق دقة ٩٩% باستخدام نهج ANFIS للتنبؤ بإصابات مرفق التنس. وقد تم تحليل الدقة بعد التنبؤ من خلال نموذج متعدد، إلى جانب التدريب والتحقق من صحة البيانات واختبارها.

٢- دراسة **Molly Connolly et al (2021).(29)** بعنوان "**تأثير تشوهات العمود الفقرى القطنى وأنواع الإرسال على كينماتيكية العمود الفقرى القطنى لدى لاعبى التنس المراهقين النخبة**". **Effects of Lumbar Spine Abnormality and Serve Types on Lumbar Kinematics in Elite Adolescent Tennis**

Players. الغرض من هذه الدراسة مقارنة كينماتيكية أنواع الإرسال للاعبي التنس المراهقين النخبة من الذكور والإناث من النخبة لا يعانون من أعراض مع أو بدون تشوهات في العمود الفقري القطني. استخدم المنهج الوصفى. الأدوات: تم تسجيل مسارات العلامات بواسطة التصوير ثلاثى الأبعاد. اشتملت عينة البحث على (٢٤ لاعب). أهم النتائج: دوران حوض خلفاً أكبر بشكل ملحوظ عند الذكور عن الإناث أثناء مرحلة الدفع للإرسال المسطح، لم تكن هناك تأثيرات لخلل في حجم حركية الحوض والجذع. ومع ذلك، كان ترتيب وتوقيت أحداث الإرسال الرئيسية يميل إلى الاختلاف بين أولئك الذين يعانون من خلل في العمود الفقري القطني ومن لا يعانون منه.

٣- دراسة **Molly Connolly et al (2020).(28)** بعنوان "**تشوهات العمود الفقري القطني وزوايا المفاصل الوجيهية لدى لاعبي التنس الناشئين النخبة الذين لا تظهر عليهم أعراض**". **Lumbar spine abnormalities and facet joint angles in asymptomatic elite junior tennis players.** هدف الدراسة وصف انتشار تشوهات العمود الفقري القطني واستكشاف العلاقة بين اتجاه المفصل الجانبى خاصة كسور الإجهاد في الفص بين المفصلين بين لاعبي التنس المراهقين النخبة. استخدمت الدراسة المنهج الوصفى. الأدوات: التصوير بالرنين المغناطيسى. اشتملت عينة البحث على (٢٥ لاعب) (١٤ ذكراَ،١١ أنثى) ناشئ من لاعبى تنس النخبة، تتراوح أعمارهم من (١٣-١٧سنه). أهم النتائج: وجد أن ستة عشر (٦٤%) من ٢٥ لاعبًا لديهم تشوه واحد على الأقل في العمود الفقري القطني، أثرت تشوهات الفقرات القطنية على ٣٦% من اللاعبين، كان لدى الإناث زوايا مفاصل وجيهية أكبر بشكل ملحوظ عبر L5/S1 L3/4 مقارنة بالذكور.

٤- دراسة **G. Rajeswaran & M. Turner & C. Gissane & J. C. Healy** (2014) (19) بعنوان "**نتائج التصوير بالرنين المغناطيسي في العمود الفقري القطني للاعبي التنس الناشئين النخبة الذين لا تظهر عليهم أعراض**". **MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic elite junior tennis players.** الهدف تقييم نتائج التصوير بالرنين المغناطيسي في العمود الفقري القطني للاعبي التنس الصغار النخبة الذين لا تظهر عليهم أعراض. استخدمت الدراسة المنهج الوصفى. الأدوات: استخدم التصوير بالرنين المغناطيسى. اشتملت عينة البحث على (٩٨ لاعب)، (٥١ ذكراَ،٤٧ أنثى) تتراوح أعمارهم من (١١ – ٢٦سنه). أهم النتائج: الضغط فى الفقرات بين المفصلين أقل لدى اللاعبات منه لدى اللاعبين الذكور وأقل لدى اللاعبين الذين تقل

أعمارهم عن ١٦ عامًا مقارنة باللاعبين الذين تزيد أعمارهم عن ٢٠ عامًا، هناك قدر كبير من الأمراض الكامنة التي قد تمر دون اكتشافها عادةً في هذه المجموعة من الرياضيين النخبة الذين لا تظهر عليهم أعراض. ورغم أنه لا يمكن اكتشاف هذه النتائج سريريًا، فإن أهميتها تكمن في تسهيل التأهيل المسبق المناسب لمنع التوقف اللعب والإصابات التي قد تنهي مسيرة اللاعب.

٥- دراسة **José M. Muyor et al (2013) (24)** بعنوان "**مورفولوجيا العمود الفقري السهمي لدى لاعبي التنس المراهقين المدربين تدريبًا عاليًا**". **Sagittal Spinal Morphology in Highly Trained Adolescent Tennis Players**. تهدف الدراسة إلى وصف انحناءات العمود الفقري وميل الحوض لدى لاعبي التنس المراهقين المدربين تدريبًا عاليًا من الذكور والإناث أثناء وضعية الوقوف. استخدمت الدراسة المنهج الوصفى. استخدم The Spinal Mouse system إختيرت العينة بالطريقة العمدية وكان قوامها (٤٠) لاعب من لاعبي التنس (٢٤ لاعب)، (١٦ لاعبة) تتراوح أعمارهم من (١٨-١٣ سنه). أهم النتائج: هناك نسبة عالية من انحناءات العمود الفقرى المحايدة لدى كل من لاعبى التنس الذكور والإناث، إن ممارسة التنس فى هذه المستويات لا تغير من مورفولوجيا العمود الفقرى السهمى فى وضع الوقوف المريح لدى لاعبي التنس المراهقين المدربين تدريبًا عاليًا.

إجراءات البحث :

منهج البحث :

أستخدمت الباحثتان المنهج الوصفى نظراً لملائمتة لطبيعة البحث.

مجالات البحث :

- **المجال البشرى:** يمثل مجتمع البحث الطالبات بكلية التربية الرياضية بنات– جامعة الاسكندرية الممارسات للتنس فى الأندية المختلفة وبعض من هن مشاركات فى بطولة التنس بجامعة الاسكندرية.

عينة البحث :

تم أختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من الطالبات بكلية التربية الرياضية بنات الممارسات للتنس فى الأندية المختلفة والمشاركات فى بطولة التنس بجامعة الاسكندرية والتى تتراوح أعمارهن ما بين (١٨: ٢٢ سنة) وبلغ حجم العينة الأساسية (٤٠ لاعبه).

مواصفات اختيار العينة :

– عدم وجود تاريخ جراحى أو آلم فى العمود الفقرى لأفراد العينة.

– موافقة أفراد العينة على المشاركة فى إجراءات البحث.

– ان لا يقل العمر التدريبى للاعبة عن (٥) سنوات متصلة.

ويوضح جدول (١) توصيف عينة البحث في المتغيرات الأساسية.

جدول (١)

توصيف عينة البحث المتغيرات الأساسية (ن=٤٠)

المتغيرات الاساسية	المنوال	الوسيط	الوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	معامل الاختلاف	الالتواء	التفلطح	شابيرو –ويلك
السن	٢٢	٢١	٢١,٢٢٥	٠,٩٤٧	٠,٠٤٥	٠,٠٩٣	١,٠٢٨–	٠,٨٦٢
الطول	١٦٣	١٦٣	١٦٢,٦٥	٤,٨٦	٠,٠٣	٠,٢٩٨	٠,٧٣٣–	٠,٩٥٩
الوزن	٦٠	٦٠	٥٩,٧٢٥	٦,٩٩٨	٠,١١٧	٠,٦	٠,٩٠٨	٠,٩٦٨

يتضح من جدول (١) المنوال والوسيط والمتوسط الحسابي والإنحراف المعياري ومعامل الإختلاف في القياسات الأساسية، حيث أن معاملات الإلتواء تراوحت بين (٠,٦: ٠,٢٩٨) حيث أن قيم معامل الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر مابين (±٣)، كما يتضح أيضاً من إختبار شابيرو إعتدالية البيانات مما يؤكد إعتدالية البيانات لأفراد عينة البحث فى المتغيرات الأساسية قيد البحث قبل التجربة.

ويوضح جدول (٢) توصيف عينة البحث في قياسات زوايا القوام، ويوضح جدول (٣) توصيف عينة البحث في في القدرات البدنية، ويوضح جدول (٤) توصيف عينة البحث في الإختبارات المهارية، ويوضح جدول (٥) توصيف عينة البحث في إجمالى درجة الأداء في التنس.

جدول (٢)

توصيف عينة البحث فى قياسات زوايا القوام (ن=٤٠)

الزوايا بالدرجة	المنوال	الوسيط	الوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	معامل الاختلاف	الالتواء	التفلطح	شابيرو –ويلك
الزاوية عنقية	١٧٥	١٧٤	١٧٣,٦٥	٣,٨٨٧	٠,٠٢٢	٠,١٥٧–	٠,٦٢٦–	٠,٩٦٩
الزاوية ظهرية (الصدرية)	١٦٠	١٦٠,٥	١٦١,١٥	٥,٤	٠,٠٣٤	٠,٢٠٤–	٠,١٣٩	٠,٩٥٦
الزاوية قطنية	١٥٥	١٥٥,٥	١٥٥,٣٧٥	٥,٦١٤	٠,٠٣٦	٠,٣٩٧–	٠,١٩	٠,٩٧

يتضح من جدول (٢) المنوال والوسيط والمتوسط الحسابي والإنحراف المعياري ومعامل الإختلاف في القياسات الأساسية، حيث أن معاملات الإلتواء تراوحت بين (– ٠,٣٩٧: –٠,١٥٧) حيث أن قيم معامل الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر مابين

(±٣)، كما يتضح أيضاً من إختبار شابيرو إعتدالية البيانات مما يؤكد إعتدالية البيانات لأفراد عينة البحث فى قياسات زوايا القوام قيد البحث قبل التجربة.

جدول (٣)

توصيف عينة البحث في القدرات البدنية (ن=٤٠)

القدرات البدنية	المنوال	الوسيط	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الالتواء	التفلطح	شابيرو –ويلك
إختبار قوة عضلات الرجلين (كجم)	٧,٢	٦,٤٣٥	٦,٦٦٥	١,٥٠٩	٠,٢٢٦	–٠,٠١١	–٠,٦٨٤	٠,٩٥٦
إختبار قوة عضلات الظهر (كجم)	٤,٩	٥,٦٣٥	٦,٣٥٩	٢,٤١	٠,٣٧٩	١,١٧٨	٢,٠٩٢	٠,٩٢
إختبار الجلوس من الرقود مع ثنى الركبتين sit–up test (عدد /٣٠ث)	١٩	١٨,٥	١٧,٦٧٥	٤,١٦٦	٠,٢٣٦	–٠,٠٥٨	–٠,٩٤٧	٠,٩٦٥
إختبار رمى كرة لأقصى مسافة Ball throw for distance (متر)	٦	٦,٨٧٥	٦,٦٨١	٠,٧٨٧	٠,١١٨	–٠,٠٠٢	–٠,٥٥٢	٠,٩٦٥

يتضح من جدول (٣) المنوال والوسيط والمتوسط الحسابي والإنحراف المعياري ومعامل الإختلاف في القياسات الأساسية، حيث أن معاملات الإلتواء تراوحت بين (–٠,٠٥٨: ١,١٧٨) حيث أن قيم معامل الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر مابين (±٣)، كما يتضح أيضاً من إختبار شابيرو إعتدالية البيانات مما يؤكد إعتدالية البيانات لأفراد عينة البحث فى القدرات البدنية قيد البحث قبل التجربة.

جدول (٤)

توصيف عينة البحث فى الإختبارات المهارية (ن=٤٠)

الاختبارات	المنوال	الوسيط	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الالتواء	التفلطح	شابيرو –ويلك
قوة أداء الإرسال يمين	٦	٧	٧,٩٥	٤,٠٦٣	٠,٥١١	٠,٥٥٧	–٠,٥١١	٠,٩٢١
قوة أداء الإرسال يسار	٨	٨	٧,٢٥	٣,١٦	٠,٤٣٦	٠,٠٤٦	–١,٠٨٦	٠,٩٠٨
إختبار شافيز– ونايدر للضربات الأرضية الأماميه	٢٦	٢٤	٢٢,٥	٨,٨٦١	٠,٣٩٤	–٠,٤١٧	–٠,٥١٨	٠,٩٥٣
إختبار شافيز– ونايدر للضربات الأرضية الخلفية	١٠	٢١	٢٠,٢	٩,٥٩٥	٠,٤٧٥	٠,١٧٣	–١,٠٧	٠,٩٥١

يتضح من جدول (٤) المنوال والوسيط والمتوسط الحسابي والإنحراف المعياري ومعامل الإختلاف في القياسات الأساسية، حيث أن معاملات الإلتواء تراوحت بين (-٠,٤١٧: ٠,٥٥٧) حيث أن قيم معامل الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر مابين (±٣)، كما يتضح أيضاً من إختبار شابيرو إعتدالية البيانات مما يؤكد إعتدالية البيانات لأفراد عينة البحث فى الإختبارات المهارية قيد البحث قبل التجربة.

١- استنادا لهذه الاختبارات تم حساب قوة أداء الارسال من مجموع قوة أداء الارسال يمين ويسار.

٢- كما تم إيجاد قوة أداء الضربات من مجموع اختبار شافيز- ونايدر للضربات الأرضية الأمامية والخلفية.

٣- وتم حساب درجة الأداء في التنس من مجموع قوة الارسال وقوة الضربات الأرضية.

جدول (٥)

توصيف عينة البحث لإجمالى درجة الأداء فى التنس (ن=٤٠)

المتغيرات	المنوال	الوسيط	الوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	معامل الاختلاف	الالتواء	التفلطح	شابيرو -ويلك
قوة الارسال	١٠	١٤	١٥,٢	٦,١٤	٠,٤٠٤	٠,٤٥٥	-٠,٧١٤	٠,٩٣٧
قوة الضربات الأرضية الأمامية والخلفية	٤٢	٤٤	٤٢,٧	١٦,٤٥٨	٠,٣٨٥	-٠,١٩٧	-٠,٨٠١	٠,٩٧١
درجة الاداء فى التنس	٤٤	٥٧	٥٧,٩	١٧,٥٢٣	٠,٣٠٣	-٠,١٠٥	-٠,١٣٦	٠,٩٦٩

يتضح من جدول (٥) المنوال والوسيط والمتوسط الحسابي والإنحراف المعياري ومعامل الإختلاف في القياسات الأساسية، حيث أن معاملات الإلتواء تراوحت بين (-٠,٤٥٥:٠,١٩٧) حيث أن قيم معامل الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر ما بين (±٣)، كما يتضح أيضاً من إختبار شابيرو إعتدالية البيانات مما يؤكد إعتدالية البيانات لأفراد عينة البحث لإجمالى درجة الأداء في التنس قيد البحث قبل التجربة.

استنادا لهذه الاختبارات تم حساب قوة أداء الارسال من مجموع قوة أداء الارسال يمين ويسار

١- كما تم إيجاد قوة أداء الضربات من مجموع اختبار شافيز – ونايدر للضربات الأرضية الأمامية والخلفية.

٢- وتم حساب درجة الأداء في التنس من مجموع قوة الارسال وقوة الضربات.

- **المجال الزمنى:** طبقت إجراءات هذه الدراسة فى الفترة من ٢٠٢٥/٢/١ إلى ٢٠٢٥/٣/٨.
- **المجال المكانى:** أجريت القياسات الخاصة بإنحرافات العمود الفقرى بمعمل القياسات البدنية والفسيولوجية بكلية التربية الرياضية بنات– جامعة الاسكندرية.
- أجريت الإختبارات البدنية والمهارية بملعب التنس بكلية التربية الرياضية بنات– جامعة الاسكندرية.

وسائل وأدوات جمع البيانات:

أولاً: وسائل جمع البيانات:

(١) قياسات إنحرافات العمود الفقرى

- إستمارة تسجيل القياسات الخاصة بإنحرافات العمود الفقرى. مرفق (١)

(٢) الاختبارات البدنية. مرفق (٣)

- إختبار قوة عضلات الرجلين (كجم).
- إختبار قوة عضلات الظهر (كجم).
- إختبار تحمل قوة عضلات البطن (عدد/ ٣٠ثانية).
- إختبار القوة الإنفجارية للذراع الضاربة (المتر).
- إستمارة تسجيل درجات الإختبارات البدنية. مرفق (٤)

(٣) الاختبارات المهارية. مرفق(٥)

- إختبار قوة أداء الإرسال. (٢٠ درجة) لكل جهة.
- إختبار شافيز– ونايدر للضربات الأرضية الأمامية والخلفية. (٤٠ درجة) للضربات الأرضية الأمامية، (٤٠ درجة) للضربات الأرضية الخلفية.
- إستمارة تسجيل درجات الإختبارات المهارية. مرفق (٦)

ثانياً: الاجهزة والادوات المستخدمة

(١) الاجهزة والادوات المستخدمة فى قياسات إنحرافات العمود الفقرى.

- شريط مرن لقياس زوايا العمود الفقرى (flexible curve) (بالدرجة).
- ورق كارتون.
- منقلة.
- مسطرة.

(٢) الاجهزة والادوات المستخدمة فى القياسات البدنية.

- جهاز ديناموميتر لقياس قوة عضلات الرجلين والظهر.
- ساعة إيقاف.

– متر.

– كرة طبية.

(٢) الاجهزة والادوات المستخدمة فى الاختبارات المهارية.

– كرات تنس.

– مضارب.

الدراسة الاستطلاعية :

تم إجراء دراسة استطلاعية ساعدت فى إجراءات البحث وكانت على النحو التالى :

الدراسة الاستطلاعية الأولى :

تم إجراء هذه الدراسة فى الفترة من يوم السبت الموافق ٢٠٢٥/٢/١ إلى يوم الخميس ٢/٦ /٢٠٢٥.

– **هدف الدراسة:** لتحديد الإختبارات البدنية المرتبطة بالمهارات الأساسية فى التنس والإختبارات المهارية لقياس قوة المهارات الأساسية فى التنس وإيجاد المعاملات العلمية للإختبارات والتأكد من صلاحية تطبيقها على عينة الدراسة الأساسية.

إجراءات الدراسة :

تم المسح المرجعى للمراجع والدراسات العلمية العربية والأجنبية لتحديد أنسب الاختبارات البدنية المرتبطة بالمهارات الأساسية فى التنس، والإختبارات المهارية لقياس قوة المهارات الأساسية فى التنس. **أمين أنور الخولى، جمال الدين الشافعى** (٢٠٠١) (٢)، **إيلين وديع فرج** (٢٠٠٧م) (٣)،(٤)، **ألفت أحمد هلال وآخرون** (٢٠٠٩) (١)، **Avery D.Faigenbaum (12) (2009) Wayne L.westcott &**، دراسة **Nayana Nimkar et al (2020) (31)**، **ودراسة حسن نمير سالم** (٢٠٢٥) (٦).

– إجراء المعاملات العلمية للإختبارات البدنية والمهارية (صدق– ثبات) بالاعتماد على رسالة حسن نمير (٢٠٢٥) (٦) حيث استخدم نفس الاختبارات على عينة من نفس مجتمع عينة البحث وفى مدة تطبيق الدراسة.

نتائج الدراسة :

– تم التوصل إلى الاختبارات البدنية مرفق (٣) والاختبارات المهارية لقياس قوة المهارات الأساسية فى التنس. مرفق (٥)

– تم التأكد من المعاملات العلمية للإختبارات البدنية والمهارية قيد البحث (صدق وثبات) الاختبارات. رسالة ماجستير حسن نمير سالم (٢٠٢٥) (٦)

صدق الاختبارات من خلال:

- **الصدق المنطقى :** وهو ما يطلق صدق المضمون وتم حسابه طبقاً لأسلوب التفكير المنطقى عن طريق إستمارات رأى الخبراء ومعامل لوش للاختبارات البدنية والمهارية قيد البحث عند (ن= ١٠ خبراء)= (٠,٨٠٠)
- **الصدق العاملى:** من خلال التحليل العاملى والتعرف على درجة تشبع الإختبارات. حيث تراوح معامل الثبات للإختبارات البدنية قيد البحث ما بين (-٠,٨٩ : ٠,٩٠). (٦- ٨٤) وتراوح معامل الثبات للإختبارات المهارية قيد البحث ما بين (٠,٧٥ : ٠,٨٦).(٦- ٩٢)

ثبات الاختبارات :

عن طريق إعادة تطبيق الاختبار (Test – Retest) عن طريق إيجاد معامل الارتباط البسيط (بيرسون) بين درجات التطبيقين الأول والثانى. حيث تراوح معامل الثبات للإختبارات البدنية قيد البحث ما بين (٠,٨٢٦: ٠,٩٩٨). (٦- ٤٤) وتراوح معامل الثبات للإختبارات المهارية قيد البحث ما بين (٠,٨١٢: ٠,٩٦٤). (٦- ٤٥)

الدراسة الاساسية :

أجريت الدراسة الأساسية على اربع خطوات :

الخطوة الأولى :قياسات إنحرافات العمود الفقرى :

تمت يوم السبت ٢٠٢٥/٢/٨ إلى السبت ٢٠٢٥/٢/١٥ للاعبات التنس بمعمل القياسات البدنية والفسيولوجية بكلية التربية الرياضية بنات –جامعة الأسكندرية وكانت على النحو التالى (وفقاُ للخطوات التالية):

- وقوف اللاعبات بدون ارتداء حذاء والذراعين جانب الجسم.
- أن يكون الظهر عارى تماماً حتى نهاية الفقرات القطنية لدقة القياس.
- مراعاة أن تكون الرأس ثابته وعمودية والذقن للداخل والنظر للأمام.
- تم اجراء القياس بإستخدام الشريط المرن (flexible curve) من خلال وضعه ملامساً للعمود الفقرى والضغط عليه ليتخذ شكل وضع العمود الفقرى للاعبة من الفقرة الثانية العنقية إلى الفقرة الخامسة القطنية.
- تم تحديد شكل الشريط المرن لكل لاعبة برسمه على حدا فى ورقة كارتون بها اسم اللاعبة. مرفق (٢)
- ثم تم وضع نقاط وخطوط محسوبة لقياس زوايا العمود الفقرى بإستخدام المنقلة بناءً على المعدلات الطبيعية التالية :

حيث ان الزاوية الطبيعية للمنطقة الظهرية (الصدرية) ما بين (١٥٥: ١٥٨ درجة) والمنطقة القطنية ما بين (١٥٤: ١٥٨ درجة) وكلما قلت الزاوية عن معدلاتها الطبيعية فى المنطقة الصدرية كلما زادت درجة انحراف استدارة الظهر الزائدة وكلما قلت الزاوية فى المنطقة القطنية عن معدلاتها الطبيعية كلما زادت درجة انحراف التجويف القطنى الزائد واما اذا زادت الزوايا عن معدلاتها الطبيعية فى كلا المنطقتين كلما اقترب العمود الفقرى للتسطح ليكون انحراف الظهر المسطح.

وتم ذلك من خلال الاستعانة بمرجع **صفاء صفاءالدين الخربوطلى، زكريا أحمد السيد (٢٠١٦) (٧)** وتم نقل البيانات فى استمارة تسجيل القياسات الخاصة بإنحرافات العمود الفقرى. مرفق (١)

الخطوة الثانية :الإختبارات الخاصة بالقدرات البدنية:

- تمت يوم الاحد ٢٠٢٥/٢/١٦ إلى الثلاثاء ٢٠٢٥/٢/١٨ للاعبات التنس.
- تم إعداد وتجهيز الأدوات الخاصة بالإختبارات البدنية.
- شرح طريقة أداء الاختبارات للاعبات وتوضيح اسلوب تسجيل النتائج للمساعدين.

وتم مراعاة توحيد شروط تطبيق كل اختبار. كما موضح مرفق (٣) وتسجيل البيانات الخاصة بكل لاعبه فى استمارة الخاصة بها مرفق (٤).

الخطوة الثالثة: الإختبارات الخاصة بالمهارات الأسياسة:

- تمت يوم الاربعاء ٢٠٢٥/٢/١٩ إلى الثلاثاء ٢٠٢٥/٢/٢٥ للاعبات التنس.
- تم إعداد وتجهيز ملعب التنس والأدوات الخاصة بالإختبارات المهارية.
- شرح طريقة أداء الاختبارات للاعبات وتوضيح اسلوب تسجيل النتائج للمساعدين.

وتم مراعاة توحيد شروط تطبيق كل اختبار. كما موضح مرفق (٥) وتسجيل البيانات الخاصة بكل لاعبه فى استمارة الخاصة بها مرفق (٦).

الخطوة الرابعة: تبويب البيانات:

بإستخدام برنامج Excel تم نقل جميع متغيرات البحث لمعالجتها إحصائياً وذلك يوم الخميس الموافق ٢٠٢٥/٢/٢٧.

المعالجات الاحصائية :

استعانت الباحثتان بالبرنامج الإحصائي SPSS (الإصدار٢٩) لإجراء التحليل الإحصائي وذلك فى الفترة من ٢٠٢٥/٢/٢٩ إلى ٣/٨/ ٢٠٢٥ وتمت المعالجات الإحصائية على مرحلتين:

١. الأولى لتحليل الانحرافات القوامية

٢. الثانية بناء النموذج باستخدام الشبكة العصبية واستخدامه.

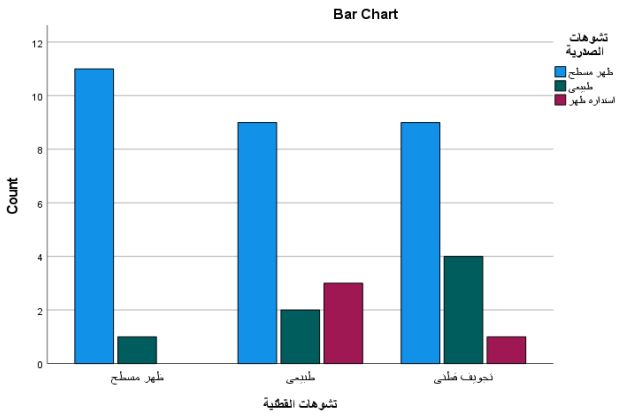
عرض ومناقشة النتائج :

جدول (٦)

دراسة تحليلية لإنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة الظهرية (الصدرية) بناء على المعيار المحدد للزوايا

الحالة	التكرار	النسبة المئوية	النسبة الفعلية	النسبة التراكمية
ظهر مسطح	٢٩	٧٢,٥	٧٢,٥	٧٢,٥
طبيعى	٧	١٧,٥	١٧,٥	٩٠
استدارة ظهر	٤	١٠	١٠	١٠٠
مجموع العينة	٤٠	١٠٠	١٠٠	–

يتضح من جدول (٦) التكرارات والنسبة المئوية والنسبة الفعلية والنسبة التراكمية لإنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة الصدرية بناء على المعيار المحدد للزوايا.



شكل (١)

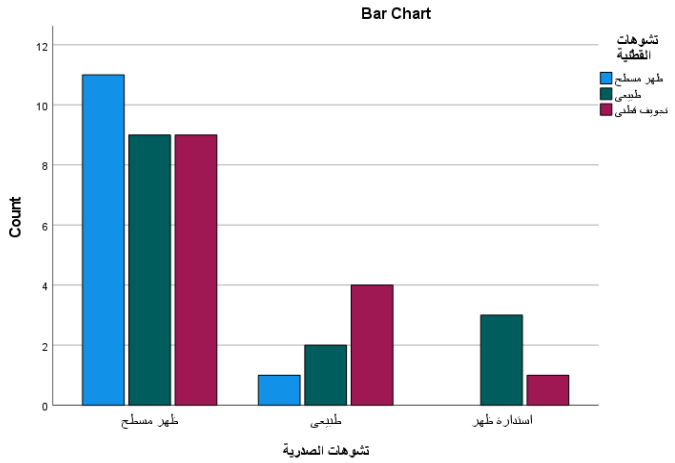
إنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة الظهرية (الصدرية)

جدول (٧)

دراسة تحليلية لإنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة القطنية بناء على المعيار المحدد للزوايا

الحالة	التكرار	النسبة المئوية	النسبة الفعلية	النسبة التراكمية
ظهر مسطح	١٢	٣٠,٠	٣٠,٠	٣٠,٠
طبيعى	١٤	٣٥,٠	٣٥,٠	٦٥,٠
تجويف قطنى	١٤	٣٥,٠	٣٥,٠	١٠٠,٠
مجموع العينة	٤٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	–

يتضح من جدول (٧) التكرارات والنسبة المئوية والنسبة الفعلية والنسبة التراكمية لإنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة القطنية بناء على المعيار المحدد للزوايا.



شكل (٢)

إنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة القطنية

جدول (٨)

دراسة تحليلية لإنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة العنقية بناء على المعدل المحدد للزوايا

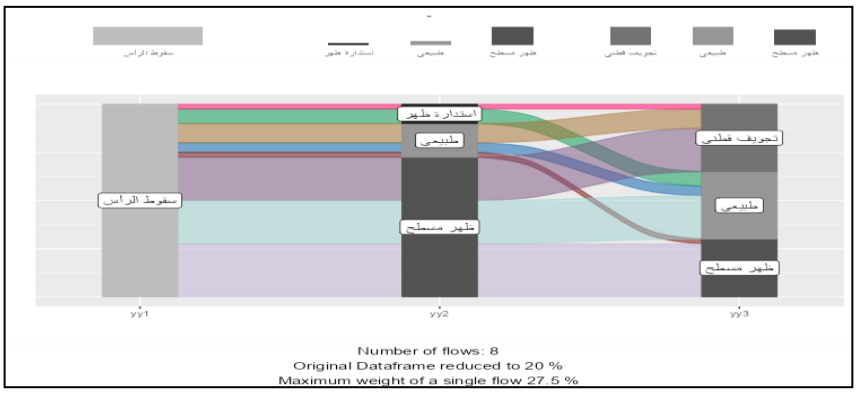
الحالة	التكرار	النسبة المئوية	النسبة الفعلية	النسبة التراكمية
سقوط الرأس	٤٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠

يتضح من جدول (٨) التكرارات والنسبة المئوية والنسبة الفعلية والنسبة التراكمية لإنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة العنقية بناء على المعدل المحدد للزوايا.

جدول (٩)

دراسة تحليلية للعلاقة بين إنحرافات العمود الفقرى في المنطقة الظهرية (الصدرية) والمنطقة القطنية

التشوهات		العدد والنسبة	إنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة القطنية			مجموع العينة
			ظهر مسطح	طبيعى	تجويف قطنى	
إنحرافات العمود الفقرى بالمنطقة الظهرية (الصدرية)	ظهر مسطح	العدد	١١	٩	٩	٢٩
		%	%٢٧,٥	%٢٢,٥	%٢٢,٥	%٧٢,٥
	طبيعى	العدد	١	٢	٤	٧
		%	%٢,٥	%٥,٠	%١٠,٠	%١٧,٥
	استدارة ظهر	العدد	٠	٣	١	٤
		%	%٠,٠	%٧,٥٠	%٢,٥	%١٠,٠
مجموع العينة		العدد	١٢	١٤	١٤	٤٠
		%	%.٣٠	%٣٥,٠	%٣٥,٠	%١٠٠



شكل (٣)
التدفقات الحادثة بين أنواع الإنحرافات

يتضح من هذا الجدول (٩) والشكل (٣) والخاص بالتدفقات الحادثة بين أنواع الإنحرافات للعلاقة التفاعلية بينهم حيث يتضح من الجدول والشكل تحليل لتوزيع أنماط الإنحرافات المتعلقة بمنطقتي العمود الفقري الصدرية والقطنية، من خلال الربط بين البيانات والنسب الواردة في الجدول ومخطط التدفقات. يركز التحليل على تفسير العلاقات والاتجاهات لدعم استنتاجات دقيقة ومفيدة. ويتم عرض وتفسير النتائج من الابعاد التالية:

أولا: الوصف

حيث يتضح ان نسبة سقوط الرأس في العينة قد بلغ ١٠٠% وهو ما يظهر في المخطط البيانى، حيث يبدو جميع الحالات تبدأ من هذه الفئة، مما يعكس انتشار الحالة بين العينة بنسبة ١٠٠.% وهذا يظهر أنها حالة شائعة جدا بين العينة مقارنة بباقى الإنحرافات قيد البحث، مما يبرز ضرورة معالجة عواملها المسببة.

في إنحرافات المنطقة الصدرية يتضح ان الفئة "ظهر مسطح" تمثل أكبر إنحراف في المخطط بنسبة ٣٧,٩%، والأكثر شيوعا وهو ما يتضح في الشكل من خلال سماكة خط التدفق الأكبر في الجزء الصدري. بينما الفئة "طبيعي" تشغل أقل نسبة حيث انها الأقل شيوعا بلغت نسبتهم ٣,٥%، وهو ما يبرز قلة الحالات الطبيعية. بينما كان استدارة ظهر" تشغل نسبة ١٣,٨%، ويظهر في الشكل كخط متوسط السمك.

وفى إنحرافات المنطقة القطنية: يبدو ان إنحراف "ظهر مسطح" و"تجويف قطني" لهما نفس النسبة (٣١%)، مما يظهر في الشكل البيانى كتدفقات متساوية في المخطط. بينما الفئة "طبيعي" تشغل نسبة أقل (١٣,٨%)، مما يعكس تناقص حالات العمود الفقري الطبيعي.

ثانيا: فهم العلاقات الديناميكية بين الإنحرافات:

حيث يتضح من الشكل ان التدفقات المرتبطة بفئة "ظهر مسطح" تظهر في كلا المنطقتين، مما يُشير إلى وجود ارتباط كبير بين الإنحرافات الصدرية والقطنية. ومن خلال تتبع الانتقال في شكل التدفق من "طبيعي" إلى إنحرافات أخرى مثل "استدارة ظهر"، وهو ما يبرز أن إنحرافات قد تكون تطورية أو مترابطة.

الاستنتاجات :

التشوه "سقوط الرأس" يعكس تأثيرًا شاملًا على العينة.

* الحاجة لدراسة العوامل المؤثرة في زيادة نسب "ظهر مسطح"، نظرًا لأنه الأكثر انتشارًا في المنطقتين.
* التشوهات الأقل انتشارًا (مثل "طبيعي" في المنطقة الصدرية) تشير إلى ضرورة الاهتمام بالوقاية للحفاظ على الحالات الطبيعية.

وقد يرجع زيادة نسبة انحراف سقوط الرأس وانتشاره بين عينة البحث الى اسباب اكثرها شيوعا هى الاوضاع الاقوامية الخاطئة التى يتخذها الافراد عند الجلوس لفترات طويلة امام الشاشات وخاصة الهاتف المحمول مما يؤدى الى سقوط الرأس.

وهذا ما اكدته دراسة Pin Lv et all (٢٠١٦) ان الأوضاع غير الطبيعية مثل وضعية الرأس للأمام قد تكون ناتجة عن الاستخدام المطول لأجهزة الكمبيوتر، مما يُسبب اختلالًا في حركية عضلات الرقبة والظهروتؤدى تمارين المقاومة الخفيفة الى تُحسّن بشكل جيد من وضعية الرأس للأمام وهذا يتفق مع نتائج جدول (٨). (٣٣: ٥)

ويوضح **حسن محمد النواصرة** (٢٠٢١) ان العمود الفقرى تشريحياً توجد به فقرات اكثر فى المدى الحركى والقدرة من فقرات اخرى كما فى الفقرات العنقية والقطنية وغير مدعمة من الامام اما المنطقة الصدرية فالحركة بها محدودة نظرالى حد ما نظرا لاتصالها بأ ضلاع القفص الصدرى. (٥ : ٩٥)

وتوضح الباحثتان أن رياضة التنس من الرياضات التي تتطلب حركات ديناميكية ومعقدة تؤثر بشكل مباشر على العمود الفقري والجهاز العضلي الهيكلي، لذلك يمكن أن تتسبب ضربات الإرسال المتكررة في إجهاد عضلات الرقبة والعمود الفقري العلوي، مما يؤدي إلى انحراف الرأس إلى الأمام، حيث يؤثر هذا الانحراف على مركز ثقل اللاعب، ومرونة الرقبة، والقدرة على متابعة الكرة بالعين، يمكن أن تؤدي هذه المشكلة إلى تقليل سرعة الحركة أو زيادة خطر الإصابة في منطقة الظهر والرقبة.

وتتفق بعض من نتائج جدول (٦) مع نتائج دراسة Šarčević, Zoran MD (٢٠٢٤) التى توضح ظهور حالات لتحدب الظهر لدى الرياضيين وارتباطها بإنحرافات قوامية اخرى. (٣٤: ٥٣٩)

تتفق نتائج جدول (٧) مع ما أظهرته نتائج دراسة Yongchao Huang et all (٢٠٢٢) أن المشاركة الطويلة الأمد في التدريب الرياضي للهواه كان لها تأثير على زاوية التقوس القطنى والصدرى وزاوية التحدب الصدرى للمراهقين. (٣٦: ٦)

كما تتفق نتائج جدول (٩) مع ما أوضحته دراسة Molly Connolly et all (2020) أن وجود انحرافات فى الفقرات القطنية، بما في ذلك وجود زوايا كبيرة فى المفصل الجانبى لدى لاعبي التنس المراهقين النخبة. إضافةً إلى ذلك، تُعد هذه الدراسة الأولى التي تكتشف ارتباط تشوهات الفقرات القطنية بزاوية المفصل الجانبية لدى لاعبي التنس المراهقين النخبة خصوصاً عند اللاعبات. قد تساعد هذه النتيجة في تحديد لاعبي التنس الأكثر عرضة للإصابة بتشوهات الفقرات القطنية في العمود الفقري مستقبلًا. (٢٨: ٩)

وفيما يتعلق بالظهر المسطح (Flat Back) يمكن أن يكون مرتبطًا بالوقفة أثناء أداء ضربة الأمامية الأرضية "Forehand"، حيث يتطلب ذلك ثباتًا كبيرًا في الجزء العلوي من الجسم أو قد يكون نتيجة للثبات المفرط المطلوب في بعض وضعيات ضربات التنس مما قد يؤدي إلى فقدان الانحناء الطبيعي للعمود الفقري الصدري. ويتفق ذلك مع دراسة José M. Muyor et al (2013) أن هناك نسبة عالية من انحناءات العمود الفقرى المحايدة لدى كل من لاعبى التنس الذكور والإناث. (٢٤– ٥٩٠)

أما بالنسبة التجويف القطني (Lumbar Lordosis) قد يرتبط بالجهد الكبير في ضربات الإرسال القوية والضربات الخلفية بتلك اليدين (Backhand) التي تتطلب دورانًا كبيرًا في الجذع، مما يزيد الضغط على المنطقة القطنية، بالاضافة لذلك يؤكد هذا الارتباط بين الظهر المسطح في المنطقتين الصدرية والقطنية على أهمية مفهوم السلسلة الحركية في رياضة التنس، وهذا يتفق مع ما أوضحته دراسة Molly Connolly et al (2020) حيث أوضح أن تشوهات الفقرات القطنية مرتبطة بزاوية المفصل الجانبى لدى لاعبي التنس المراهقين النخبة. وقد يساعد هذا الاكتشاف في تحديد لاعبي التنس الأكثر عرضة للإصابة بتشوهات الفقرات القطنية في المستقبل.

كما تشير نتائج دراسة Brian Fiani, et al (2020) أن لاعبو التنس أكثر عرضةً لتنكس القرص الغضروفى المتكرر نظرًا لسرعة وتيرة مباريات التنس الحديثة. وقد حددت

الدراسات البيوميكانيكية الحديثة أن العمود الفقري القطني هو محور الحركة أثناء ضربات التنس، وُصف لدى الرياضيين المشاركين في رياضات تُطبق قوى ميكانيكية متكررة على العمود الفقري القطني. وبالتالى هو أكثر مواقع الإصابة شيوعًا لدى لاعبي التنس. (١٣ : ٥)

وبذلك تم مناقشة نتائج التساؤل الأول الذى ينص على "ما العلاقة بين إنحرافات العمود الفقرى وبعضها ؟"

المرحلة الثانية:

تحليل الشبكة العصبية بين القدرات البدنية والتشوهات والأداء في التنس وهى علاقة مركبة لذا تم استخدام تحليل الشبكة العصبية متعددة الطبقات (Multilayer Perceptron)

جدول (١٠)
ملخص استخدام العينة فى التحليل

البيان		العدد	النسبة٪
العينة	للتدريب	٢٨	%٧٠,٠
	للاختبار	١٢	%٣٠,٠
اجمالى التشغيل		٤٠	%١٠٠,٠٠
الاجمالي		٤٠	

يتضح من جدول (١٠) إجراءات التحليل للشبكة حيث تم تقسيم العينة إلى مجموعتين؛ ٧٠% منها للتدريب (٢٨ حالة) و٣٠% للاختبار (١٢ حالة)، مع المجموع الكلي للعينة (٤٠)، حيث ان مراحل هذا التحليل تتم باستخدام الذكاء الاصطناعى القابل للتعلم؛ ولذا فانه يتم التحليل على مرحلتين (مرحلة التدريب) وتشمل تدريب النموذج، ثم اختباره للوصول الى النتائج حيث يتيح تقسيم البيانات للنموذج بهذه الطريقة تعلم جزء كبير من البيانات واختبار أدائها على عينة مستقلة.

جدول (١١)
يوضح معلومات الشبكة الأولية

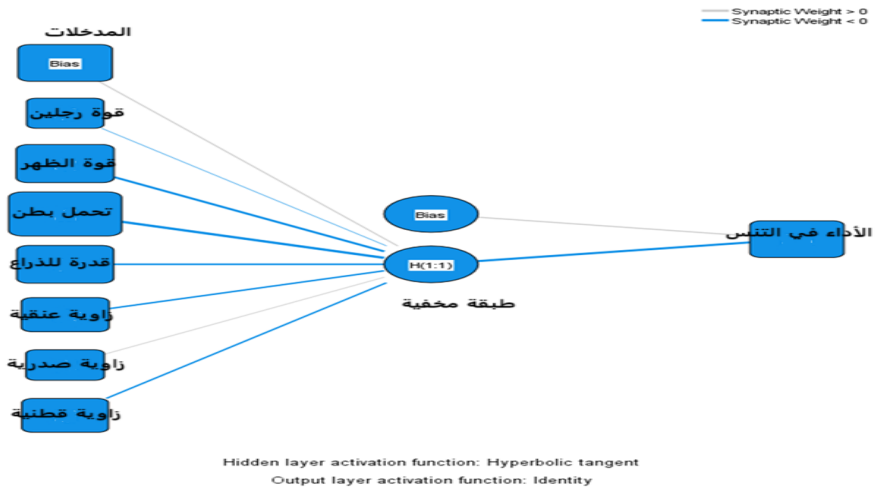
معلومات الشبكة			
طبقة الادخال	المتغيرات	١	إختبار قوة عضلات الرجلين (كجم)
		٢	إختبار قوة عضلات الظهر (كجم)
		٣	إختبار الجلوس من الرقود مع ثنى الركبتين sit–up test (عدد /٣٠ث)
		٤	إختبار رمى كرة لأقصى مسافة Ball throw for distance (متر)
		٥	زاوية عنقية (بالدرجة)
		٦	زاوية ظهرية (الزاوية الصدرية) (بالدرجة)
		٧	زاوية قطنية (بالدرجة)

تابع جدول (١١)
يوضح معلومات الشبكة الأولية

معلومات الشبكة			
	عدد المتغيرات في الادخال		٧
	طريقة تحجيم للمتغيرات المشتركة		المعيارية
الطبقة المخفية	عدد الطبقات المخفية		١
	عدد الوحدات في الطبقة المخفية		١
	وظيفة التنشيط		Hyperbolic tangent
طبقة الإخراج	المتغير التابع	١	درجة الاداء في التنس
	عدد الوحدات		١
	طريقة إعادة تحجيم المتغير التابع		المعيارية
	وظيفة التنشيط		Identity
	وظيفة الخطأ		Sum of Squares

مكونات الشبكة العصبية:

- طبقة الإدخال :تحتوي على سبعة متغيرات (تتضمن المتغيرات البدنية مثل قياسات القوة العضلية وقياسات إنحرافات العمودى الفقرى مثل زاوية عنقية).
- طبقة خفية :تحتوي على طبقة واحدة تستخدم دالة التنشيطHyperbolic Tangent ، التي تساعد النموذج في تعلم العلاقات اللاخطية بين المتغيرات.
- طبقة الإخراج :تتعامل مع متغير واحد، وهو درجة الأداء في التنس، باستخدام دالة الهوية (Identity)، والشكل (٤) يوضح الهيكل البنائى لنموذج الشبكة العصبية.



شكل (٤)
الهيكل البنائى لنموذج الشبكة العصبية

جدول (١٢)
ملخص النموذج المستخرج

ملخص النموذج		
التدريب	مجموع مربعات الخطأ	٨,٥٥٢
	الخطأ النسبي	٠,٦٣٣
	قاعدة الإيقاف المستخدمة	عدم انخفاض الخطأ في الاختبار
الاختبار	مجموع مربعات الخطأ	٢,٢٦٩
	الخطأ النسبي	٠,٧٠٩

يتضح من جدول (١٢) والخاص بملخص النموذج ان مجموع مربعات الخطأ (Sum of Squares Error) كان ٨,٥٥٢ أثناء التدريب و٢,٢٦٩ أثناء الاختبار. مما يدل على أن النموذج يقلل من الخطأ عند العمل على بيانات لم تستخدم أثناء التدريب. بينما كان الخطأ النسبي (Relative Error) بلغ ٠,٦٣٣ للتدريب و٠,٧٠٩ للاختبار، وهو قيمة أعلى بقليل مقارنة بالتدريب، ولكن النموذج يظهر أداء مقبول على البيانات الجديدة وذلك وفقا للمحددات التي اوضحها هايكن Haykin (٢٠٠٨) في حدود قبول مربعات الخطأ. (٢٠ –١٢١).

جدول (١٣)
قيم معاملات (بارامترات) نموذج الشبكة العصبية

قيم بارامترات النموذج			
المتغيرات		التنبؤ	
		الطبقة المخفية	طبقة الإخراج
		H(1:1)	الأداء في التنس
طبقة الإدخال	(ثابت)	٠,١٠٨	
	إختبار قوة عضلات الرجلين (كجم)	٠,٠٤٦	
	إختبار قوة عضلات الظهر (كجم)	٠,٥٢٦	
	إختبار الجلوس من الرقود مع ثنى الركبتين sit–up test (عدد /٣٠ث)	٠,٩٩٧	
	إختبار رمي كرة لأقصي مسافة Ball throw for distance (متر)	٠,٤٧٧	
	زاوية عنقية (بالدرجة)	٠,٣٠٥	
	زاوية ظهرية (الزاوية الصدرية) (بالدرجة)	-٠,٠٧٣	
	زاوية قطنية (بالدرجة)	٠,٢٤٥	
الطبقة المخفية	(ثابت)		٠,١٣٧
	H(1:1)		٠,٨٦٥

يتضح من الجدول (١٣) والخاص بقيم معاملات (بارامترات) نموذج الشبكة العصبية قيم معاملات الشبكة العصبية للطبقة المخفية وطبقة الإخراج بناء على متغيرات الادخال حيث يوضح قيمة ثابت التحيز لطبقة الادخال ٠,١٠٨ بينما ثابت الطبقة المخفية المؤدى للنواتج يبلغ

٠,١٣٧ كما يوضح الجدول قيم معاملات متغيرات الادخال. وثابت التحيز هو قيمة ثابتة تضاف إلى الدخل الخاص بكل خلية عصبية (Neuron) في كل طبقة من الشبكة العصبية. وظيفة ثابت التحيز تكمن في إزاحة منحنى التفعيل (Activation Function) ، مما يمنح النموذج مرونة أكبر في تعلم الأنماط المختلفة من البيانات، كما يساعد النموذج على التعامل مع الحالات التي تكون فيها القيم صفرية للإدخالات.

ويوضح الجدول تأثير كل متغير من متغيرات الادخال سواء المتغيرات البدنية او متغيرات انحرافات العمود الفقرى على النواتج وهو الأداء في التنس من خلال الطبقة المخفية، كما يوضح التأثيرات بين متغيرات المدخلات ووحدات الطبقة المخفية حيث يوضح الجدول (١٤) شرح تفصيلى لمعامل كل متغير وقوة واتجاه تأثيره

جدول (١٤)

معاملات تأثير المتغيرات في نموذج الشبكة العصبية وقوة واتجاه التأثير للمدخلات والطبقة المخفية

المتغير	المعامل	التأثير على الناتج
إختبار قوة عضلات الرجلين (كجم)	٠,٠٤٦	تأثير سلبى ضعيف
إختبار قوة عضلات الظهر (كجم)	٠,٥٢٦	تأثير سلبى متوسط
إختبار الجلوس من الرقود مع ثنى الركبتين–sit up test(عدد /٣٠ث)	٠,٩٩٧	تأثير سلبي قوي جدًا
إختبار رمى كرة لأقصى مسافة Ball throw for distance(متر)	٠,٤٧٧	تأثير سلبي متوسط
زاوية عنقية (بالدرجة)	٠,٣٠٥	تأثير سلبى معتدل
زاوية ظهرية (الزاوية الصدرية) (بالدرجة)	-٠,٠٧٣	تأثير إيجابى ضعيف
زاوية قطنية (بالدرجة)	٠,٢٤٥	تأثير سلبى ضعيف
معامل ثابت Bias (الانحياز) للطبقة المخفية قيمته ٠,١٣٧، وهو يستخدم لتعديل القيم وضبط النموذج		
الطبقة المخفية	٠,٨٦٥	وهو تأثير سلبى قوى

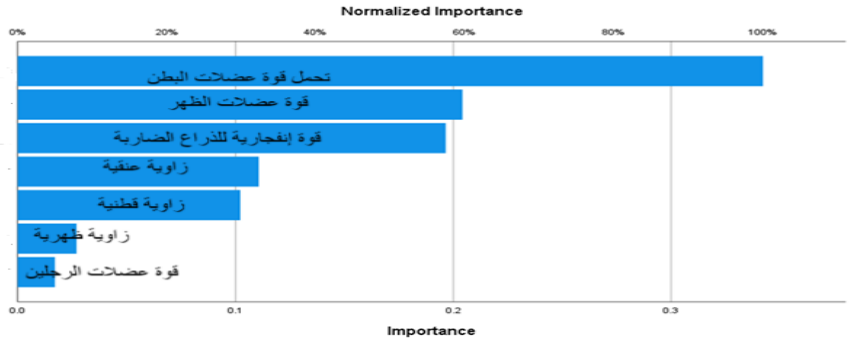
يوضح جدول (١٤) والخاص بمعاملات تأثير المتغيرات في نموذج الشبكة العصبية وقوة واتجاه التأثير للمدخلات والطبقة المخفية حيث يظهر الجدول تأثير كل متغير على المخرجات والتي تتمثل في الأداء في التنس، كما يوضح معاملات طبقة النواتج والتي تم تحديدها بدرجة الأداء في التنس وهو المتغير المستقل حيث بلغ معامل التأثير ٠,٨٦٥ وهو تأثير ايجابى قوى مما يثبت نظرية البحث من تأثير هذه المتغيرات على الأداء في التنس. حيث ان لكل متغير من المدخلات له وزن يعكس أهميته في التنبؤ بالنتائج النهائية . في الأداء في التنس. فقد أوضحت النتائج ان تحمل قوة عضلات البطن هو الأكثر تأثيرا مقارنة بالمتغيرات الأخرى. حيث يشير هذا التأثير الايجابى إلى علاقته القوية بالإداء في التنس النهائية. وهذا في ضوء أوضحه **Goodfellow et–al (٢٠١٦)** (١٨ –٨٩).

والجدول (١٥) يوضح مقدار الأهمية المطلقة من النموذج والاهمية النسبية لكل متغير من متغيرات الادخال

جدول (١٥)
الأهمية المطلقة والنسبية لعوامل الادخال على الأداء في التنس

أهمية المتغيرة المستقلة (المدخلات)		
المدخلات	الأهمية المطلقة	الأهمية النسبية
إختبار قوة عضلات الرجلين (كجم)	٠,٠١٧	%٥
إختبار قوة عضلات الظهر (كجم)	٠,٢٠٤	%٥٩,٧
إختبار الجلوس من الرقود مع ثنى الركبتين sit-up test (عدد /٣٠ث)	٠,٣٤٢	%١٠٠
إختبار رمى كرة لأقصى مسافة Ball throw for distance (متر)	٠,١٩٧	%٥٧,٤
زاوية عنقية (بالدرجة)	٠,١١١	%٣٢,٤
زاوية ظهرية (الزاوية الصدرية) (بالدرجة)	٠,٠٢٧	%٧,٩
زاوية قطنية (بالدرجة)	٠,١٠٢	%٢٩,٩

يوضح جدول (١٥) بالأهمية المطلقة والنسبية لعوامل الادخال على الأداء في التنس وشكل (٥) الأهمية النسبية لمتغيرات المدخلات والاهمية النسبية لها. حيث توضح الأهمية المطلقة (Importance) مدى تأثير المتغير الداخلة في النموذج على المخرجات بناء على المعادلة والنموذج العصبي المستخدم. حيث يعتبر هذا الرقم الأساس لقياس الأهمية، بينما الأهمية النسبية (Normalized Importance) يتم بناء على تحويل الأهمية المطلقة إلى نسبة مئوية لتسهيل المقارنة بين المتغيرات المختلفة. ويتم تطبيع الأهمية الأعلى إلى 100%، وتحسب باقي الأهمية كنسب مئوية بناء على تلك القيمة.



ومن خلال الجدول السابق (١٤) والشكل (٥) يتضح ان النموذج يظهر كفاءة معقولة في التنبؤ بالأداء في التنس بناء على المتغيرات المدخلة (البدنية وانحرافات العمود الفقرى). حيث

يتضح كمثال ان اختبار الجلوس من الرقود والقوة العضلية للظهر لهما التأثير الأكبر، مما يشير إلى أنها عوامل رئيسية يجب التركيز عليها لتحسين الأداء في التنس. وتوضح الباحثة في الجدول التالى استخراج الأهمية المطلقة والنسبية وتفسيرها استنادا للنموذج من الجدول (١٥) والشكل (٥).

جدول (١٦)
متغيرات الادخال والاهمية المطلقة والنسبية لكل متغير وتفسيرها

المتغير	الأهمية المطلقة	الأهمية النسبية	التفسير
تحمل قوة عضلات البطن	0.342	%١٠٠,٠٠	يعتبر الأكثر تأثيرًا في النموذج، مما يعني أن له الدور الأكبر في تحديد الأداء.
قوة عضلات الظهر (كجم)	0.204	%٥٩,٧٠	ثاني أكثر المتغيرات أهمية، وله تأثير كبير ايضا.
قوة انفجارية للذراع الضاربة	٠,١٩٧	%٥٧,٤	من أكثر المتغيرات أهمية، وله تأثير كبير ايضا
زاوية عنقية (بالدرجة)	0.111	%٣٢,٤٠	له أهمية متوسطة، مما يعني أن تأثيره محدود لكنه لا يزال ذو صلة.
زاوية قطنية (بالدرجة)	0.102	%٢٩,٩٠	مشابه لزاوية عنقية من حيث الأهمية، وله دور ثانوي في التأثير على الأداء.
زاوية ظهرية (الزاوية الصدرية) (بالدرجة)	٠,٠٢٧	%٧,٩	تأثير ضعيف في النموذج، مما يشير إلى أهمية منخفضة.
قوة عضلات الرجلين	0.017	%٥,٠٠	تأثير ضعيف جدًا في النموذج، مما يشير إلى أهمية منخفضة للغاية.

حيث يتضح من الجدول السابق (١٦) الجوانب التالية:

- المتغير تحمل قوة عضلات البطن يتميز بكونه أكثر تأثيرا، حيث يحصل على نسبة الأهمية النسبية الكاملة.(100%)
- المتغير قوة عضلات الظهر يحتل المركز الثاني، مما يشير إلى أنه أيضا ذو تأثير كبير ولكنه أقل قليلاً من تحمل قوة عضلات البطن، ثم يلى ذلك المتغير قوة انفجارية للذراع الضاربة يحتل المركز الثالث.
- المتغيرات الأخرى مثل زاوية عنقية وزاوية قطنية لها تأثيرات متوسطة، ولكنها ليست قوية.
- المتغيران الزاوية الصدرية وقوة عضلات الرجلين يظهران تأثيرا ضعيفا جدا، مما يشير إلى أنهما أقل أهمية بشكل كبير بالنسبة للنموذج.

التعليق العام على نتائج نموذج الشبكة العصبية

وتشير النتائج انه يمكن استخدام الشبكة العصبية الناتجة من البيانات فى التنبؤ فمن خلال النموذج الذي تم تحليله، وهو الشبكة متعددة الطبقات (Multilayer Perceptron)، وهو نموذج مصمم بالذكاء الاصطناعى للتنبؤ بالمخرجات بناء على المدخلات التي تم تدريب الشبكة العصبية عليه، حيث تتوافر في هذا النموذج الشروط التالية

- **النموذج تم تدرب** :من خلال تدريب النموذج باستخدام بيانات عينة التدريب (٢٨ حالة)، أصبح النموذج قادرا على تعلم العلاقات بين المدخلات (مثل القدرات البدنية والانحرافات القوامية في العمود الفقرى) والمخرجات (وهى درجة الأداء في التنس).
- **وتقوم العقدة الخفية** بدمج تأثير كل المتغيرات المستقلة بطريقة مدروسة، مما يسمح للنموذج بالتعلم من الأنماط الموجودة في البيانات.
- **وفى طبقة الإخراج** تقوم بحساب المخرجات النهائية التي تعبر عن التنبؤ بدرجة الأداء في التنس.
- **دقة النموذج في التنبؤ** :تم تقييم أداء النموذج باستخدام بيانات عينة الاختبار (١٢ حالة)، وأظهر نتائج مقبولة مع مجموع مربع خطأ (Sum of Squares Error) منخفض نسبيًا حيث اوضح الخطأ النسبى لتشغيل النموذج في مرحلتى التدريب والاختبار قيم جيدة.
  - **ففي الأداء أثناء التدريب** :الخطأ النسبي أثناء التدريب (٠,٦٣٣) وهو يظهر دقة جيدة.
  - **وفى الأداء أثناء الاختبار** :الخطأ النسبي (٠,٧٠٩) وذا يظهر قدرة النموذج على التعامل مع بيانات جديدة لم تستخدم في التدريب بشكل جيد مما يشير لدقة مقبولة للنموذج.

ويتم استخدام هذا النموذج في التنبؤ وفق الخطوات التالية

- إدخال قيم جديدة للمتغيرات المستقلة (البدنية والقوامية) إلى طبقة الإدخال في النموذج.
- يقوم النموذج باستخدام القيم المدخلة، ويعالجها عبر الطبقة الخفية باستخدام دالة التنشيط(Hyperbolic Tangent) ، للوصول إلى المخرجات النهائية.
- المخرجات ستكون **درجة الأداء في التنس** التي تمثل التنبؤ النهائي بناء على المدخلات

الإستنتاج:

القدرات البدنية البدنية والقوامية تلعب دورًا متكاملًا في تحسين أداء المهارات الأساسية في التنس. ومن المهم التركيز على القوام المتزن بجانب القوة العضلية للوصول إلى الأداء المميز في التنس.

تتفق نتائج جدول (١٤) مع ما أوضحه E.paul Roetert & Mark S.Kovace (2011) أن الجذع يتضمن عدة مجموعات عضلية أكبر تشارك في الحركة في كل مستوى من مستويات الحركة. في رياضة التنس أصبحت الحركات الدورانية أكثر شيوعًا، ويحتاج لاعبو التنس إلى اتباع منظور ثلاثي الأبعاد للتدريب من أجل وضع برنامج متوازن، يُعد الجذع عنصرًا مهمًا في تجميع القوى المتولدة في البداية من الأرض والمنتقلة عبر باقي الجسم إلى المضرب والكرة. ينبغي أن تركز التمارين المخصصة لعضلات البطن في رياضة التنس على الثبات والتوازن والوضعية وتحسين الأداء والوقاية من الإصابات. (١٦ – ٩٩)

حيث يشير Kovacs MS (2006) أن ممارسة رياضة التنس الحديثة اليوم تحتاج عدة مكونات، مثل السرعة والقوة، ولكل منها خصائص بيوميكانيكية، تشير السرعة في التنس إلى سرعة فى اتخاذ الوضع المناسب للجسم و القدرة على ضبط القدمين والركبتين والذراعين والعمود الفقري لتوجيه الضربات وردها. يتطلب التعليم الحديث إتقان الحركات الخطية السريعة، إلى جانب الحركات الجانبية ومتعددة الاتجاهات، التي قد تجعل العمود الفقري عرضة للإصابة مثل إصابات الظهر الناتجة عن الإجهاد. (٢٥: ٣٨٥)

تتفق نتائج جدول (١٤) مع نتائج Peter O'Donoghue &Billy Ingram(2010) في حين أن الضربات الأرضية الأمامية والخلفية تنتج عادةً كميات أقل من قوة أسفل الظهر مقارنة بالإرسال، فقد وجد أيضًا أنها أكثر انتشارًا بمقدار ١,٦٢ مرة خلال المباريات التنافسية ومن المرجح أن تسبب الإصابة بشكل تراكمي، حيث توضح أن قوة عضلات الظهر تؤثر بشكل كبير فى أداء المهارات فى التنس وتساهم فى نقل القوة إلى الكرة. (٣٢: ١١٣)

يوضح E.paul Roetert & Mark S.Kovace (2011) أن عضلات الظهر توفر مرونةً وحركةً للعمود الفقري، وعند تدريبها والأداء بشكل صحيح، تُعزز وضعية الجسم الجيدة. عمومًا تعمل العضلات العميقة على دعم وتحريك العمود الفقري، بينما تُحرك العضلات السطحية الذراعين والكتفين وتحقّق عضلات الضهر على جانبى العمود الفقرى التوازن بين جانبي الجسم المسيطر وغير المسيطر أُثناء الأداء فى التنس، ويحمي المفاصل المحيطة، ويعمل كحلقة وصل بين الجزء السفلي والعلوي من الجسم. وبما أن الظهر في التنس يجب أن يوفر الانثناء والتمدد والدوران، فإن نمو عضلات الظهر العلوية والسفلية بشكل جيد أمر بالغ الأهمية للأداء الأمثل في الملعب. (١٦– ٨٣)

تتفق بعض من نتائج جدول (١٤) مع ما ذكره دراسة Molly Connolly et al (2021) أن هناك أدلة تشير إلى أن ترتيب وتوقيت أحداث الإرسال الرئيسية قد يساعد في

تحديد الأشخاص المعرضين لخطر انحرافات العمود الفقري ومن ثم اصابة المنطقة القطنية. (٨ – ٢٩)

يوضح Kovacs MS (2006) أن لعبة التنس تتطلب حركات متكررة للجسم تتطلب القوة لبدء تأرجحات قوية. تُحدد قوة اللاعب مقدار الجهد البدني الذي يُبذله لتسديد ضربات عالية السرعة، بالإضافة إلى كيفية توليده للقوة داخل أجسامه. على سبيل المثال، قد يحتاج اللاعبون ذو الحالة البدنية الأضعف إلى تدوير أو تعديل أجسامهم بشكل أكثر فعالية لمواجهة ضربات اللاعبين الأقوى. وبالتالي، تُعدّ قوة الجزء العلوي والسفلي من الجسم عوامل رئيسية مُحددة لأداء التنس، وعناصر أساسية في اللياقة البدنية التدريبية. (٢٥– ٣٨٥)

تتفق نتائج جدول (١٥)، (١٦) مع ما أوضحه Amity Campbell et al (2016) أنه أثناء المرجحة الخلفية لأداء الضربات الأمامية الأرضية وهى أحد المهارات الأساسية يمتد الذراع مع المضرب للخلف مع اقتراب الكرة من اللاعب، وعندما يضرب اللاعب الكرة بحركة الذراع للأمام تمتد حركة الكتف وتدور في حركة لمتابعة الكرة ويتطلب هذا التواءً دوران في العمود الفقري القطني لعكس قوة الكرة وخلق سرعة قوة فى اتجاه الكرة. تؤثر مرجحة وحركة المضرب للخلف وللأمام على العمود الفقري عن طريق التسبب في زيادة امتداد الجزء العلوي القطني والدوران المحوري لليمين، بالإضافة إلى زيادة حركات الدوران الأيمن/الانثناء الجانبي للجزء السفلي القطني (١١ – ٣٦)

وتضيف إيلين وديع فرج (٢٠٠٧) أن القوة الدافعة تتضمن إنتقال ثقل الجسم فى اتجاه الضرب ويحدث ذلك عند أداء الضربات الارضية حيث يتم لف الردفين ثم الجذع لتوليد مزيد من القوة لإيصالها للكرة. (٣– ٨٦)

حيث توضح نتائج **F Alyas& M Turner, and D Connell (2007)** أن انحرافات اسفل العمود الفقري القطني شائعه بين لاعبى التنس، وبشكل حصري تقريبًا في مستويات الفقرتين القطنيتين الرابعة والخامسة والخامسة/ العجزية الأولى. حيث أظهرتلنتائج أن تسعة لاعبين إصابات في الفقرات القطنية (١٠ إصابات؛ إحداها على مستويين) غالبيتها في مستوى الفقرة القطنية الخامسة (١٠/٩، الفقرة القطنية الخامسة؛ ١٠/١، الفقرة القطنية الرابعة)، وكانت التهاب المفاصل الجانبية شائعة نسبيًا بين اللاعبين. (١٧– ٨٣٦)

وتشير نتائج Amity Campbell et al (2016) يتطلب أداء الضربة الخلفية الأرضية استخدام ظهر اليد الحاملة للمضرب مع راحة اليد حيث تُؤدى هذه الضربة بكلتا اليدين ممسكين بالمضرب، مما يزيد من قوة الإمساك. وتحتاج دورانًا إضافيًا للعمود الفقري، حيث يدور الذراعان

والجسم كوحدة واحدة بزاوية ٩٠ درجة تقريبًا من وضع البداية، مما قد يؤدي إلى زيادة قوى الدوران المحوري أثناء بدء المرجحة الخلفية، وأظهرت الضربة الخلفية أيضًا دورانًا علويًا قطنيًا لليسار بشكل كبير، بينما أظهرت الضربات الأمامية قوى ثني جانبي قطني يمينية أكبر. ربما يكون هذا هو مصدر العديد من حالات الانزلاق الغضروفي، حيث تتطلب تأرجحًا غير طبيعي وغير مركزي للجسم، وهذا يتماشى مع نتائج جدول (١٥). (١١– ٣٧)

يضيف E.paul Roetert & Mark S.Kovace (2011) أن أثناء أداء اللاعب للإرسال، تُؤدي مرحلة المرجحة الخلفية للذراع الضاربة إلى وضعية تمدد شديد ودوران للظهر مع تقوسه والتى قد تُسبب وقوع ضغطاً كبيرًا على العضلات والمفاصل المحيطة بالظهر مما يؤثر على مستوى الأداء، ونظرًا لأهمية الظهر في نقل القوى من الجزء السفلي إلى العلوي من الجسم كجزء من السلسلة الحركية، لذلك من المهم الاهتمام بتمارين الدوران للجذع. (١٦– ٨٥)

وتوضح نتائج Mark Kovacs, and Todd Ellenbecker, (2011) أنه أثناء أداء المرحلة الأولى فى الإرسال يبدأ العمود الفقري القطني كقاعدة للدعم والاستقرار بينما يكون الجسم خاصة القدمين مرتكزتين على الأرض لتوليد القوة/الطاقة وتكون هناك تزايد فى نشاط عضلات العمود الفقري وفى مرحلة الضرب يتم تجميع الطاقة الكامنة مع ثني الركبتين ينتقل العمود الفقري بعد ذلك إلى فرط التمدد، مع حركات انثناء جانبي في نفس الجانب، ودوران في نفس الجانب يدور الجذع والعمود الفقري قليلاً في حركة معاكسة حيث يتم تخزين الطاقة اللازمة لضرب الكرة، حيث يتم تمديد المعصم والعمود الفقري والرجلين للسماح بقوى رد فعل أرضية رأسية أكبر، تعتمد هذه المرحلة على كلٍ من القوة والتنسيق العصبي العضلي، وتُظهر عضلات الجذع أعلى مستويات نشاطها خلال هذه المرحلة، حيث يصاحب تسارع المضرب انعكاسات دورانية سريعة للعمود الفقري القطني، تليها حركات انثناء جانبي يمين أو يسار يؤدي هذا إلى فرط تمدد الجذع، مما يؤدي إلى نقل عزم الدوران إلى أجزاء من العمود الفقري بطريقة قد تؤدي إلى RTD "Reptitive Traumatic Discopathy"، وفى المرحلة النهائية، يضرب اللاعب الكرة باستخدام الطاقة الكامنة الناتجة عن سلسلة الأحداث الحركية السابقة. يميل الجذع لمتابعة الكرة على المستوى الأفقي، مما يلقى الضوء على أهمية عضلات العمود الفقرى. (٢٧– ٥١٠)

لا يقتصر الدراسة الحالية على فهم أعمق للعوامل المؤثرة على انحرافات العمود الفقرى فى التنس وعلاقته بالأداء، فالنموذج المستخرج يعمل على تقديم وتوفير أيضًا استراتيجيات وقائية للاعبين. وهذا يتفق مع ما ذكرته دراسة **Heena Patel et al (2025)(21)** أن تقديم نموذج بإستخدام الشبكات العصبية لا يعتمد فقط على الدقة للتنبؤ بل يوفر جانباً من

التدريب والتحقق من صحة البيانات واختبارها مع وجود استراتيجيات وقائية شخصية من خلال نظام الخبراء.

وبذلك تم مناقشة نتائج التساؤل الثانى الذى ينص على "ما العلاقة المركبة بين إنحرافات العمود الفقرى والقدرات البدنية وتأثيرها على قوة أداء المهارات الأساسية في التنس ؟"

والتساؤل الثالث الذى ينص على "هل يمكن استخدام النموذج الشبكة العصبية للتنبؤ بقوة أداء المهارات الأساسية في التنس؟"

الاستنتاجات :

- نسبة سقوط الرأس في العينة قد بلغ ١٠٠%.
- **في إنحرافات المنطقة الصدرية** يتضح ان الفئة "ظهر مسطح" تمثل أكبر إنحراف بنسبة ٣٧,٩%، والأكثر شيوعاً، بينما الفئة "طبيعي" تشغل أقل نسبة حيث انها الأقل شيوعا بلغت نسبتهم ٣,٥%، وهو ما يبرز قلة الحالات الطبيعية، بينما كان استدارة ظهر" تشغل نسبة ١٣,٨%.
- **فى إنحرافات المنطقة القطنية** يبدو ان إنحراف "ظهر مسطح" و"تجويف قطني" لهما نفس النسبة (٣١%)، بينما الفئة "طبيعي" تشغل نسبة أقل (١٣,٨%)، مما يعكس تناقص حالات العمود الفقري الطبيعي.
- بلغ معامل التأثير الخاص بدرجة الأداء في التنس وهو المتغير المستقل (٠,٨٦٥) وهو تأثير ايجابى قوى مما يثبت نظرية البحث من تأثير هذه المتغيرات على الأداء في التنس. حيث ان لكل متغير من المدخلات له وزن يعكس أهميته في التنبؤ بالنتائج النهائية.
- المتغير تحمل قوة عضلات البطن يتميز بكونه أكثر تأثيرا، حيث يحصل على نسبة الأهمية النسبية الكاملة (١٠٠%).
- المتغير قوة عضلات الظهر يحتل المركز الثاني، مما يشير إلى أنه أيضا ذو تأثير كبير ولكنه أقل قليلاً من تحمل قوة عضلات البطن، ثم يلى ذلك المتغير قوة انفجارية للذراع الضاربة يحتل المركز الثالث.
- المتغيرات الأخرى مثل زاوية عنقية وزاوية قطنية لها تأثيرات متوسطة، ولكنها ليست قوية.
- المتغيران الزاوية الصدرية وقوة عضلات الرجلين يظهران تأثيرا ضعيفا جدا، مما يشير إلى أنهما أقل أهمية بشكل كبير بالنسبة للنموذج.

يعد هذا النموذج ذو قيمة جيده وأهمية للتنبؤ بمستوى أداء المهارات الأساسية فى التنس.

التوصيات :

تم تقسيم التوصيات إلى جزئين :

التوصيات المتعلقة بإنحرافات العمود الفقرى :

١- تنفيذ برامج وقائية مخصصة للحد من انتشار الانحرافات الأكثر شيوعًا.

٢- تعزيز التمارين البدنية التي تستهدف تحسين وضعية العمود الفقري.

٣- دراسة العوامل البيئية والصحية التي تؤدي إلى تفاقم انحرافات العمود الفقرى.

٤- عدم اهمال التشوهات التى قد تحدث للعمود الفقرى والتى تحتاج إلى تدخل علاجي وتأهيلى ووقائي عاجل.

٥- انخفاض النسب "الطبيعية" لزوايا العمود الفقرى يوضح ضرورة تعزيز الجهود للحفاظ على صحة العمود الفقري.

التوصيات المقترحة من النموذج

١- التطبيقات العملية لتحسين الأداء في التنس:

* **التمارين البدنية** لتحسين القوة وأنواعها لكافة عضلات الجسم " للبطن والظهر والذراعين والرجلين ".من خلال تمارين المقاومة.
* **التمارين لتحسين الحالة القوامية** بتحسين الاستقامة والتوازن من خلال تدريبات التوازن الديناميكي، والتمرينات العلاجية للانحرافات القوامية والتمرينات التعويضية.

ويمكن استخدام النموذج المستخلص في المجالات التالية:

١- تقييم الأداء البدني:

* يمكن استخدام النتائج لتحديد المجموعة العضلية للقوة العضلية الأكثر تأثيرا على الأداء فى التنس.
* يساعد ذلك المدربين أو المختصين في تصميم خطط تدريب فردية تركز على تحسين المتغيرات ذات التأثير الأكبر مثل تدريبات القوة لعضلات البطن والظهر.

٢- تحسين برامج التعليم الصحي والبدني:

* يمكن أن تستخدم النتائج لتطوير برامج تعليمية تركز على المتغيرات الأكثر أهمية لتصحيح الأخطاء لتلافى مشكلات انحرافات العمود الفقرى وتحسين القوة العضلية.

٣- تحليل وتشخيص مشكلات العمود الفقري:

* بالنظر إلى ارتباط بعض المتغيرات بالانحرافات القوامية يمكن استخدام النموذج لتحليل أنماط الحركة أو وضعيات الجسم غير الصحيحة التي قد تسبب مشكلات في العمود الفقري.

* يساعد هذا التحليل المتخصصين في تصميم تدخلات تصحيحية تعتمد على التمارين المناسبة لكل انحراف على حدى.

٤- تحسين النماذج العصبية لمزيد من الدقة:

* يمكن استخدام هذه البيانات لتطوير نماذج عصبية أكثر تعقيدًا لتوقع الأداء أو التشخيص بناءً على مجموعة أوسع من العوامل.
* التركيز على تحليل الانحياز وأهمية المتغيرات يساعد في تحسين دقة النموذج والقدرة على التنبؤ بالأداء.

٥- البحث الأكاديمي والتطوير:

* النتائج تقدم مدخلات هام للباحثين الذين يسعون لفهم العلاقة بين الأداء البدني وانحرافات العمود الفقرى.
* يمكن استخدام النماذج المشابهة لدمج المزيد من المتغيرات مثل التغذية أو الأنشطة اليومية لتوسيع نطاق الدراسات.

((المراجـــــــــــــع))

أولا : المراجع العربية :

١- **ألفت أحمد هلال، أميرة البارودى، رشا مبروك (٢٠٠٩م):** ألعاب المضرب (التنس الأرضى). ط١، دار الكتب المصرية، القاهره.

٢- **أمين أنور الخولى، جمال الدين الشافعى (٢٠٠١):** التنس (التاريخ- المهارات- قواعد اللعب). ط١، دار الفكر العربى. القاهره.

٣- **إيلين وديع فرج (٢٠٠٧):** الجديد فى التنس (الطريق إلى البطولة).منشأة المعارف، الإسكندرية.

٤- **إيلين وديع فرج (٢٠٠٧):** التنس (تعليم- تدريب- تقييم- تحكيم)، ط٢، منشأة المعارف، الاسكندرية.

٥- **حسن محمد النواصرة (٢٠٢١):** علم التشريح للجهاز الحركى. دار الجامعيين للطباعة. الاسكندرية.

٦- **حسن نمير سالم (٢٠٢٥):** المحددات البدنية والأنثروبومترية لأنتقاء طالبات تخصص التنس بكلية التربية الرياضية للبنات. رسالة ماجستير. كلية التربية الرياضية للبنات – جامعة الاسكندرية.

٧- **صفاء صفاءالدين الخربوطلى، زكريا أحمد السيد (٢٠١٦):** اللياقة القوامية والتدليك. منشأة المعارف. الاسكندرية.

٨– **محمد صبحى حسنين (٢٠٠٣):** القياس والتقويم فى التربية البدنية والرياضة ج٢، دار الفكر العربى، القاهره.

٩– **محمد على الشرقاوى (٢٠٢٢):** الذكاء الإصطناعى والشبكات العصبية "علوم وتكنولوجيا حاسبات المستقبل". المكتب المصرى الحديث للنشر، القاهرة.

١٠– **وليد وعدالله على، سبهان محمود الزهيرى (٢٠٠٩):** ألعاب كرة المضرب. وزارة التعليم العالى والبحث العلمى. كلية التربية الرياضية– جامعة الموصل.

ثانياً: المراجع الأجنبية

11- Amity Campbell, Leon Straker, David Whiteside, Peter O'Sullivan, Bruce Elliott, and Machar Reid (2016): Lumbar mechanics in tennis groundstrokes: differences in elite adolescent players with and without low back pain. Journal of Applied Biomechanics. pp32-39. Volume 32: Issue 1. 10.1123/jab.2015-0122.

12- Avery D.Faigenbaum & Wayne L. westcott (2009): youth strength training programs for health , fitness , and sport , human kinetics , United states America.

13- Brian Fiani, Ryan Jarrah, Amelia Wong, Adam Alamah ,and Juliana Runnels (2020): Repetitive Traumatic Discopathy in the Modern-Era Tennis Player. Published via Contemporary Reviews in Neurology and Neurosurgery.

14- Cil, A., Yazici, M., Uzumcugil, A., Kandemir, U., Alanay, A., Alanay, Y., Acaroglu, R.E. and Surat, A. (2005): The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. Spine. Pp 93-100.

15- Elliott B (2006): Biomechanics and tennis. Br J Sports Med. Volume 40, Issue 5. (392-396).

16- E.paul Roetert & Mark S.Kovace (2011): Tennis anatomy. Human Kinetics , USA.

17- F Alyas& M Turner, and D Connell (2007): MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic, adolescent, elite tennis players. Br J Sports Med Accepted: 26 May 2007. (836–841).

18- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016): Deep Learning. MIT Press. ISBN: 978-0262035613.

19- G. Rajeswaran & M. Turner & C. Gissane and J. C. Healy (2014): MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic elite junior tennis players. Skeletal Radiol. Received: 7 January 2014 /Accepted: 2 March 2014 /Published online: 2 April 2014. pp 925–932.

20- Haykin, S. (2008): Neural Networks and Learning Machines (3rd ed.). Pearson. ISBN: 978-0131471399.

21- Heena Patel, Himanshu K Patel, Ashish Sharma, and Sumit Srivastava (2025): Design and Development of a Model for Tennis Elbow Injury Prediction and Prevention Using Artificial Neural Network (ANN) and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Approaches. Research Square. April 16th, 2025

22- J Femandez-Fernandez, A & Mendez- Villanueva, B M Pluim (2006): Intensity of tennis match play. May387- 391. Doi:10.1136/ Journal of Sports Medicine.

23- Johnson, R. (2022): Neural Networks: A Modern Introduction. Cambridge University Press.

24- José M. Muyor, Estefanía Sánchez-Sánchez, David Sanz-Rivas, and Pedro A. López-Miñarro (2013): Sagittal Spinal

Morphology in Highly Trained Adolescent Tennis Players. Journal of Sports Science and Medicine. Received: 27 August 2012 / Accepted: 16 July 2013 / Published (online): 01 September 2013.pp588-593

25- Kovacs, M. S. (2006): Applied physiology of Tennis performance. : British Journal of sports Medicine. vol.40 , Issue 6 , pp.381 – 386.

26- Lou, Y., & Kim, T. (2020): Applications of Neural Networks in Complex Systems. IEEE Transactions.

27- Mark Kovacs, and Todd Ellenbecker, (2011): An 8-stage model for evaluating the tennis serve. Sports Health. Volume 3, Issue 6. pp504-513. https://doi.org/10.1177/1941738111414175.

28- Molly Connolly, Andrew H. Rotstein, Justin Roebert, Rafal Grabinski, Frank Malara, Tomas O'Shea,Tim Wood, Melanie Omizzolo, Stephanie Kovalchik and Machar Reid (2020): Lumbar spine abnormalities and facet joint angles in asymptomatic elite junior tennis players. Sports Medicine.

29- Molly Connolly, Kane Middleton, Graeme Spence, Olivia Cant and Machar Reid (2021): Effects of Lumbar Spine Abnormality and Serve Types on Lumbar Kinematics in Elite Adolescent Tennis Players. Sports Medicine. pp1-10

30- Moreno, J. J.M., Pol, A. P., Gracia, P. M. (2011): "Artificial Neural Networks Applied to Forecasting time series", Universidad de las Islas Baleares & Universidad Politecnica de Cataluna, Vol.23-No. 2, PP. 322-329, ISSN 0214 – 9915.

31- Nayana Nimkar, T.K. Bera, Amritashish Bagchi, and Ravi Narnolia (2020): Abdominal Muscular Strength Endurance: Normative Reference Values for Children 11 to 15 Years of Age. Indian Journal of Public Health Research. pp686- 691 https://www.topendsports.com/ testing/tests/abendur.htm

32- Peter O'Donoghue & Billy Ingram (2010): A notational analysis of elite tennis strategy. Journal of Sports Sciences. Volume 19- Issue 2. https://doi.org/10.1080/026404101300036299. (107- 115)

33- Pin Lv, Yi Peng, Yanan Zhang, Kun Ding and Xiangxian Chen (2016): Kinematic Causes and Exercise Rehabilitations of Patients with Round Shoulder, Thoracic Kyphosis and Forward Head Posture (FHP). Epidemiology(Sunnyvale), an open access Journal.Volume 6.Issue 5. Accepted date: September 12, 2016; Published date: September 19, 2016.

34- Šarčević, Zoran MD, Stanković, Milan MD, and Tepavčević, Andreja (2024): Lateral Epicondylalgia and Thoracic Kyphosis: A Study on Young Athletes. Published in Clinical Journal of Sport Medicine. November 2024.

35- Smith, J. (2021): Applications of Neural Networks in Data Analysis. Springer.

36- Yongchao Huang , Meiling Zhai , Shi Zhou , Yahong Jin , Li Wen , Yuqi Zhao and Xu Han (2022): Influence of long-term participation in amateur sports on physical posture of teenagers. PeerJ. Accepted 15 November 2022 Published 20 December 2022.