تأثير برنامج تمرينات التوازن الحركي علي التحكم الوضعي وقدرة الكاحل للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن

أ.م.د / ايمن فاروق مكاوي عبد التواب

استاذ مساعد بقسم علوم الصحة الرياضية كلية التربية الرياضية للبنين جامعة حلوان

مقدمة ومشكلة البحث

يعتبر مفصل الكاحل من المفاصل الزلالية التي تلعب دور هاما في حمل الأثقال وضبط حركات الأطراف السفلية أثناء المشي والتمرين، وأنشطة الحياة اليومية(١٢) وتعد معرفة موضع أطرافنا في الفراغ ومقدار الجهد العضلي المطلوب للقيام بنشاط محدد أمر بالغ الأهمية لتحقيق الاداء الامثل في جميع الأنشطة التي تتطلب تنسيقًا معقدًا لمختلف أجزاء الجسم حيث تتوفر معلومات حول موضع وحركة أجزاء الجسم المختلفة من المستقبلات الطرفية الموجودة داخل الهياكل المفصلية وحولها. ومن هذه الهياكل المفصلية هيكل القدم والذي يعد أحد وظائفه الرئيسية توفير معلومات حسية واردة إلى الجهاز العصبي المركزي من المستقبلات الأخمصية للحفاظ على وضعية الجسم، وإنتاج أنماط الحركة. وتسمى الاستجابة الحركية الصادرة الناتجة عن المعلومات الحسية بالتحكم العصبي العضلي. وتوفر أنسجة الاربطة والعضلات والمحفظة الليفية الدعم الهيكلي والثبات للمفصل بالاضافة الي أنها تلعب دورًا حسيًا مهمًا من خلال اكتشاف موضع المفصل وحركته(١٣)(٥). يشير كل من مكلويد واخرون McLeod et al. (٢٠١٥)(٣٧)، لينيز واخرون Linens et al. (٢٠١٤)(٣٠) أن التواء الكاحل ankle sprain أحد أكثر الإصابات انتشارًا بين عامة الافراد، وتعد إلاصابة الاكثر شيوعا التي تحدث في الرياضيين ويشير بيتروسمون Pietrosimone (٢٠١٢)(٤٢) أن التواء الكاحل يمكن ارجاعه الي التأخر في قدرة الأفراد على اكتشاف القوى الغير متوقعة والتكيف معها. ويشير فان واخرون van et al. (٢٠١١)(٥٢) أن التواء الكاحل الداخلي Ankle inversion sprain أحد الإصابات الأكثر شيوعًا التي تحدث ليس فقط في الانشطة الرياضة، ولكن أيضًا في الأنشطة اليومية. وقد حققت دراسة تانن واخرون Tanen et al. (٢٠١٤)(٤٩) مدي حدوث هذه الاصابة بين الرياضيين في المدارس الثانوية والكليات تبين أن انتشار التواء الكاحل المزمن يقدر بنسبة ٢٣,٤ ٪ من جميع المشاركين في الدراسة. كما تشير تقديرات دراسة جينسن ، كارولي Jensen& Karoly (٢٠٠١)(٢٧) إلى أن معدل الإصابة يقدر بـ التواء في الكاحل لكل ١٠ آلاف شخص يوميًا. وقد أوضح هاردي واخرون Hardy et al. (٢٠٠٨)(١٨) ان نسبة ٢٠-٤٠% من الافراد الذين يتعرضون لاصابات الكاحل يحدث لهم عدم استقرار مزمن في

الكاحل مصاحب بالألم وعدم الاستقرار للمفصل. واشار جيمج واخرون Gmmj et al. (٢٠١٣)(١٤) أن

الرباط الجانبي هو الجزء الهيكلي الأكثر إصابة في مفصل الكاحل وتقدر نسبته بـــ ٩٥ ٪ من جميع الالتواءات الموثقة في الكاحل. وقد اشار دي نورونها واخرون De Noronha et al. (٢٠١٢)(٩) أن العوامل المسببة لتكرار التواء الكاحل قد تكون خارجية أو داخلية intrinsic or extrinsic. تتمثل العوامل الداخلية في قوة انقلاب الكاحل الخارجي الي الانقلاب الداخلي eversion to inversion strength ، قوة الثني الاخمصي plantar flexion strength ، النسبة بين قوة الثني الظهري والثني الاخمصي، هيمنة الاطراف، محاذاة الساق، التحكم الوضعي. اما العوامل الخارجية فتشمل النشاط البدني، ونوع الأرضية، ونوع الأحذية. أوضح دينجار واخرون Denegar et al. (٢٠٠٢)(٨) أن ما يقدر بحوالي ٨٠٪ من الأفراد الذين اصيبوا بالتواء الكاحل لديهم الأعراض المتبقية بما في ذلك الألم، والالتواء المتكرر ويمثل ذلك أعراض عدم الاستقرار المزمن في الكاحل Chronic Ankle Instability (CAI) اشار كل من هوبرتس واخرون Hupperets et al.(٢٠٠٩)(٢٥)، بينون واخرون Beynnon et al (٢٠٠٢)(٤)، جريبل واخرون.Gribble et al (٢٠١٣)(١٥) ،هيرتل واخرون.Hertel et al (٢٠١٩)(٢٢) أن تكرار التواء الكاحل يؤدي إلى حدوث عدم استقرار مزمن للكاحل ويكون عاملا مسببا للالتواء المتكرر. ويتميز عدم الاستقرار المزمن في الكاحل بحلقات متكررة للالتواء والتي تستمر لأكثر من سنة بعد الإصابة الأولية. وتتمثل الأسباب المفترضة لعدم الاستقرار المزمن في الكاحل في عدم الاستقرار الميكانيكي Mechanical Instability (MI) وعدم الاستقرار الوظيفي Functional Instability (FI). يرتبط عدم الاستقرار الميكانيكي بالتراخي المرضي للاربطة، ضعف العضلات، واضطرابات حركة المفصل، والاضرار التنكسية الزلالية ويتمثل عدم الاستقرار الوظيفي في ضعف الاستقبال الحسي العميق ، وضعف التحكم العصبي العضلي ، ونقص القوة ، وضعف التحكم الوضعي. وقد اشار هوبرد ، هيرتل Hubbard & Hertel (٢٠٠٦)(٢٤) أن الخلل في نظام الاستقبال الحسي العميق يؤدي إلى اضطرابات التحكم الوضعي أثناء توازن الساق ، وحركة الكب والبطح للقدم لمحاولة الحفاظ على مركز ثقل الجسم أعلى قاعدة الارتكاز وهذا ما يسمى استراتيجية الكاحل للسيطرة على وضع الجسم. وقد أوضح هيلي واخرون Haley et al (٢٠٠٦)(١٦) أن الأفراد الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل يستخدمون استراتيجية الورك للحفاظ على الوضع الأحادي أكثر من الأفراد غير المصابين. وتعد إستراتيجية الورك أقل كفاءة من إستراتيجية الكاحل في الحفاظ على الوضع الأحادي الجانب هذا بدوره ينتج عنه عيوب في استراتيجية التحكم في الوضع بسبب التغيرات في التحكم العصبي المركزي في حالة ضعف مفصل الكاحل وبالتالي فإن الأفراد الذين يعانون من عدم استقرار مزمن في الكاحل غير قادرين على الحفاظ على الثبات فوق قاعدة ارتكاز ضيقة في الوضع أحادي الطرف. وتؤدي استعادة استراتيجية الكاحل إلى تغيير موضع مركز الثقل عن

طريق تحريك كامل الجسم كقطعة بندول مقلوبة من خلال إنتاج عزم الدوران من مناطق الجسم البعيدة إلى المناطق القريبة لذلك استعادة السيطرة على الوضع هو مفتاح لعلاج عدم الاستقرار المزمن في الكاحل. وقد اوضحت دراسة كولفيلد ، جاريت Caulfield& Garrett (٢٠٠٤)(٦) أنه يحدث نتيجة تكرار الالتواء في الكاحل عدم الاستقرار المزمن مما يؤي الي اختلافات في المتغيرات الزمانية المكانية أثناء أداء المهام الحركية. وذكرت دراسة تيسجلاس واخرون Tsigilis et al (٢٠٠١) (٥١) أن التوازن يلعب دور حيوي في الأداء الحركي حيث يتم التحكم فيه عن طريق الجهاز العصبي المركزي بمساعدة المدخلات من الأنظمة المرئية والاستقبال الحسي العميق والدهليزي وما يختص بحاسة اللمس. ويوضح ليه واخرون Lee (٢٠٠٦)(٢٩) أن الاستقبال الحسي العميق والتوازن الوضعي يعملان معًا بشكل وثيق في نظام التحكم في الوضع، ويوفر الاستقبال الحسي العميق بالمفصل التغذية الراجعة العصبية اللازمة للسيطرة على حركات العضلات، ويعمل كحماية ضد الشد المفرط على المفاصل السلبية ويمثل ذلك أسباب رئيسية تجعل آليات استقبال الحس العميق ضرورية لوظيفة المفصل المناسبة في الألعاب الرياضية وأنشطة الحياة اليومية والمهام المهنية. اشار بارك Park (٢٠٠٧)(٤١) أن القدرة علي التوازن المرتبطة بتلف الكاحل تتأثر بأشكال مختلفة من الأحاسيس، تشمل الأحاسيس المرئية والجلدية فالاستقبال الحسي العميق يتمثل في الحصول على المنبهات من خلال العمليات الواعية / اللاواعية في الجهاز الحسي الحركي وعندما تتدهور الوظيفة الحسية للاستقبال الحسي العميق ، فإن احتمال السيطرة على الوضع، والقدرة علي رد الفعل الوقائي، وقدرة حركة المفصل، والقدرة على التوازن للاستجابة لحركات الترنح الوضعي تكون أكثر عرضة للتدهور. وقد اوضح سونسون واخرون Swenson et al (٢٠١٣)(٤٧) أن الضعف في نظام استقبال الحس العميق يؤدي إلى ضعف العضلات وضعف التحكم في الوضع بعد التواء الكاحل في حين إن الكفاءة الجيدة لنظام استقبال الحس العميق عنصر فعال لتحسين الاستقرار الوظيفي والحركي للمفصل في الأنشطة الرياضية وأنشطة الحياة اليومية.ويشير هيرنجتون واخرون Herrington et al (٢٠٠٩)(١٩) إلى التوازن باعتباره عنصر فعال في القدرة الرياضية لأنه يشارك في كل حركة تقريبًا يتم تنفيذها. وقد اوضح جافري واخرون Jaffri et al (٢٠١٧)(٢٦)، روهمنسياه ، هرنتتروكل Rohmansyah & Hiruntrakul (٢٠١٩)(٤٤) فعالية استخدام طرق تدريب الاستقبال الحسي العميق باستخدام قرص غير مستقر وتدريب تقوية عضلات الكاحل بمقاومة مطاطية مرنة في حالات التواء الكاحل . كما تهدف بروتوكولات العلاج المختلفة إلى تحسين أوجه القصور الناجمة عن عدم الاستقرار المزمن باستخدام مجموعة متنوعة من أنواع التمارين مثل الاستقبال الحسي العميق، والتوازن ، والقوة ، والتدريب الوظيفي كدراسة كل من هان، ريكارد Han & Ricard (٢٠١١)(١٧) ، دراسة اوديرسيكول، ديلهانت O’Driscoll & Delahunt (٢٠١١)(٤٠) فواحدة من

الآليات المذكورة أعلاه المرتبطة بعدم الاستقرار المزمن في الكاحل هو ضعف التحكم في الوضع impaired postural control حيث ثبت في الافراد الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن(٣٠) ويعتقد أن يكون نتيجة لتوليفة بين ضعف استقبال الحس العميق والتحكم العصبي العضلي(٢٠). وقد وثق العديد من الباحثين أهمية تطوير الاستقبال الحسي العميق في الوقاية من الإصابة وإعادة التأهيل بعد الإصابة.(٣١)(٤٥)(٤٦) وفي الأدبيات حققت الدراسات في قياس وتقييم استقبال الحس العميق حيث أثبتت أن المقاييس الحركية أكثر اتساقًا في تحديد إعاقة التحكم في الوضع عند الأشخاص الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل(٢١) اثبت جافاري واخرون .Jaffri et al (٢٠١٧)(٢٦) أن أختبار القفز الحركي والتوازن the Dynamic Leap and Balance Test (DLBT) يعد مقياس لتقييم التوازن الحركي والتحكم الوضعي ويتطلب تغييرات متسلسلة في قاعدة الارتكاز، وتناوب حمل وزن الاطراف ومستوى الجهد الذي يجب أن يمثل تحديًا للافراد النشطاء. وقد تحقق مارتن واخرون Martin (٢٠٠٥)(٣٤) من صحة اختبار قدرة القدم والكاحل the Foot and Ankle Ability Sports subscale كمقياس لتقييم العجز في الكاحل والقدم للرياضيين ويشكل مهام أكثر صعوبة تعد ضرورية في مجال الانشطة الرياضية. هذان النوعان من التقييمات يرتبطان بمتغيرات البحث لتقييم التحكم الوضعي، وقدرة القدم والكاحل للاعبي كرة القدم الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل.. ويشير كيسنر، كوبي Kisner C, Colby (٢٠١٣)(٢٨)، هيرتل واخرون Hertel et al (٢٠٠٢)(٢٠) أن التأهيل من خلال التمرينات وسيلة لمعالجة إعاقة القدم والكاحل وتعد واحدة من طرق العلاج الطبيعي لاستعادة قدرة العضلات، والأربطة، والأوتار والعظام، والأعصاب، وزيادة المدي الحركي للمفاصل، وتعزيز الاستقبال الحسي العميق، واستعادة التوازن والتحكم الوضعي ، والحد من إعاقة القدم والكاحل.

تدريب الاستقبال الحسي العميق Proprioceptive training وتدريب التحكم العضلي العصبي Neuromuscular control training

تدريب الاستقبال الحسي العميق من خلال ممارسة تمارين استقرار ديناميكية في وضع الجسم الثابت باستخدام قرص غير مستقر حيث تمثل تحدي لقدرة الجسم على الحفاظ على الاستقرار في وضع ثابت بالوقوف بقدم واحدة أو اثنين باستخدام قرص ارتكاز غير مستقر كما اشارت دراسة اوديرسيكول، ديلهانت O'Driscoll & Delahunt (٢٠١١)(٤٠) أن تدريب التحكم العضلي العصبي يشمل تدريبات الاستقبال الحسي العميق ، وتدريبات القوة وقد اوضح كيسنر، كولبي Kisner , Colby (٢٠١٣)(٢٨) أن تدريب الاستقبال الحسي العميق باستخدام قرص ارتكاز غير مستقر يتميز بتدرب عضلات الأطراف السفلية من الحوض إلى القدم والكاحل في وقت واحد مما يسهم في زيادة قوة العضلات في القدم والكاحل، وتحسن

الاستقبال الحسي العميق، والتوازن، التحكم العضلي العصبي، وتناقص إعاقة القدم والكاحل في الأنشطة اليومية العادية. وقد اشار تجلما Tajima (٢٠١٢)(٤٨) أن مبدأ هذا التمرين هو تحسين وظيفة جهاز التحكم في توازن الجسم عندما يحدث التمرين تنبه المحفزات على ألياف داخل مغازل الالياف وإثراء المدخلات الحسية خارج المغازل التي سيتم إرسالها ومعالجتها في الدماغ لتتم معالجتها بحيث يمكن تحديد مقدار انقباض العضلات التي يمكن أن تنقبضه. بعض الاستجابات المرسلة إلى خارج المغازل سوف تنشط وتر جولجي Golgi tendon ثم سيكون هناك تنسيق محسّن للألياف داخل المغازل Intrafusal fibers (myofibrils)وكذلك خارج المغازل extrafusal fibers (organ Golgi tendons) مع أعصاب واردة موجودة في مغزل العضلات بحيث يتم تحقيق أشكال الاستقبال الحسي العميق الجيدة. والتحكم العضلي العصبي واوضح كلارك واخرون .Clark et al (٢٠١٥) (٧) أنه يمكن اعتبار تدريب الاستقبال الحسي العميق أي تمرين نشط لأنه سيولد وابلًا من النبضات الواردة إلى الجهاز العصبي المركزي من المستقبلات الميكانيكية لاوتار العضلات والمفاصل وبالتالي فإن التمارين النشطة ستبدو مكونًا حيويًا في زيادة الاستقبال الحسي العميق.

تدريب القوة العضلية Muscle strengthening training

التدريب على تقوية العضلات باستخدام شريط المقاومة المطاطي المرن تتم في شكل تمارين انقباض متساو التوتر isotonic exercises وقد اشار اودرسكول ، دلهنت O'Driscoll , Delahunt (٢٠١١)(٤٠) أن التدريب على تقوية العضلات يمكن أن يساعد في تحسين حالة العضلات الضعيفة الناتج عن تلف في الرباط الوحشي للكاحل حيث يتم الحصول على زيادة قوة العضلات من خلال التدريب المستمر بحيث يمكن لقوة العضلات تنشيط زيادة الدورة الدموية الشعرية التي يمكن أن تزيد من قوة العضلات مما سيؤدي إلى إضافة تجنيد الوحدة الحركية في العضلات التي ستنشط جسم جولجي the Golgi body بحيث تعمل العضلات على النحو الأمثل، مما يؤدي إلى الاستقرار في الكاحل ، وفي انخفاض العجز في القدم والكاحل في حالات التواء الكاحل المزمن.

إنَّ تكرار إصابة الالتواء في الكاحل بنفس القدم في الرياضين يؤدي إلى الإعاقة وقد يؤدي إلى ألم مزمن أو عدم استقرار بنسبة تتراوح من ٢٠- ٥٪ من هذه الحالات مما يمنع الرياضيين من المشاركة الرياضية. كما أن عودة الرياضي لممارسة النشاط الرياضي قبل اكتمال التأهيل يؤدي إلى استعادة غير مكتملة للقدرة الوظيفية للجزء المصاب وربما يؤدي إلى زيادة خطر تكرار الإصابة مرة أخرى. وقد تؤدي الاختلافات في المتغيرات الزمانية المكانية أثناء أداء المهام الحركية الي تكرار الإصابة. بالاضافة الي إن تحسين الوظيفة الأساسية لعمل المستقبلات الاستقبال الحسي العميق المفصلية والعضلية معا في إنتاج

الحركة المنسقة التي يتم التحكم فيها بشكل فعال أمر بالغ الأهمية في تطوير برنامج تدريبي لإعادة التأهيل للاعبين الذين يعانون من التواء الكاحل المتكرر. ونظرًا لارتباط نسبة عالية من حالات الالتواء في الكاحل بأوجه قصور وظيفية متبقية ، فهناك حاجة لتحديد تدخلات البرامج التأهيلية الفعالة التي تسهم في سرعة تأهيل العجز على المدى الطويل المرتبط بعدم الاستقرار في الكاحل المزمن للحد من تكرار التواء الكاحل بالشكل الذي يسمح بالاستقرار المناسب للمفصل وبالتحكم الوضعي وتعزيز القدرة الوظيفية للكاحل والقدم للاعبي كرة القدم الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن مما يسهم في تحسين النتائج طويلة الأجل لبرامج الوقاية من عدم استقرار الكاحل المزمن.

المصطلحات المستخدمة

النظام الحسي الحركي The sensorimotor system

مكون فرعي لنظام التحكم الحركي الشامل في الجسم الذي يصف مكونات التكامل والمعالجة الحسية والحركية المركبة المشاركة في الحفاظ على التوازن خلال حركات الجسم.(٤٣)

الاستقبال الحسي العميق The proprioception

الإدخال العصبي التراكمي إلى الجهاز العصبي المركزي من مستقبلات ميكانيكية في محفظة المفصل ، والاربطة ، واوتار العضلات، والجلد.(٣)

هدف البحث

يهدف البحث الي التعرف علي تأثير تمرينات التوازن الحركي علي التحكم الوضعي الحركي ، وقدرة الكاحل والقدم للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن.

فروض البحث

لتحقيق هدف البحث قام الباحث بصياغة الفروض التالية:-

١. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات القياسات القبلية والبعدية ونسب التغير للتحكم الوضعي الحركي للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن ولصالح القياسات البعدية.
٢. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات القياسات القبلية والبعدية ونسب التغير لقدرة الكاحل والقدم للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن ولصالح القياسات البعدية.

إجراءات البحث :

أولاً: منهج البحث:

استخدم الباحث المنهج التجريبى بالتصميم التجريبي لمجموعة واحدة وبإستخدام القياس القبلي والبعدي نظراً لملائمته لطبيعة البحث وأهدافه.

ثانياً: عينة البحث:

تم اختيار عينة الدراسة من لاعبي كرة القدم الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن حيث تم تشخيص الاصابة لديهم من قبل الأطباء المتخصصين بقسم جراحة العظام وقد بلغت عينة الدراسة ١٢ مصاب تراوحت اعمارهم من ١٨ : ٢٣ عام والذين أبدوا موافقتهم للمشاركة في البرنامج التأهيلي وكانت معايير ادراجهم تتطلب الشروط التالية:

- أن يكون قد تكرر التواء الكاحل للمشارك اكثر من مرة من بداية شهر يانير حتي شهر يونيه ٢٠١٧
- الكاحل المصاب أكثر إيلامًا وأقل فاعلية من الكاحل غير المصاب
- يجب أن يكون المشارك غير خاضع لبرنامج تأهيلي اخر

وتم استبعاد الحالات التي لديها إصابة عظمية كبيرة أو عملية جراحية في أسفل الظهر أو في الأطراف السفلية خلال السنة السابقة أو صدمات الرأس، أو ارتجاج أو ضعف في الإدراك خلال الأشهر الستة السابقة ، من يعاني حاليًا من مشاكل في التوازن ، أو يعاني من مضاعفات عصبية مثل السكتة الدماغية العجز في التوازن بسبب اضطرابات الدهليزي ، مثل القصور الفقري القاعدي أو الاضطرابات البصرية.

جدول(٣) الوصف الاحصائي لعينة البحث في متغيرات (السن ، الوزن، الطول) ن= ١٢

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري	الوسيط	الالتواء
العمر (سنه)	٢٠,٠٠	١,٨٥٩	٢٠,٠٠	٠,٠٠
الوزن(كجم)	٦٩,١٧	٣,١٥٧	٦٩,٥٠	-٠,٣٠٨
الطول(سم)	١٧٢,٠٨	٢,٥٧٥	١٧٢,٥٠	-٠,٢٢٥
طول الطرف السفلي	٩٠,٩٢	٢,١٩٣	٩١,٠٠	٠,٦٢٣

يتضح من الجدول رقم (٣) أن معاملات الالتواء لعينة البحث في متغيرات (العمر، الوزن، الطول، طول الطرف السفلي) قد تراوحت بين " +٣ ، -٣ " مما يدل علي تجانس العينة في هذه القياسات.

ثالثاً : أدوات جمع البيانات:

قام الباحث بالاستعانة بمجموعة من وسائل وادوات جمع البيانات ساعدت في اتمام وتسجيل نتائج قياسات التحكم الوضعي الحركي ، قدرة الكاحل والقدم. ولتسجيل نتائج البحث تم تصميم استمارة لكل مشارك تسجل بها بيانات ونتائج القياسات القبلية والبعدية الخاصة به في متغيرات البحث مرفق(١). وفيما يلي وسائل جمع البيانات:

*** المراجع والدراسات المرتبطة**

تم الاستعانة بالدراسات والبحوث والمراجع العربية والاجنبية وذلك بهدف جمع المعلومات والبيانات النظرية والعلمية المرتبطة بالبحث.

*** الاجهزة المستخدمة:**

قرص التمايل Togu Challenge Disc ، شريط مطاطي مرنElastic rubber resistance ، كرة تدريب Bosu-ball training ، صندوق الخطو ، شريط رياضي بقياس ١ بوصة مع دوائر من الورق المقوى قطرها ٦ بوصات ، اثقال ذات اوزان مختلفة.

ربعاً: خطوات تنفيذ اجراءات التجربة

أ- القياسات القبلية : تم تطبيق القياسات القبلية لعينة البحث في المتغيرات قيد البحث فى الفترة من ١٠/٩/ ٢٠١٧م الي ١٠ /١٢/ ٢٠١٧م فقد تم تقييم التحكم الوضعي الحركي باستخدام اختبار القفز الحركي والتوازن واشتمل الاختبار علي ١١ اداء حركي يتمثل في القفز الحركي والتوازن للطرفين الايمن والايسر مرفق(٢) وتم تقييم قدرة الكاحل والقدم باستخدام اختبار Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) Sports Subscale مرفق(٣)

ب- تنفيذ برنامج التأهيل: خضعت عينة الدراسة أثناء البرنامج التاهيلي لعدد ثلاث وحدات تدريبية تأهيلية في الأسبوع ولمدة ١٢ اسبوع واشتمل برنامج التأهيل علي العناصر التالية:

١- تمارين الاطالة والقوة العضلية بشريط المطاط المرن تضمنت العناصر التالية:

- اطالات عضلات الساق وهيكل القدم
- اطالات عضلة الساق (باستخدام الدرج)
- تمارين بأوزان حول الكاحل في وضع الجلوس
- تمارين الثني الاخمصي، وثني إصبع القدم ،والثني الظهري ، وتمارين الدرج

٢- تدريب الاستقبال الحسي العميق Proprioceptive training

اداء تمارين التحكم الحركي علي قرص التمايل Togu Challenge Disc في وضع ثابت للجسم ويشمل انواع التمارين التالي:

Side-to-side Edge Taps -Side-to-side Edge Front Taps -Front-to-back Edge Taps

Edge Circles -static Standing Exercises -Partial Squat Exercises.

٣- تدريب التحكم العصبي العضلي Neuromuscular control training

اداء تمارين التحكم العصبي العضلي علي Bosu -ball training تضمنت خمس مستويات

- تمارين المستوي الاول bilateral stance exercises بدون تغيير في قاعدة الارتكاز اشتملت علي squats, heel raises, and toe raises كذلك مع مقدمة لممارسة تمارين حركية على

السطح غير المستقر لكرة Bosu

-تمارين المستوي الثاني والثالث تمرينات حركية تشمل تمارين الساق الواحدة على الأسطح المستقرة ، والتي تهدف إلى تطوير التحكم العصبي العضلي للطرف في الوضع المتحكم فيه

- اشتمل المستوى الرابع والخامس على تمارين الساق الواحدة الأكثر تعقيدًا على الأسطح المستقرة وغير المستقرة. تم توجيه المشاركين للمحافظة علي الثبات ، مع ثني الركبة عند الهبوط في كل مرحلة من التمرين المحدد لثلاث ثوان قبل إكمال الحركة التالية في التمرين مرفق(٤).

جدول(٤) الملامح العامة للبرنامج التأهيلي المقترح.

الشهر	اسبوع	زمن وحدة * عدد وحدات	التأهيل المستخدم	الغرض
الشهر الاول	الاول	٦٠ ق * ٣ مرات اسبوعيا	تمارين إطالة والقوة العضلية بأدوات وبدون تدريب الاستقبال الحسي العميق تدريب التحكم العصبي	تحسين المدي الحركي لمفصل الكاحل ومفاصل القدم، تحسين نشاط العضلات، التدرج في تحقيق الاستقرار لمفصل الكاحل من خلال (تقوية العضلات الضعيفة ، إطالة العضلات) .التدرج في اداء الانشطة الوظيفية الموجهة للطرف السفلي
	الثاني			
	الثالث			
	الرابع			
الشهر الثاني	الخامس	٧٥ ق * ٣ مرات اسبوعيا	تمرينات تحكم عضلي عصبي تدريب المقاومة التدريجي تدريب الاستقبال الحسي العميق علي قرص التمايل Togu Challenge Disc تدريب التحكم العصبي العضلي علي Bosu – ball training	تحسين وظيفة التحكم في توازن الجسم. تتضمن تمارين الاستقرار استخدام لوح تمايل حيث يقف الشخص في وضعية ما بساق واحدة أو كلا الساقين إعادة تدريب النظام الحسي الحركي وتعزيز الاستقبال الحسي العميق. اداء تمرينات متدرجة في التوازن لتنمية التوازن الحركي تحاكي متطلبات الاداء في رياضة كرة القدم تنفيذ مهام محددة مشابهه للمهام اليومية وزيادة قدرة مفصل الكاحل والقدم الوظيفية للوصول لاستقرار الكاحل تدريب القدم المصابة لاداء المهام في الأنشطة اليومية تنمية التوازن وتنسيق حركات الساق من أجل التوازن الحركي وتنفيذ الخطوات التي ينطوي عليها أي نشاط معقد وتحسين القدرة على التوازن بشكل مستقل للقدم
	السادس			
	السابع			
	الثامن			
الشهر الثالث	التاسع	٩٠ ق * ٣ مرات اسبوعيا	تمارين إطالة والقوة العضلية تدريب التوازن الحركي مع تغيير التوجه الوضعي وتغيير قاعدة الارتكاز اسطح مستقرة وغير مستقرة	أداء مهام أكثر تعقيدا وتطورا بشكل مطرد لإعادة القدرة على تنفيذ هذه الأنشطة الأساسية الحياة اليومية تعزيز القدرة علي تغيير وضع الجسم والإتزان والتوافق العضلي العصبي – اداء مهام حركية وظيفية تحاكي مهام حركية في رياضة كرة القدم تسهم في تحسين التحكم الوضعي وقدرة الكاحل والقدم
	العاشر			
	الحادي عشر			
	الثاني عشر			

٤- القياسات البعدية : تم تطبيق القياسات البعدية لعينة البحث في المتغيرات قيد البحث بعد ثلاثة أشهر

من تطبيق البرنامج التأهيلي وبنفس اجراء القياسات القبلية.

خامسا: المعالجة الاحصائية

استخدم الباحث لمعالجة البيانات وفحص صحة فرضيات الدراسة البرنامج الاحصائي (spss) وذلك باستخدام المعالجات الإحصائية تمثلت في المتوسط الحسابي، الوسيط، الانحراف المعياري ، معامل الإلتواء ، اختبار ويلككسون Wilcoxon test

عرض نتائج البحث

جدول(٥) دلالة الفروق بين عينة البحث للقياسين القبلي والبعدي للتحكم الوضعي الحركي (القفز الحركي والتوازن) باستخدام اختبار ويلككسون ن= ١٢

المتغير	القياس	متوسط الرتب	مجموع الرتب	الاشارة	قيمة Z	الدلالة
التحكم الوضعي الحركي (القفز الحركي والتوازن) (بالثانية)	قبلي	٠,٠٠	٠,٠٠	+	٣,٠٨٧-	٠,٠٠٢
	بعدي	٦,٥٠	٧٨,٠٠	-		

يتضح من جدول رقم (٥) أن قيمة (z) جاءت دالة احصائيا عند مستوي دلالة (٠,٠٥) بين القياسين القبلي والبعدي للتحكم الوضعي الحركي (القفز الحركي والتوازن) لصالح القياس البعدي.

جدول رقم (٦) نسبة التغير بين متوسطي القياسين القبلي والبعدي للتحكم الوضعي الحركي (القفز الحركي والتوازن) قبل وبعد البرنامج ن= ١٢

المتغير	متوسط القياس القبلي	متوسط القياس البعدي	نسبة التغير
التحكم الوضعي الحركي (القفز الحركي والتوازن) (بالثانية)	٥٢,٨٣	٤٠,٥٠	%٢٣,٣٣

% = نسبة التغير ؛ ن = ١٢

جدول (٧) دلالة الفروق بين عينة البحث للقياسين القبلي والبعدي لقدرة الكاحل والقدم باستخدام اختبار ويلككسون ن= ١٢

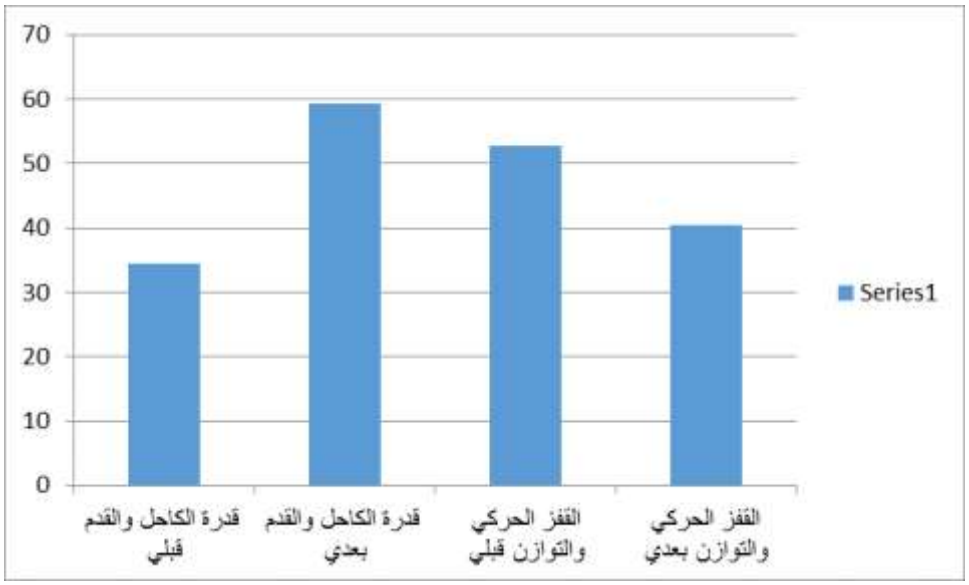
المتغير	القياس	متوسط الرتب	مجموع الرتب	الاشارة	قيمة Z	الدلالة
قدرة الكاحل والقدم	قبلي	٦,٥٠	٧٨,٠٠	+	٣,٠٦٣-	٠,٠٠٢
	بعدي	٠,٠٠	٠,٠٠	-		

يتضح من جدول رقم (٧) أن قيمة (z) جاءت دالة احصائيا عند مستوي دلالة (٠,٠٥) بين القياسين القبلي والبعدي لقدرة الكاحل والقدم لصالح القياس البعدي.

جدول رقم (٨) نسبة التغير بين متوسطي القياسين القبلي والبعدي لقدرة الكاحل والقدم قبل وبعد البرنامج ن= ١٢

المتغير	متوسط القياس القبلي	متوسط القياس البعدي	نسبة التغير
قدرة الكاحل والقدم	٣٤,٥١	٥٩,٢٥	%٧١,٦٨

% = نسبة التغير ؛ ن = ١٢



شكل (١) نسبة التغير بين متوسطي القياسين القبلي والبعدي لمتغيرات البحث

مناقشة النتائج

الفرض الأول " توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات القياسات القبلية والبعدية ونسب التغير للتحكم الوضعي الحركي للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن ولصالح القياسات البعدية." استناداً الي جداول رقم (٥) ، (٦) نجد أنَّ قيمة (z) جاءت دالة احصائياً عند مستوي دلالة (٠,٠٥) بين القياسين القبلي والبعدي للتحكم الوضعي الحركي حيث بلغ المتوسط الحسابي القبلي ٥٢,٨٣ وبلغ المتوسط الحسابي البعدي ٤٠,٥٠ بنسبة تغير (٢٣,٣٣ %) استنادا الي هذه النتائج نجد أن هناك تحسن معنوي للتحكم الوضعي الحركي بعد البرنامج واعتمد التحسن المعنوي علي التدخلات التصحيحية التي اشتملت علي (أ) تمارين التدريب على التوازن حيث أثبتت فعاليتها في تعزيز التوازن والتنسيق في العديد من المشكلات العضلية الهيكلية والمفصلية والتي تحتوي علي مهام هادفة ومتكررة ومكثفة في بيئة خصبة لتحسين المدي الحركي لمفصل الكاحل- والتركيز على تعزيز الثني الظهري ankle dorsiflexion وحركة المفاصل التبعية لمفاصل تحت الكاحل ، الشظي القصبي. the talocrural, subtalar, and distal tibio-fibular joints (ب) تمارين الاطالة والقوة العضلية بشريط المطاط المرن لتسهيل أنشطة الحياة اليومية أو المهام الحركية الأخرى ذات الصلة بالتحكم الوضعي.(ج) يشتمل البرنامج على تمرينات متوازنة عالية التحدي من خلال تدريب الاستقبال الحسي العميق Proprioceptive training تتضمن تمارين الاستقرار الحركي علي قرص التمايل Togu Challenge Disc تستهدف تحسين التوازن الحركي وتحسين الاستقرار لمفصل الكاحل والفخذ والأنسجة الرخوة المحيطة. (هـ) تدريب التحكم العصبي العضلي Neuromuscular control training اداء تمارين التحكم العصبي العضلي علي Bosu-ball

training تعزز التوازن والتحكم الوضعي وقدرة الكاحل والقدم.

يتفق التحسن المعنوي في التحكم الوضعي الحركي بعد برنامج التأهيل مقارنة بالقياس القبلي مع ما اشارت اليه نتائج كل من ماكيون واخرون McKeon et al (٢٠٠٨)(٣٦) دعمت استخدام التدريب على التوازن للوقاية من الالتواء المتكرر في الكاحل حيث أظهرت مجموعة التدريب على التوازن تحسنا ملحوظا بالمقارنة بالمجموعة الضابطة، وما اشارت اليه دراسة هرتل Hertel (٢٠٠٨)(٢١)، ارنولد واخرون Arnold et al. (٢٠٠٩)(٢) حيث أوضحا أن برنامج التدريب على التوازن أدي الي استعادة التحكم الوضعي بعد الاضطرابات الوضعية التي تنشأ عن مهام متزايدة حيث أن تحدي نظام الحواس للتعافي من الاضطرابات هو وسيلة فعالة لتحسين التحكم في الوضع وأن التدريب على التوازن يقلل من مقدار القيد المفروض على نظام الحواس أثناء أداء المهمة ويستخدم على نطاق واسع كوسيلة علاجية لتحسين استقرار مفاصل الكاحل.

تدعم النتائج ايضا بوضوح استخدام تمارين التوازن الديناميكي لتحسين التحكم في الوضع عند المرضى الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل. ودراسة ايلس ، روسبيوم Eils & Rosenbaum (٢٠٠١)(١١) أن تمرينات الاستقبال الحسي العميق باستخدام انماط ، مثل أقراص الكاحل و أقراص الإمالة وأنشطة الوقوف أحادية الساق ، تكون فعالة في التقليل من أمالة الوضع وتحسين التحكم في الوضع. ودراسة منظور واخرون Manzoor et al (٢٠١٧)(٣٢) اشارت الي أن تمرينات الاستقبال الحسي العميق تحسن من التوازن والتحكم في الوضع. حيث إن حمل الوزن على الطرف بالكامل يحفز مستقبلات المفاصل ، المحافظ الليفية ، وأوتار العضلات ، وبالتالي يساعد على إنتاج استقرار مفصل وظيفي أفضل. كما تعمل مجموعة من العضلات والمفاصل في وقت واحد فتساعد الانقباضات المشتركة والإجراءات المعقدة التي تنتجها مجموعة من العضلات في تعزز استقرار وثبات المفصل بشكل كبير. كما أن نتائج هذه الدراسة تتفق مع ما كشفت عنه ادبيات الدراسة أن تضمين استراتيجيات التدريب على الاستقبال الحسي العميق والتحكم العضلي يؤدي إلى تحسين الأداء الوظيفي وتحسين النتائج التي أبلغ عنها المريض. كدراسة نهي واخرون Noha et al (٢٠١٨)(٣٩) أثبتت فعالية برنامج تمارين حمل الاثقال لأفضل توازن وتمارين توازن أحادية الجانب على السيطرة على الوضع في الإناث الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل. دراسة فان واخرون van et al. (٢٠١١)(٥٢) أن التدريب على التوازن يعزز فعالية المستقبلات الميكانيكية بسبب التحفيز في كبسولة وأربطة الكاحل ، مما يزيد من ناتجهم الحسي كما تنشط الخلايا العصبية الحركية جاما Gamma Motor Neurons مع هذه المهام التدريبية استنادا الي نتائج البحث من تحسن معنوي في التحكم الوضعي الحركي للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل

المزمن بعد البرنامج التاهيلي مما يدل على ان عدم استقرار الكاحل المزمن يمكن ان يستفيد بشكل كبير من برنامج التأهيل وبذلك تحقق الفرض الأول.

الفرض الثاني " توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات القياسات القبلية والبعدية ونسب التغير لقدرة الكاحل والقدم للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن ولصالح القياسات البعدية " استناداً الي جداول رقم (٧)، (٨) نجد أنَّ قيمة (z) جاءت دالة احصائياً عند مستوي دلالة (٠,٠٥) بين القياسين القبلي والبعدي حيث بلغ المتوسط الحسابي القبلي ٣٤,٥١ وبلغ المتوسط الحسابي البعدي ٥٩,٢٥ بنسبة تغير (٧١,٦٨%) مما يدلل علي أن تعرض افراد عينة الدراسة المصابين بعدم استقرار الكاحل المزمن لبرنامج التأهيل اسهم في تحسن معنوي دال في قدرة الكاحل والقدم حيث احتوي البرنامج علي تمارين ساعدت في تحسين القدرة للكاحل والقدم للأفراد الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل مما اسهم في توفير الاستقرار الديناميكي في الكاحل وتقليل تكرار التواء الكاحل، وتقليل الالتهاب المفصلي في مفاصل القدم والكاحل ولتسهيل تحسين المدي الحركي للثني الظهريdorsiflexion ROM and proprioception لكل من الكاحل القدم. ، وهذا التحسن المعنوي يتفق مع دراسة ارجاو واخرون Aragão et al (٢٠١١)(١) أوضحت أن التحسن في الحركة والتوازن قد يكون مرتبطًا بتحسين قوة العضلات الأخمصية للقدم وتوليد حركة الفخذ مما يعزز التحسن في قدرة الكاحل والقدم والتحكم الوضعي. ودراسة ميكليتش Miklitsch (٢٠١٣)(٣٨)، ودراسة ماركوز واخرون Márquez et al (٢٠١٠)(٣٣) ان التحسن في قدرة الكاحل ومفاصل القدم تتم من خلال تسهيل حركة العضلات والتنسيق في الأطراف السفلية بشكل مستمر للحفاظ على توازن الجسم في اوضاع حركية مختلفة علي اسطح مرنة مع وجود تحدي للمشاركين لتحقيق الاستقرار في أجسامهم مع الحفاظ على مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز مما يساعد في حشد القوة العضلية والاستجابات العصبية العضلية لتقوية أرجلهم للتغلب على الظروف غير المستقرة لتحقيق التوازن. وتتفق نتائج البحث مع دراسة تيموسي واخرون Timothy et al(٢٠١٨)(٥٠) ان تدريبات المقاومة والاطالة والتوازن ذات فاعلية لتحسين وظيفة الطرف السفلي عند الرياضيين المصابين وتحسن قدرة الكاحل والقدم التي تم تقييمها باستخدام اختبار Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) Sports Subscale . كما أن التحسين في قدرة الكاحل والقدم ارتبط بتعزيز الانثناء الاخمصي حيث أنه جزء مهم من حركة بطح الكاحل، مما ساعد في زيادة قدرة المرضى على اكتشاف زاوية الكاحل، خاصةً في حركة الثني الاخمصي كان لذلك فاعلية في تقليل تكرار التواء الكاحل يتفق ذلك مع نتائج دراسة ويتكيلس واخرون Witchalls et al(٢٠١٤)(٥٣). كما ركز برنامج التمرينات على حركات الكاحل، بما في ذلك الانثناء ألاخمصي للكاحل وحركات الانقلاب حيث شملت التمارين في هذه الدراسة الوقوف على القدم ، وممارسة تمارين التحكم

العضلي العصبي الحركي، وذلك باستخدام الأسطح غير المستقرة كوسائل لتحسين تمارين الاستقبال الحسي العميق وتعزيز عضلات الطرف السفلي وخاصة عضلات القدم وبالتالي معالجة خلل هذه العضلات الذي كان يمثل عنصر في تفاقم عدم الاستقرار المزمن في الكاحل وبالتالي تصحيح التأخر في استجابة العضلات الشظوية التي تعد مشكلة للمرضى الذين يعانون من عدم الاستقرار المزمن في الكاحل وذلك يتفق مع ما اشارت اليه دراسة هوك ، ميكينو Hoch & McKeon (٢٠١٤)(٢٣)، ودراسة دي فيريس De Vries (٢٠١١)(١٠) كما أن التحسن في قدرة الكاحل والقدم من خلال تمرينات الاطالة والقوة العضلية ينفق مع دراسة هان ، ريكارد Han & Ricard (٢٠١١)(١٩) أن تدريبات القوة العضلية يمكن أن تزيد من الدورة الدموية الشعرية. إضافة تجنيد الوحدة الحركية في العضلات وسوف ينشط الجسم Golgi ، بحيث تعمل العضلات على النحو الأمثل. مع زيادة قوة عضلات الكاحل ، ستعمل وظيفة الكاحل كداعم للجسم بشكل أكثر كفاءة بحيث يكون أكثر استقرارًا ويقلل من إعاقة القدم والكاحل والتي تكون قادرة على القيام بأنشطة يومية طبيعية ويتفق التحسن المعنوي في قدرة الكاحل والقدم مع نتائج مظلوم، ساهبوزمان Mazloum & Sahebozamani (٢٠١٦)(٣٥). أن التمرينات التأهيلية تحسن من القدرة والأداء الوظيفي للقدم والكاحل للاعبي الكرة الطائرة مع الالتواء في الكاحل المزمن. استنادا الي نتائج البحث من تحسن معنوي في قدرة الكاحل والقدم للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن بعد البرنامج التاهيلي مما يدلل على ان عدم استقرار الكاحل المزمن يمكن ان يستفيد بشكل كبير من برنامج التأهيل وبذلك تحقق الفرض الثاني.

الاستنتاجات

فى إطار تفسير النتائج ومناقشتها تمكن الباحث من التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

- استنتج أن تعرض افراد عينة الدراسة المصابين بعدم استقرار الكاحل المزمن لبرنامج التأهيل الذي اشتمل علي تمارين الاطالة والقوة العضلية ، تمارين التدريب على التوازن ، تدريب الاستقبال الحسي العميق علي قرص التمايل Togu Challenge Disc ، تمارين التحكم العصبي العضلي علي كرة التدريب Bosu-ball training أدي الي تحسن معنوي دال مما اسهم في تأثير إيجابي على سيطرة اللاعب في التحكم الوضعي الحركي وقدرة الكاحل والقدم للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن.
- تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن البرنامج المقترح يمكن استخدامه لتحسين قدرة لاعبي كرة القدم الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن على التحكم الوضعي في بيئات المهام الحركية المختلفة في التدريب والمنافسات ، وبالتالي المساعدة في التخلص من الشعور بعدم الراحة والألم وإعادة الالتواء وقيود في الأنشطة اليومية والرياضية التي كان يعاني منها اللاعب نتيجة عدم استقرار الكاحل المزمن.

- **التوصيات**

انطلاقاً مما اسفرت عنه الدراسة من نتائج يوصي الباحث بما يلي:

- سرعة البدء في اجراءات التعافى من الاصابه بالتواء الكاحل من خلال برامج تاهيل حركي وذلك لتفادي تفاقم الاصابة وتفادي حدوث عدم استقرار الكاحل المزمن .
- تطبيق البرنامج التاهيلي المقترح لتحسين التحكم الوضعي الحركي وقدرة الكاحل والقدم لاعبي كرة القدم الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن
- إجراء مزيد من الدراسات التي تسهم في تطوير برامج التاهيل الحركي للرياضيين الذين يعانون من عدم استقرار الكاحل المزمن وتلك التي تهدف الي الوقاية منها.

المراجع

1	Aragão FA, Karamanidis K, Vaz MA, et al. Minitrampoline exercise related to mechanisms of dynamic stability improves the ability to regain balance in elderly. J Electromyogr Kinesiol. 2011;21:512–518.
2	Arnold BL, De La Motte S, Linens S, Ross SE. Ankle instability is associated with balance impairments: a meta-analysis. Med Sci Sports Exerc 2009;41:1048–1062.
3	Barrack, R.L. & Munn, B.G. Effects of knee ligament injury and reconstruction on proprioception. In S.M. Lephart & F.H. Fu (Eds), *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* 2000 ; 197–213. Champaign Illinois: McGraw–Hill.
4	Beynnon B.D., Murphy D.F., ALOSA D.M., Predictive factors for lateral ankle sprains; a literature review, J. Athl. Train., 2002; 37(4), 376–80
5	Billot M, Handrigan GA, Simoneau M, Teasdale N. Reduced plantar sole sensitivity induces balance control modifications to compensate ankle tendon vibration and vision deprivation. J Electromyogr Kinesiol. 2015;25:150–60.
6	Caulfield B, Garrett M. Changes in ground reaction force during jump landing in subjects with functional instability of the ankle joint. Clin Biomech. 2004;19(6):617–621.
7	Clark NC, Röijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. Man Ther 2015.
8	Denegar CR, Hertel J, Fonseca J. The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. J Orthop Sports Phys Ther 2002; 32: 166–173

9	De Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: A prospective study. Scand J Med Sci Sports 2012.
10	De Vries JS, Krips R, Sierevelt IN, et al. Interventions for treating chronic ankle instabilityCochrane Database Systematic Rev 2011; 8: Article ID CD004124
11	Eils E., Rosenbaum D., *A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability*, Med. Sci. Sports Exerc., 2001;33(12), 1991-8.
12	Gao F, Ren Y, Roth EJ, Harvey R, Zhang LQ. Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2011;26:516-522.
13	Garcia C A, Soler F C, Salas C V. Importance of plantar sensitivity in the regulation of postural control and movement: Review Apunts Med Esport. 2017;52 (196): 149-158
14	Gmmj K., Rowe BH, Assendelft WJJ, Kelly KD, Struijs PAA, van Dijk CN. Immobilisation and functional treatment for acute lateral ankle ligament injuries in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews 2013, Issue 3.
15	Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. J Orthop Sports Phys Ther. 2013;43(8):585-591.
16	Haley S.M., Fragala-Pinkham M.A., *Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy*, Phys. Ther., 2006; 86(5), 735-743.
17	Han K, Ricard MD. Effects of 4 Weeks of Elastic-Resistance Training on Ankle-Evertor Strength and Latency. J Sport Rehabil 2011. doi: 10.1123/jsr. 20.2.157.
18	Hardy L, Huxel K, Brucker J, Nesser T. Prophylactic ankle braces and star excursion balance measures in healthy volunteers. J Athl Train 2008; 43:347-351.
19	Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee.* 2009;16(2):149-152.
20	Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train 2002.
21	Hertel J. Sensorimotor Deficits with Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. Clin Sports Med 2008
22	Hertel J .An Updated Model of Chronic Ankle Instability Journal of Athletic Training 2019;54(6):572-588

23	Hoch MC, McKeon PO. Peroneal reaction time after ankle sprain: a systematic review and metaanalysis. Med Sci Sports Exerc 2014; 46(3):546-556.
24	Hubbard T.J., Hertel J., Mechanical contributions to chronic ankle instability, Sports Med., 2006, 36(3), 263-77.
25	Hupperets MD, Verhagen EA, van Mechelen W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. BMJ 2009; 339: b2684
26	Jaffri AH, Newman TM, Smith BI, John Miller S. Dynamic Leap and Balance Test (DLBT) A test-retest reliability study Int J Sports Phys Ther. 2017 Aug;12(4):512-519.
27	*Jensen MP*, *Karoly P*. Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. In: Turk DC, Melzack R. (eds.). Handbook of pain assessment. New York: Guilford Press, 2001; 15-34
28	Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise - Foundations and Techniques. 2013.
29	Lee A., LIN W. and HUANG C.: Impaired proprioception and poor static postural control in subjects with functional instability of the ankle. J. Exerc. Sci. Fit. 2006; (4) No 2.
30	Linens S W, Ross S E, Arnold B L. Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability.J Athl Train. 2014;49(1):15-23.
31	LO, I.K.Y. & Fowler, P.J Surgical considerations related to proprioception and neuromuscular control. In S.M. Lephart & F.H. Fu (Eds), Proprioception and neuromuscular control in joint stability (pp. 311-323). 2000; Champaign Illinois: McGraw-Hill.
32	Manzoor S., Afzal F., Gulraiz, Qurratul, Khalid M. et al., Effects of Joints Weight Bearing Exercises Combine with Range of Motion Exercises on Affected Limbs in Patents with Stroke, Int. J. Phys. Med. Rehabil., 2017; 5(3), 410.
33	Márquez G, Aguado X, Alegre LM, et al. The trampoline after effect: themotor andsensorymodulations associated with jumping on an elastic surface. Exp Brain Res. 2010;204:575-584
34	Martin R.L, Irrgang j. j,et al. Evidence of Validity for the Foot and Ankle Ability Measure Foot & Ankle International.2005;Vol. 26,No. 11.
35	Mazloum V.,Sahebozamani M.The Effects Kinesiotaping and Proprioceptive Exercises in Rehabilitation Management of Volleyball Players with Chronic Ankle Instability.Pars J Med Sci 2016; 14(2):31-41

36	McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(10):1810-1819.
37	McLeod MM, Gribble PA, Pietrosimone BG. Chronic ankle instability and neural excitability of the lower extremity. *J Athl Train*. June 2015; 50(8):847-853.
38	Miklitsch C, Krewer C, Freivogel S, et al. Effects of a predefined mini-trampoline training programmer on balance, mobility and activities of daily living after stroke: a randomized controlled pilot study. Clin Rehabil. 2013;27:939–94
39	Noha y. M, Azza A. M , Ahmed A. A, Effect of different balance training programs on postural control in chronic ankle instability: a randomized controlled trial. Acta of Bioengineering and Biomechanics. 2018 ;Vol. 20, No. 2,
40	O'drisdoll J., Delahunt E., Neuromuscular training to enhance sensorimotor and funcitonal deficits in subjects with chronic ankle instability: A systematic review and best evidence synthesis, Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol., 2011; 3(19), 1-20.
41	Park JW. Correlation between joint position sense and severity of pain and range of motion in patients with shoulder dysfunction. J Korea Sport Res 2007;18:443-450.
42	Pietrosimone BG, McLeod MM, Lepley AS. A theoretical framework for understanding neuromuscular response to lower extremity joint injury. Sports Health. 2012;4(1):31-35
43	Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, Part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train*. 2002;37(1):71-79.
44	Rohmansyah, NZ & Hiruntrakul, The Influence of Proprioceptive Training in Foot and Ankle Disability with Chronic Ankle Sprain A/ J Health Sci Altern Med 2019; 1(1):14-19
45	Saha S, Kalirathinam D et al. Effectiveness of neuromuscular training program in young athletes suffering from lower lateral ankle ligament injury movement, Health & Exercise, 2016;37-47.
46	Sun-Young Ha, Jun-Ho Han, Yun-Hee Sung Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability Journal of Exercise Rehabilitation 2018;14(2):301-305

47	Swenson D.M., Collins C.L., Flields S.K., Comstock R.D.,Epidemiology of U.S. high school sports-related ligamentous ankle injuries, Clin. J. Sport., 2013; 23(3), 190-6.
48	Tajima A. The relationship between chronic ankle instability and functional movement impairment in Division I female athletes. 2012.
49	Tanen L, Docherty CL, Van Der Pol B, Simon J, Schrader J. Prevalence of Chronic Ankle Instability in High School and Division I Athletes. Foot Ankle Spec 2014.
50	Timothy A, Corey S, Michael M, John D. Heick. the effects of AN Aquatic manual therapy technique, Aqua Stretch on recreational athletes with lower extremity injuries The International Journal of Sports Physical Therapy, 2018;V. 13, N. 2.
51	Tsigilis N, Zachopoulou E, Mavridis T. Evaluation of the specifi city of selected dynamic balance tests. Percept Mot Skills. 2001;92(3):827-833
52	Van Rijn RM, Willemsen SP, Verhagen AP, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. Explanatory variables for adult patients' self-reported recovery after acute lateral ankle sprain. Phys Ther 2011; 91: 77-84
53	Witchalls JB, Waddington G, Adams R, et al. Chronic ankle instability affects learning rate during repeated proprioception testing. Physical Therapy Sports 2014; 15(2):106-111