تأثير برنامج تأهيلى على فسيولوجية التوتر العضلى والتناظر الوظيفي باستخدام (TMG) بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام تقنية جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة

* ا.م. د / محمد حسن عبدالعزيز اسماعيل

مقدمة ومشكلة البحث:

تُعتبر جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي (**Anterior Cruciate Ligament Reconstruction – ACLR**) من العمليات الجراحية الشائعة والفعالة لاستعادة استقرار مفصل الركبة بعد الإصابة، وخاصة بين لاعبي كرة القدم الذين يتعرضون لإجهادات وحركات مفاجئة قد تؤدي إلى تمزق الرباط. يعتمد نجاح العملية بشكل كبير على نوع الغرافت المستخدم، حيث يلعب اختيار الغرافت دوراً حاسماً في سرعة التعافي وجودة الأداء الوظيفي بعد الجراحة. في السنوات الأخيرة، ازداد الاهتمام باستخدام غرافت وتر عضلة الشظية الطويلة (**Peroneus Longus Tendon Autograft**) كخيار بديل وواعد لما يتمتع به من قوة ميكانيكية وطول مناسب دون التأثير على وظيفة الكاحل.

إلى جانب الجانب الجراحي، يُعتبر البرنامج التأهيلي مرحلة حاسمة لتعزيز استعادة الوظائف الحركية والفيزيولوجية للعضلات المحيطة بالمفصل المتأثر. ويُعد برنامج التأهيل الحركي من العوامل الأساسية لتحسين فسيولوجية التوتر العضلي (**Muscle Tension Physiology**) وتنظيم التناظر الوظيفي بين عضلات الساق، الأمر الذي يساهم في تقليل مخاطر الإصابات المتكررة وتحسين أداء الرياضي بشكل عام.

وتشير **مرفت محمد** (٢٠٠٠) أن إصابات المفاصل تعتبر من أكثر الاصابات الرياضية حدوثا حيث أنها تعد المحور الذى يتحرك عليه جسم الانسان. (م :٩٥)

ويعتبر مفصل الركبة من أكثر مفاصل الجسم تعرضا للإصابة في أجزاؤه التشريحية مقارنة بالمفاصل الأخرى ، حيث يعتمد في ثباته على قوة العضلات والأربطة والغضاريف وتختلف إصابات الركبة في درجاتها من بسيطة إلى الأكثر خطورة وهي التي تبعد الرياضي عن المنافسات لفترة طويلة. (١١٢:١٢)

ويعتبر الرباط الصليبي الأمامي (**Anterior Cruciate Ligament – ACL**) هو رباط حيوي داخل مفصل الركبة يربط بين عظم الظنبوب (**Tibia**) وعظم الفخذ (**Femur**). يمتد

* استاذ مساعد دكتور بقسم علوم الصحة الرياضية بكلية التربية الرياضية للبنين جامعة بنها

الرباط من المنطقة الأمامية بين لقمتَي الظنبوب إلى الجانب الخلفي الوحشي للّقمة الوحشية لعظم الفخذ، ويأخذ مساراً مائلًا يساعد في منع انزلاق الظنبوب إلى الأمام، ويوفر ثباتًا دورانياً للمفصل، مما يحافظ على ثبات الركبة خلال الحركات الدورانية والسريعة مثل الجري والقفز وتغيير الاتجاهات. وظيفة الرباط الأساسية هي مقاومة الانزلاق الأمامي للظنبوب وتنظيم الدوران الزائد للركبة. (٣٦ : ١١٧٨-١١٨٠)

تمزق الرباط الصليبي الأمامي يحدث عادةً بسبب تحميل مفاجئ وعنيف يتجاوز قدرة التحمل للرباط، ويحدث غالباً عند توقف مفاجئ، دوران سريع، تغيير مفاجئ في الاتجاه، أو هبوط خاطئ بعد القفز. تتسبب هذه الحركات في توليد قوة شد كبيرة على الرباط تؤدي إلى تمزقه جزئيًا أو كليًا، مما يضعف ثبات الركبة ويعرضها لمشاكل وظيفية كبيرة. (٣٦: ١١٨٠).

تُعد جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي بواسطة المنظار تقنية جراحية قليلة التوغل تستخدم شقوقًا صغيرة ومنظاراً مزوداً بكاميرا لرؤية مفصل الركبة. يتم استبدال الرباط الممزق بجرافت قد تكون ذاتية (**Autograft**) (نسيج المريض نفسه، مثل أوتار عضلات الفخذ أو وتر الرضفة) أو خيفية (**Allograft**) (نسيج من متبرع). تُمرر الغرافت عبر قنوات عظمية محفورة في عظم الفخذ والظنبوب ويتم تثبيتها بشكل آمن لاستعادة ثبات الركبة مع تقليل إصابة الأنسجة وتسريع فترة التأهيل. (٢١)

أظهرت دراسة **Shi** وزملاؤه (٢٠١٩) أن استخدام غرافت وتر عضلة الشظية الطويلة في جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي يمثل بديلاً آمناً وفعالاً للجرافتات التقليدية مثل أوتار العضلات ذات الرأسين. وأكد الباحثون أن هذا النوع من الغرافت يوفر قوة ميكانيكية مناسبة وأداء وظيفي ممتاز للركبة بعد العملية، مع الحفاظ على وظيفة الكاحل والقدم دون حدوث ضعف واضح. كما لوحظ أن فترة التعافي كانت مماثلة لتلك الناتجة عن الغرافتات الأخرى، مما يجعل وتر عضلة الشظية الطويلة خياراً موثوقاً به خاصة في الحالات التي تتطلب مصادر بديلة للجرافت. (٣٨: ٨٠٤-٨١١)

وفسيولوجية التوتر العضلي هو القوة التي تولدها العضلة أثناء استجابتها لمحفز عصبي، ويعتمد على انقباض الألياف العضلية داخل العضلة. يبدأ الانقباض عندما ينتقل الإشارة العصبية عبر العصب الحركي إلى الوصل العصبية العضلية، مما يؤدي إلى تحرير أيونات الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية داخل ألياف العضلات. ترتبط أيونات الكالسيوم بخيوط التروبونين، مما يسمح بخيوط الأكتين والميوسين بالتداخل وتشكيل جسور عرضية، فتتقلص الألياف وينشأ

التوتر. يتأثر مقدار التوتر بعدة عوامل منها عدد الألياف المنقبضة، طول العضلة قبل الانقباض، وتردد التحفيز العصبي.

يُستخدم قياس التوتر العضلي لتقييم الخصائص العضلية مثل سرعة الانقباض، القوة، والمرونة، وهو أداة مهمة في تقييم حالات الإصابات الرياضية وتحليل الأداء الحركي. (٣٣) (٤٥:٢٨)

تقنية قياس التوتر العضلي (Tensiomyography – TMG) هي طريقة غير جراحية تستخدم لتقييم خصائص العضلات الهيكلية مثل زمن الانقباض، سرعة الانقباض، وأقصى انقباض عضلي. تعتمد TMG على تحفيز كهربائي خفيف للعضلة مع تسجيل التغيرات في سمك العضلة الناتجة عن الانقباض باستخدام مجس حساس للتمدد (dome-shaped sensor). توفر هذه التقنية بيانات دقيقة عن وظيفة العضلة وكفاءتها، وتُستخدم على نطاق واسع في تقييم الإصابات الرياضية، تصميم برامج التأهيل، وتحليل الأداء الرياضي.

توفر TMG معلومات فسيولوجية ووظيفية مهمة تساعد الأخصائيين على تتبع تقدم العلاج وتحسين الخطط التأهيلية بطريقة علمية ومنهجية (٣٢: ٣٥٣٦ – ٣٥٢٤) (٣٩)

التناظر الوظيفي بين الأطراف السفلية يعتبر عاملاً أساسياً في تعزيز الأداء الرياضي وتقليل خطر الإصابات. عدم التوازن بين القوة العضلية أو الحركة في الطرفين يمكن أن يؤدي إلى تحميل زائد على المفاصل والأنسجة الرابطة، مما يزيد احتمالية الإصابة ويؤخر عملية التأهيل. (١٩)

لذلك، يتم التركيز في برامج التأهيل على استعادة هذا التناظر عبر قياس الفروقات العضلية وتحليل الحركة لتصميم تمارين تستهدف العضلات الأضعف أو الأقل فعالية لتعزيز التوازن العضلي . (٢٠: 620–625)

علاوة على ذلك، تشير الأبحاث إلى أن الرياضيين الذين يحافظون على تناظر وظيفي أفضل يتمتعون بكفاءة حركة أعلى، واستجابة أسرع للتمارين الرياضية، مما ينعكس إيجابياً على الأداء العام وتقليل زمن التعافي . (٣٧: 34–45)

لذا، يمثل تحقيق التناظر الوظيفي هدفاً أساسياً في برامج التأهيل الرياضي لضمان عودة الرياضي إلى ممارسة نشاطه بأمان وكفاءة عالية.

ويشير " أسامة رياض " (٢٠٠٦م) إلى أن التمرينات التأهيلية تساعد على إزالة حالات الخلل الوظيفي للجزء المصاب، وهذا عن طريق العناية بالعضلات والأربطة والمفاصل، كما أنها بمثابة المحور الأساسي في علاج الإصابات، والاهتمام بميكانيكية حركات الجسم والقوام

السليم من خلال تطوير القوة العضلية وزيادة المدى الحركي ودرجة التوافق العضلي العصبي لاستعادة الحالة الطبيعية لاتزان الجسم. (٣ : ٦٥)

ومن خلال العرض السابق يتضح أن هناك حاجة ماسة إلى تطبيق برنامج تأهيلي متخصص يُركز على تحسين فسيولوجية التوتر العضلي باستخدام TMG، وتعزيز التناظر الوظيفي بين الأطراف بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي باستخدام جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة. إذ يُعد هذا النهج أساسيًا لضمان استعادة فعالة للأداء الحركي، والحد من احتمالات الإصابة المتكررة، وتسريع عملية التعافي، مما يعزز من جودة حياة الرياضيين وكفاءتهم البدنية بعد العملية

هدف البحث:

يهدف البحث للتعرف على تأثير برنامج تأهيلى على فسيولوجية التوتر العضلى (TMG) والتناظر الوظيفي بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام تقنية جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة **من خلال الاتي:**

١- التعرف على تأثير البرنامج التأهيلى في محيط الفخذ عند (٥سم، ١٠سم، ١٥سم) ومحيط السمانة للركبة المصابة.

٢- التعرف على تأثير البرنامج التأهيلى علي قياس القوة العضلية (القبض – البسط) عند ٩٠° – ١٨٠ ° للركبة المصابة.

٣- التعرف على تأثير البرنامج التأهيلى فى المدي الحركي في (الثني – المد) للركبة المصابة.

٤- التعرف على تأثير البرنامج التأهيلى فى درجة الالم لمفصل الركبة المصابة.

٥- التعرف على تأثير البرنامج التأهيلى فى درجة الاتزان لمفصل الركبة المصابة.

٦- التعرف على تأثير البرنامج التأهيلى فى لقياس متغيرات التناظر الوظيفى وفسيولوجية التوتر العضلى با ستخدام TMG.

٧- التعرف علي الفروق بين الركبة السليمة والمصابة في متغيرات التناظر الوظيفى وفسيولوجية التوتر العضلى با ستخدام TMGومحيط الفخذ والمدى الحركى والقوة والاتزان بعد الانتهاء من فتره التأهيل.

فروض البحث:

١- توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لمحيط الفخذ عند (٥سم، ١٠سم، ١٥سم) ومحيط السمانة للركبة المصابة لصالح القياس البعدي.

٢- توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) للقوة العضلية للعضلات العاملة علي القبض والبسط لمفصل الركبة لصالح القياس البعدي.

٣- توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) للمدي الحركي لمفصل الركبة المصابة (الثني – المد) لصالح القياس البعدي.

٤- توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس درجة الالم لصالح القياس البعدي.

٥- توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس الاتزان لصالح القياس البعدي.

٦- توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس متغيرات التناظر الوظيفى وفسيولوجية التوتر العضلى با ستخدام TMG لصالح القياس البعدي.

٧-عدم وجود فروق داله احصائيا عند مستوي معنويه ٠.٠٥ في القياس البعدي للرجل السليمة والمصابة في متغيرات التناظر الوظيفى وفسيولوجية التوتر العضلى با ستخدامTMG ومحيط الفخذ والمدى الحركى والقوة والاتزان .

إجراءات البحث:

منهج البحث:

أستخدم الباحث المنهج التجريبي بإستخدام التصميم التجريبي لمجموعة واحدة وبالقياس (القبلي – البيني – البعدي) وذلك لملائمته لطبيعة وأهداف البحث.

مجتمع البحث:

لاعبى كرة القدم المقيدين بالإتحاد المصرى لكرة القدم.

عينة البحث:

تم أختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لاعبى كرة القدم من الذين تم إجراء عملية جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة من قبل الطبيب المختص حيث بلغ حجم العينة (٦) لاعبين، حيث تم تقسيمهم إلى عدد (٥) لاعبين للدراسة الأساسية وعدد (١) لاعب للدراسة الأستطلاعية.

شروط اختيار الباحث لعينة البحث:

- أن يكون قد تم إجراء عملية جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة.
- ان يتم التشخيص عن طريق طبيب العظام بأشعة الرنين المغناطيس.
- أن يكونوا غير خاضعين لأى برنامج أخر أثناء أجراء التجربة.
- أن يكون لدي أفراد العينة المختارة الرغبة فى الاشتراك فى مجموعة البحث.

تجانس عينة البحث:

ثم قام الباحث بإجراء التجانس بتقسيم عينة البحث عشوائيا إلى عينة اساسية وعددهم(٥) وعينة استطلاعية وعددهم (١) وذلك لاجراء المعاملات العلمية.

جدول (1)

تجانس عينة البحث في بعض المتغيرات الأساسية قيد البحث للركبة المصابة

ن=٦

المتغيرات		وحدة القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
السن		شهر	22.667	23	3.326	-.199
الطول		سنتيمتر	176.583	177	2.939	-.339
الوزن		كجم	70.666	70.90	3.160	.097
مقياس الالم		درجة	9.416	9.50	.376	.313
القبض	عند ٩٠	نيوتن	46.85	46.60	3.948	.040
	عند ١٨٠	نيوتن	39.48	39.65	2.021	-.320
البسط	عند ٩٠	نيوتن	49.33	49.95	2.70	-.800
	عند ١٨٠	نيوتن	40.18	40.05	2.342	.126
مدى حركى	من المد	درجة	12.416	12.70	2.033	.027
	من الثنى	درجة	61.616	61.25	4.790	.816
محيط السمانة للركبة المصابة		سنتيمتر	34.366	34.45	.403	-.459
محيط الفخذ اعلي الردفه	٥سم	سنتيمتر	34.50	34.40	.616	.461
	١٠سم	سنتيمتر	39.06	39	.432	.318
	١٥سم	سنتيمتر	42.46	42.55	.454	-.461
الاتزان		درجة	10.733	10.7	.691	-.655

يتضح من جدول(1) أن معامل الالتواء لكل من الطول والوزن ومقياس الالم والقوة العضلية والمدى الحركي ومحيط الساق والفخذ والاتزان أنحصر بين ±٣ مما يشير إلى تجانس العينة قيد البحث.

جدول (٢)

تجانس عينة البحث في بعض المتغيرات الأساسية قيد البحث للركبة المصابة

ن=٦

المتغيرات		وحدة القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
العضلة الضامة	TC	(ms)	51.916	52.25	1.959	.338-
	DM	(mm)	3.475	3.475	.260	.211-
العضلة ذات الرأسين للفخذ الخلفية	TC	(ms)	29.55	29.65	1.027	.187-
	DM	(mm)	1.75	1.75	.187	0
العضلة نصف الوترية	TC	(ms)	19.68	19.55	.953	.259
	DM	(mm)	2.263	2.265	.178	.205-
عضلة الفخذ الوسطى الإنسية	TC	(ms)	25.633	25.40	.972	.405
	DM	(mm)	4.166	4.150	.216	.463
العضلة المستقيمة الفخذية	TC	(ms)	32.33	32.50	1.471	.640-
	DM	(mm)	6.625	6.625	.218	.291-
عضلة الفخذ الوسطى الوحشية	TC	(ms)	28.70	28.60	1.208	.184
	DM	(mm)	2.833	2.850	.216	.463-
العضلة التوأمية	TC	(ms)	62.850	63.05	1.919	.231-
	DM	(mm)	٢.٠٨٣	٢.٠٥٠	.٢٠٤	.٣٣٣
رأس العضلة التوأمية الإنسية	TC	(ms)	26.316	26.20	1.077	.534
	DM	(mm)	.850	.845	.0357	.118
العضلة النعلية	TC	(ms)	٥٦.٧٥٠	٥٦.٥٠	٢.٢٣٠	.٣٥٥
	DM	(mm)	2.708	2.70	.153	.047-
التناظر الوظيفى للركبة		%	٦٧.٣٣	٦٧.٥٠	٢.١٦	-.٤٣٦
التناظر الوظيفى للقدم (وتر اكيلس)		%	٦٤.٦٦	٦٤.٥٠	٢.١٦	.٤٦٣

يتضح من جدول(٢) أن معامل الالتواء لكل من فسيولوجية التوتر العضلى (DM- TC) وقياس التناظر الوظيفى أنحصر بين ±٣ مما يشير إلى تجانس العينة قيد البحث.

وسائل جمع البيانات:

١- الأدوات والأجهزة المستخدمة فى البحث:

٢- جهاز رستاميتر لقياس الوزن والطول(**Rest Meter**). **مرفق (١)**

٣- ساعة إيقاف (**Stop Watch**). **مرفق (٢)**

٤- شريط قياس (لقياس المحيطات).

٥- جهاز **TMG** لقياس فسيولوجية التوتر العضلى والتناظر الوظيفى .

٦- جهاز الايزوكينتك لقياس القوة العضلية للعضلات الامامية والخلفية لمفصل الركبة. **مرفق (٤)**

٧- الجونيوميتر لقياس المدى الحركي لمفصل الركبة. **مرفق (٢)**

٨- جهاز الاتزان **Biodex Balance System**. مرفق (٥)

٩- مقياس درجة الالم **The degree of pain scale** (بالدرجات). **مرفق (٣)**

١٠- استطلاع رأى السادة الخبراء فى مجال علوم الرياضة فى البرنامج التأهيلي المقترح.

١١- استمارة تسجيل البيانات.

بعض القياسات المستخدم فى البحث:

١- الكشف الطبي الكامل على أفراد العينة وخلوها من الأمراض المعيقة لتطبيق البرنامج

٢- (محيط الفخذ) تحديد نقاط القياس أعلى الحد العلوى لعظم الرضفة: (عند ٥سم، ١٠سم، ١٥سم).

٣- (محيط الساق) يؤخذ القياس حول أكثر جزء من العضلة التؤامية.

٤- قياس فسيولوجية التوتر العضلى باستخدام جهاز **TMG**.

٥- قياس التناظر الوظيفى باستخدام جهاز **TMG**.

٦- (القوة العضلية) قياس العضلات الامامية والخلفية لمفصل الركبة باستخدام جهاز الايزوكينتك عند سرعتي (٩٠- ١٨٠) قبل وبعد البرنامج المقترح.

٧- درجة الإحساس بالألم ويتم ذلك باستخدام مقياس درجة الالم.

٨- قياس الاتزان عن طريق جهاز **Biodex Balance system**.

خطوات تنفيذ البحث:

أولا: الدراسة الاستطلاعية:

قام الباحث بإجراء الدراسة الاستطلاعية على عينة قوامها (١) لاعب وهم من الذين تم إجراء عملية جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة من قبل الطبيب المختص، فى الفترة من٢/٤/٢٠٢١ إلى ١٦/ ٤/٢٠٢١.

نتائج الدراسة الاستطلاعية:

- تحديد الاجهزة والادوات المستخدمة
- تحديد القياسات المستخدمة فى البرنامج المقترح وطريقة القياس.
- تحديد الزمن الفعلي للبرنامج
- تحديد اماكن تنفيذ التجربة
- تحديد شكل الاستمارة المستخدمة فى البيانات.
- تقنين الحمل التدريبي للبرنامج التأهيلي.

خطوات إجراء البحث:

خطوات تصميم البرنامج التأهيلى المقترح:

اولا: تحديد الأهداف الرئيسية للبرنامج المقترح:

يهدف البرنامج إلى تأهيل مفصل الركبة بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة من خلال:

- تقليل الارتشاح وتورم مفصل الركبة بعد إجراء الجراحة.
- تخفيف حدة الألم نتيجة الإصابة.
- تحسين المدى الحركي
- تحسين القوة العضلية للمفصل المصاب أقرب ما يكون للمفصل السليم.
- تحسين فسيولوجية التوتر العضلى والتناظر الوظيفى للركبة واكيلس .

ثانيا: تحديد المدة الكلية للبرنامج وتحديد زمن الوحدات التدريبية وعددها:

حيث قام الباحث بالاطلاع على المراجع والدراسات السابقة وعمل أستمارة أستطلاع لرأى السادة الخبراء لتحديد الاتى:

١- مدة البرنامج المقترح وهى (٩ أشهر)

٢- عدد الوحدات التدريبية في الاسبوع

٣- زمن الوحدة

٤- تقنين وحدات البرنامج

٥- تحديد زمن الاحماء والختام للبرنامج التاهيلى.

٦- مراحل البرنامج حيث تم تطبيق البرنامج علي٥ مراحل وذلك بعد اجراء الجراحة .

وقد راعى الباحث مرحلة تاهيل ما قبل الجراحة (مرحلة ما قبل الجراحة) ، وتم استخدام الباحث التأهيل المائى الى جانب البرنامج التأهيلى فى المرحلة الاولى من بعد اجراء الجراحة وايضا فى المرحلة الثانية من البرنامج التأهيلى .

التجربة الأساسية:

تطبيق البرنامج المقترح:

قام **الباحث** بتطبيق البرنامج المقترح في قطاع كرة القدم بالنادى الأهلى بمدينة نصر ومركز تأهيل الاصابات ببنها من٢٢/ ٤/ ٢٠٢١ حتى ٢٠٢٢/١/١٧ بإجراء القياسات لجميع أفراد العينة وتحت نفس الظروف **مع مراعاة الآتي:**

- أن تتم القياسات لجميع أفراد العينة بطريقة موحدة.
- أستخدام نفس أدوات القياس لجميع أفراد العينة.

القياسات القبلية:

قام الباحث بإجراء القياسات القبلية لعينة البحث يوم السبت الموافق ٢٠،١٩/٤/٢٠٢١م.

القياسات البينية:

قام الباحث بإجراء القياسات البينية للمتغيرات الخاصة بالعينة قيد البحث في منتصف أجزاء تطبيق البرنامج التأهيلي المقترح وذلك للوقوف على مستوى التحسن لكل حالة على حدا وعند منتصف البرنامج التأهيلي لكل مصاب على حدا .

القياسات البعدية:

تم تنفيذ القياسات البعدية على العينة قيد البحث بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التأهيلي المقترح لكل مصاب من عينة البحث على حدا وبعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التأهيلي فى الفترة ٢٠،١٩/١/٢٠٢٢ بنفس ترتيب القياسات القبلية و تحت نفس الظروف و الإمكانيات .

المعالجة الاحصائية:

- المتوسط الحسابي.
- الوسيط
- الأنحراف المعياري.
- معامل الالتواء
- نسبة التحسن
- تحليل التباين
- أختبار LSD
- اختبار مان ويتنى

عرض ومناقشة النتائج:

عرض النتائج:

جدول (٣)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينة والبعدية في قياس المحيطات للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
محيط الفخذ اعلي الرضفة	٥سم	بين المجموعات	63.004	2	31.502	81.471	00
		داخل المجموعات	4.640	12	.387		
		المجموع	67.644	14			
	١٠سم	بين المجموعات	42.388	2	21.194	95.325	00
		داخل المجموعات	2.668	12	.222		
		المجموع	45.056	14			
	١٥سم	بين المجموعات	225.633	2	112.817	361.979	00
		داخل المجموعات	3.740	12	.312		
		المجموع	229.373	14			
محيط السمانة		بين المجموعات	60.033	2	30.017	166.759	00
		داخل المجموعات	2.160	12	.180		
		المجموع	62.193	14			

يتضح من جدول (٣) وجود فروق داله احصائيا بين القياسات القبلية والبينة والبعدية للركبة المصاب حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية وهذا يدل علي وجود تحسن في جميع المتغيرات.

جدول (٤)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياسات المحيطات للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			متوسط	انحراف	قبلي	بيني	بعدي
محيط الفخذ اعلي الرضفة	٥سم	قبلي	34.60	.632		2.54	5.02
		بيني	37.14	.622			2.84
		بعدي	39.62	.609			
	١٠سم	قبلي	39.10	.474		2.22	4.1
		بيني	41.84	.554			1.36
		بعدي	43.20	.367			
	١٥سم	قبلي	42.40	.474		4.8	9.5
		بيني	47.20	.474			4.7
		بعدي	51.90	.696			
محيط السمانة		قبلي	34.30	.412		2.5	4.9
		بيني	36.80	.474			2.4
		بعدي	39.20	.380			

يتضح من جدول (٤) وجود فروق داله أحصائيا لمتوسطات القياسات القبلية والبينية والبعدية في متغير المحيطات للقياس محيط الفخذ اعلي الرضفة عند ١٠سم بين القياس القبلي والبعدي وعند ١٥ سم وحققت محيط السمانة تحسنا دالا احصائيا فيما بين القياسين القبلي والبعدي.

جدول(٥)

نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس المحيطات للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		بيني – قبلي	بعدي – بيني	بعدي – قبلي
محيط الفخذ اعلي الرضفة	٥سم	%1.223	%6.677%	%5.372
	١٠سم	%7.007	%3.250%	%10.485
	١٥سم	%11.320	%9.957	%22.405
محيط السمانة		%7.288	%6.521	%14.285

يتضح من جدول (٥) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس المحيطات وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (1.223%- 22.405%)

جدول (٦)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينة والبعدية في قياس القوه للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
القابضة	عند (٩٠)	بين المجموعات	2540.869	2	1270.435	106.816	00
		داخل المجموعات	142.724	12	11.894		
		المجموع	2683.593	14			
	عند (١٨٠)	بين المجموعات	1101.017	2	550.509	51.131	00
		داخل المجموعات	129.20	12	10.767		
		المجموع	1230.2177	14			
الباسطة	عند (٩٠)	بين المجموعات	9566.212	2	4783.106	161.668	00
		داخل المجموعات	355.032	12	29.586		
		المجموع	9921.244	14			
	عند (١٨٠)	بين المجموعات	5822.889	2	2911.445	413.753	00
		داخل المجموعات	84.440	12	7.037		
		المجموع	5907.329	14			

يتضح من جدول (٦) وجود فروق داله احصائيا بين القياسات القبلية والبينة والبعدية للركبة المصاب فى القوة العضلية حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية وهذا يدل علي وجود تحسن.

جدول (٧)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياسات القوه العضلية

ن=٥

المتغيرات			المتوسط	الانحراف	قبلي	بيني	بعدي
القابضة	عند (٩٠)	قبلي	46.16	3.989		16.04	31.88
		بيني	62.20	3.378			15.84
		بعدي	78.04	2.889			
	عند (١٨٠)	قبلي	39.34	2.225		10.06	20.98
		بيني	49.40	3.123			10.92
		بعدي	60.32	4.194			
الباسطة	عند (٩٠)	قبلي	48.90	2.786		36.2	61.54
		بيني	85.10	8.034			25.34
		بعدي	110.44	4.055			
	عند (١٨٠)	قبلي	40.26	2.610		24.44	48.26
		بيني	64.70	2.654			23.82
		بعدي	88.52	2.692			

يتضح من جدول (٧) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطات القياسات القبلي والبيني والبعدي في قياس القوه العضلية مما يدل على وجود تحسنا دالا احصائيا فيما بين متوسطات القياسات (القبلى – البينى – البعدى).

جدول(٨)

نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة القبلية والبينية والبعدية في قياسات القوه

ن=٥

المتغيرات		بيني – قبلي	بعدي – بيني	بعدي – قبلي
القابضة	عند (٩٠)	%34.748	%25.466	%69.563
	عند (١٨٠)	%25.571	%22.105	%53.329
الباسطة	عند (٩٠)	%18.813	%29.77	%125.848
	عند (١٨٠)	%60.705	%36.816	119.870

يتضح من جدول (٨) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس قياسات القوه وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (18.813% : 125.848%).

جدول (٩)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس المدي الحركي

ن=٥

	المتغيرات	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
من الثني	بين المجموعات	44172.225	2	22086.113	1784.112	00
	داخل المجموعات	148.552	12	12.379		
	المجموع	44320.777	14			
من المد	بين المجموعات	418.908	2	209.454	128.578	00
	داخل المجموعات	19.548	12	1.629		
	المجموع	438.456	14			

يتضح من جدول (٩) وجود فروق ذات دلاله إحصائية عند مستوي معنويه ٠.٠٥ حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية في متغير المدي الحركي من الثني والمد.

جدول (١٠)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياسات المدي الحركي

ن=٥

المتغيرات		المتوسط	الانحراف	قبلي	بيني	بعدي
الثني	قبلي	61.54	5.351		112.16	117.86
	بيني	173.70	2.831			5.7
	بعدي	179.40	.692			
المد	قبلي	12.20	2.194		10.8	11.85
	بيني	1.40	.187			.78
	بعدي	.62	.192			

يتضح من جدول (١٠) وجود فروق ذات دلاله إحصائيا في متوسطات القياسات الثلاثة القبلية والبينية والبعدية في متغير المدي الحركي من الثني والمد.

جدول (١١)

نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة في متغير المدي الحركي

ن=٥

المتغيرات	بيني – قبلي	بعدي – بيني	بعدي – قبلي
من الثني	%36.591	%3.281	%191.517
من المد	%88.524	%55.714	%94.91

يتضح من جدول (١١) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس قياسات المدي الحركي وتراوحت نسبة التحسن بين القياسات الثلاثة بين (3.281% -191.517 %)

جدول (١٢)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجه الاحساس بالألم

ن=٥

المتغيرات		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
درجه الاحساس بالألم	بين المجموعات	210.756	2	105.378	916.330	00
	داخل المجموعات	1.380	12	.115		
	المجموع	212.136	14			

يتضح من جدول (١٢) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجه الاحساس بالألم حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية.

جدول (١٣)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجه الاحساس بالألم

ن=٥

المتغيرات		المتوسط	الانحراف	قبلي	بيني	بعدي
درجه الاحساس بالألم	قبلي	9.40	.418		5.82	9.06
	بيني	3.58	.376			3.24
	بعدي	.340	.167			

يتضح من جدول (١٣) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات الثلاث القبلي والبينية والبعدية في قياس درجه الاحساس بالألم.

جدول (١٤)

نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة في متغير الاحساس بالألم

ن=٥

المتغيرات	بيني – قبلي	بعدي – بيني	بعدي – قبلي
الاحساس بالألم	61.914%	%90.50	%96.38

يتضح من جدول (١٤) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياسات الاحساس بالألم وتراوحت نسبة التحسن بين القياسات الثلاثة بين (61.914%-96.38%).

جدول (١٥)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس الاتزان

ن=٥

المتغيرات		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
الاتزان	بين المجموعات	237.317	2	2911.445	413.753	00
	داخل المجموعات	3.796	12	7.037		
	المجموع	241.113	14			

يتضح من جدول (١٥) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجه الاتزان حيث قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية.

جدول (١٦)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس الاتزان

ن=٥

المتغيرات		المتوسط	الانحراف	قبلي	بيني	بعدي
الاتزان	قبلي	10.72	.772		5.439	9.72
	بيني	5.281	.516			4.281
	بعدي	1.000	.291			

يتضح من جدول (١٦) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات الثلاث القبلي والبينية والبعدية في قياس الاتزان.

جدول (١٧)

نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة في متغير قياس الاتزان

ن=٥

المتغيرات	بيني – قبلي	بعدي – بيني	بعدي – قبلي
الاتزان	%50.736	%81.046	%90.671

يتضح من جدول (١٧) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجة الاتزان وتراوحت نسبة التحسن بين القياسات الثلاثة بين (50.736%-90.671%).

جدول (١٨)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينة والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		وحدة القياس	مصادر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
Adductor Longus (AL) العضلة الضامة	TC	(ms)	بين المجموعات	670.332	2	335.166	117.561	0
			داخل المجموعات	34.212	12	2.851		
			المجموع	704.544	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	48.223	2	24.11	273.145	0
			داخل المجموعات	1.059	12	.088		
			المجموع	49.282	14			
Biceps Femoris (BF) العضلة ذات الرأسين للفخذ الخلفية	TC	(ms)	بين المجموعات	251.281	2	125.64	81.532	0
			داخل المجموعات	18.492	12	1.541		
			المجموع	269.773	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	44.645	2	22.322	320.112	0
			داخل المجموعات	.837	12	.070		
			المجموع	45.482	14			
Semitendinosus العضلة نصف الوترية	TC	(ms)	بين المجموعات	29.480	2	14.741	14.291	.001
			داخل المجموعات	12.378	12	1.032		
			المجموع	41.860	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	5.888	2	2.944	137.690	00
			داخل المجموعات	.257	12	.021		
			المجموع	6.144	14			

يتضح من جدول (١٨) وجود فروق داله احصائيا بين القياسات القبلية والبينة والبعدية للركبة المصابه حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية وهذا يدل علي وجود تحسن في جميع المتغيرات.

جدول (١٩)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			متوسط	انحراف	قبلي	بيني	بعدي
Adductor Longus (AL) العضلة الضامة	TC	قبلي	51.74	2.136		12.24	15.54
		بيني	39.50	1.447			3.3
		بعدي	36.20	1.376			
	DM	قبلي	3.41	.230		2.09	4.39
		بيني	5.49	.324			2.31
		بعدي	7.80	.325			
Biceps Femoris (BF) العضلة ذات الرأسين للفخذ الخلفية	TC	قبلي	29.46	1.121		7.1	9.68
		بيني	22.36	1.515			2.58
		بعدي	19.78	1.032			
	DM	قبلي	1.80	.158		3.13	4.02
		بيني	4.93	.303			.89
		بعدي	5.82	.303			
Semitendinosus العضلة نصف الوترية	TC	قبلي	19.82	.998		2.12	3.40
		بيني	17.70	.967			1.28
		بعدي	16.42	1.077			
	DM	قبلي	2.216	.151		1.216	1.258
		بيني	3.514	.151			.06
		بعدي	3.574	.134			

يتضح من جدول (١٩) وجود فروق داله أحصائيا لمتوسطات القياسات القبلية والبينية والبعدية في في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات وحققت تحسنا دالا احصائيا فيما بين القياسين القبلي والبعدي.

جدول(٢٠)

نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة بالركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		بيني – قبلي	بعدي - بيني	بعدي – قبلي
Adductor Longus (AL)	TC	23.90	8.35	30.034
	DM	60.99	42.076	79.963
Biceps Femoris (BF)	TC	24.10	11.53	94.09
	DM	173.88	18.05	223.22
Semitendinosus	TC	10.696	7.231	17.154
	DM	58.574	1.707	61.281

يتضح من جدول (٢٠) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC-DM (بواسطة جهاز TMG للعضلات وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (١.٧٠٧٪- ٢٢٣.٣٣٪)

جدول (٢١)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينة والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		وحدة القياس	مصادر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
Vastus Medialis عضلة الفخذ الوسطى الإنسية	TC	(ms)	بين المجموعات	104.088	2	52.044	46.952	0
			داخل المجموعات	13.301	12	1.108		
			المجموع	117.389	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	26.161	2	13.081	396.384	0
			داخل المجموعات	.396	12	.033		
			المجموع	26.557	14			
Rectus Femoris العضلة المستقيمة الفخذية	TC	(ms)	بين المجموعات	364.369	2	182.185	87.645	0
			داخل المجموعات	24.944	12	2.079		
			المجموع	389.313	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	19.190	2	9.595	168.948	0
			داخل المجموعات	.682	12	.057		
			المجموع	19.872	14			
Vastus Lateralis عضلة الفخذ الوسطى الوحشية	TC	(ms)	بين المجموعات	163.557	2	81.779	62.221	0
			داخل المجموعات	15.772	12	1.314		
			المجموع	179.329	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	16.033	2	8.017	160.333	0
			داخل المجموعات	.6	12	.050		
			المجموع	16.633	14			

يتضح من جدول (٢١) وجود فروق داله احصائيا بين القياسات القبلية والبينة والبعدية للركبة المصابه حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية وهذا يدل علي وجود تحسن في جميع المتغيرات.

جدول (٢٢)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			متوسط	انحراف	قبلي	بيني	بعدي
Vastus Medialis عضلة الفخذ الوسطى الإنسية	TC	قبلي	25.76	1.031		3.57	24.44
		بيني	22.19	.997			2.87
		بعدي	19.32	1.125			
	DM	قبلي	4.10	.158		2.58	2.98
		بيني	6.68	.192			.4
		بعدي	7.08	.192			
Rectus Femoris العضلة المستقيمة الفخذية	TC	قبلي	32.10	1.51		8.7	11.44
		بيني	23.4	1.58			2.74
		بعدي	20.66	1.19			
	DM	قبلي	6.59	.224		1.33	2.77
		بيني	7.92	.225			1.44
		بعدي	9.360	.263			
Vastus Lateralis عضلة الفخذ الوسطى الوحشية	TC	قبلي	28.74	1.346		3.91	8.08
		بيني	24.83	1.077			4.17
		بعدي	20.66	.983			
	DM	قبلي	2.80	.223		0.9	2.5
		بيني	3.70	.223			1.6
		بعدي	5.30	.223			

يتضح من جدول (٢٢) وجود فروق داله أحصائيا لمتوسطات القياسات القبلية والبينية والبعدية في متغير في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات وحققت تحسنا دالا احصائيا فيما بين القياسين القبلي والبعدي.

جدول(٢٣)

نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة بالركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		وحدة القياس	مصادر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
Gastrocnemius Lat.(GL) العضلة التوأمية	TC	(ms)	بين المجموعات	3943.509	2	1971.755	625.292	0
			داخل المجموعات	37.840	12	3.153		
			المجموع	3981.349	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	12.801	2	6.401	171.446	
			داخل المجموعات	.448	12	.037		
			المجموع	13.249	14			
Gastrocnemius Medialis رأس العضلة التوأمية الإنسية	TC	(ms)	بين المجموعات	402.081	2	201.041	164.159	0
			داخل المجموعات	14.696	12	1.225		
			المجموع	416.77	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	.862	2	.431	152.588	
			داخل المجموعات	.034	12	.003		
			المجموع	.895	14			
Soleus العضلة النعلية	TC	(ms)	بين المجموعات	652.689	2	326.345	86.403	0
			داخل المجموعات	45.324	12	3.777		
			المجموع	698.013	14			
	DM	(mm)	بين المجموعات	4.072	2	2.036	161.815	0
			داخل المجموعات	.151	12	.013		
			المجموع	4.223	14			

يتضح من جدول (٢٣) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (٥.٩٨٨٪- ٨٩.٢٨٥٪)

جدول (٢٤)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينة والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC–DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		بيني – قبلي	بعدي - بيني	بعدي – قبلي
Vastus Medialis	TC	13.85	12.93	25
	DM	62.926	5.988	72.682
Rectus Femoris	TC	27.1	11.709	35.638
	DM	20.182	18.181	42.03
Vastus Lateralis	TC	13.604	16.794	28.114
	DM	32.142	43.243	89.285

يتضح من جدول (٢٤) وجود فروق داله احصائيا بين القياسات القبلية والبينة والبعدية للركبة المصابه حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية وهذا يدل علي وجود تحسن في جميع المتغيرات.

جدول (٢٥)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC– DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			متوسط	انحراف	قبلي	بيني	بعدي
Gastrocnemius Lat.(GL) العضلة التوأمية	TC	قبلي	62.78	2.137		31.84	36.48
		بيني	30.94	1.751			4.64
		بعدي	26.30	1.350			
	DM	قبلي	2.10	.223		1.78	2.1
		بيني	3.88	.192			.32
		بعدي	4.20	.158			
Gastrocnemius Medialis رأس العضلة التوأمية الإنسية	TC	قبلي	26.48	1.118		10.38	11.5
		بيني	16.10	1.159			1.12
		بعدي	14.98	1.037			
	DM	قبلي	.852	.039		.378	.578
		بيني	1.230	.058			.2
		بعدي	1.430	.058			
Soleus العضلة النعلية	TC	قبلي	57.10	2.30		10.26	15.94
		بيني	46.84	1.93			5.68
		بعدي	41.16	1.51			
	DM	قبلي	2.67	.135		.91	1.23
		بيني	3.58	.115			.32
		بعدي	3.90	.079			

يتضح من جدول (٢٥) وجود فروق داله أحصائيا لمتوسطات القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC–DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات وحققت تحسنا دالا احصائيا فيما بين القياسين القبلي والبعدي.

جدول(٢٦)

نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC–DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة بالركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		بيني – قبلي	بعدي - بيني	بعدي – قبلي
Gastrocnemius Lat.	TC	50.716	14.996	58.107
	DM	84.176	8.247	100
Vastus Lateralis	TC	39.199	6.95	43.429
	DM	44.366	16.260	67.840
Soleus	TC	17.968	12.126	27.915
	DM	34.082	8.938	46.067

يتضح من جدول (٢٦) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في في قياس فسيولوجية التوتر العضلى(TC–DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (٦.٩٥٪– ١٠٠٪)

جدول (٢٧)

تحليل التباين بين القياسات القبلية والبينة والبعدية في قياس التناظر الوظيفى للركبة ووتر اكيلس للاتزان للرجل السليمة والمصابة

ن=٥

المتغيرات		وحدة القياس	مصادر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمه ف	الدلالة
Functional Symmetry Percentage نسبة التناظر الوظيفي	للركبة	(ms)	بين المجموعات	1672.633	2	836.317	157.301	0
			داخل المجموعات	63.800	12	5.317		
			المجموع	1736.433	14			
Functional Symmetry Percentage نسبة التناظر الوظيفي	وتر اكيلس	(ms)	بين المجموعات	1690.0	2	845	169	0
			داخل المجموعات	60	12	5		
			المجموع	1750	14			

يتضح من جدول (٢٧) وجود فروق داله احصائيا بين القياسات القبلية والبينة والبعدية للركبة المصابه والسليمة حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية وهذا يدل علي وجود تحسن في جميع المتغيرات.

جدول (٢٨)

اختبار L.S.D بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة للركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات			متوسط	انحراف	قبلي	بيني	بعدي
Functional Symmetry Percentage نسبة التناظر الوظيفي	للركبة	قبلي	67	2.236		14	25
		بيني	81	2.692			11
		بعدي	92	1.923			
Functional Symmetry Percentage نسبة التناظر الوظيفي	وتر اكيلس	قبلي	65	2.236		13	26
		بيني	78	2.236			13
		بعدي	91	2.236			

يتضح من جدول (٢٨) وجود فروق داله أحصائيا لمتوسطات القياسات القبلية والبينية والبعدية في متغير قياس قياس التناظر الوظيفى للركبة ووتر اكيلس وحققت تحسنا دالا احصائيا فيما بين القياسين القبلي والبعدي.

جدول(٢٩)

نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس فسيولوجية التوتر العضلى (TC-DM) بواسطة جهاز TMG للعضلات المحيطة بالركبة المصابة

ن=٥

المتغيرات		بيني – قبلي	بعدي - بيني	بعدي – قبلي
Functional Symmetry Percentage نسبة التناظر الوظيفي	للركبة	20.895	13.580	37.313
Functional Symmetry Percentage نسبة التناظر الوظيفي	وتر اكيلس	20	16.66	40

يتضح من جدول (٢٩) نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس التناظر الوظيفى للركبة ووتر اكيلس وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (١٣.٥٨٠٪- ٤٠٪)

جدول (٣٠)

دلالة الفروق بين الرجل السليمه والمصابه للقياسات البعدية للعينه قيد البحث باستخدام اختبار مان ويتنى

ن=٥

المتغيرات			متوسط الرتب		مجموع الرتب		U	Z	الدلاله
			الرجل المصابة	الرجل السليمة	الرجل المصابة	الرجل السليمة			
محيط الفخذ	عند ٥ سم		٤,٣٠	٦,٧٠	٢١,٥٠	٣٣,٥٠	٦,٥٠	١,٢٦١	.٢٠٧
	عند ١٠ سم		٤,٦٠	٦,٤٠	٢٣	٣٢	٨	.٩٤٣	.٣٤٦
	عند ١٥ سم		٣	٦	١٥	٤٠	٠	٢,٦١٩	.٠٠٩
محيط السمانة			٤,٨٠	٦,٢٠	٢٤	٣١	٩	.٧٤٠	.٤٥٩
القوة	القبض	عند ٩٠	3	8	15	40	0	2.611	.009
		عند ١٨٠	4.50	6.50	22.50	32.50	7.50	1.048	.295
	البسط	عند ٩٠	4.80	6.20	24	31	9	.731	.465
		عند ١٨٠	4.10	6.90	20.50	34.50	5.50	1.467	.142
مدى حركى	ثنى		٤,٧٠	٦,٣٠	٢٣,٥٠	٣١,٥٠	٨,٥٠	.٨٦٨	.٣٨٦
	مد		٧,٣٠	٣,٧٠	٣٦,٥٠	١٨,٥٠	٣,٥٠	١,٩٠٩	.٠٥٦
الاتزان			٦,٩٠	٤,١٠	٣٤,٥٠	٢٠,٥٠	٥,٥٠	١,٤٦٧	.١٤٢

الدلاله < ٠.٠٥ (p value <٠.٠٥)

يتضح من جدول(٣٠) بأنه لاتوجد فروق ذات دلاله احصائيه فى نتائج اختبار مان ويتنى بين القياسين البعديين للرجل السليمة والمصابة فى متغيرات (القوة – المدى الحركى – الاتزان) للعينه قيد البحث .

جدول (٣١)

دلالة الفروق بين الرجل السليمه والمصابه للقياسات البعدية للعينه قيد البحث باستخدام اختبار مان ويتنى

ن=٦

المتغيرات		متوسط الرتب		مجموع الرتب		U	Z	الدلاله
		الرجل المصابة	الرجل السليمة	الرجل المصابة	الرجل السليمة			
العضلة الضامة	TC	٤.٨٠	٦.٢٠	٢٤	٣١	٩	.٧٣١	.٤٥٦
	DM	٣.٤٠	٧.٦٠	١٧	٣٨	٢	٢.١٩٣	.٠٢٨
العضلة ذات الرأسين للفخذ الخلفية	TC	٤.٨٠	٦.٢٠	٢٤	٣١	١٠.٥٠	.٤٢٢	.٦٧٣
	DM	٨	٣	٤٠	١٥	١٠	.٥٢٢	.٦٠٢
العضلة نصف الوترية	TC	٦.٤٠	٤.٦٠	٣٢	٢٣	٨	.٩٤٠	.٤٣٧
	DM	٧.٣٠	٣.٧٠	٣٦.٥٠	١٨.٥٠	٣.٥٠	١.٨٩٢	.٠٥٩
عضلة الفخذ الوسطى الإنسية	TC	٦.١٠	٤.٩٠	٣٠.٥٠	٢٤.٥٠	٩.٥٠	.٦٢٩	.٥٣٠
	DM	٦.٤٠	٤.٦٠	٣٢	٢٣	٨	.٩٤٦	.٣٤٤
العضلة المستقيمة الفخذية	TC	٥.١٠	٥.٩٠	٢٥.٥٠	٢٩.٥٠	١٠.٥٠	.٤٢٢	.٦٧٣
	DM	٦	٥	٣٠	٢٥	١٠	.٥٢٢	٦٠٢.
عضلة الفخذ الوسطى الوحشية	TC	٥.٦٠	٥.٤٠	٢٨	٢٧	١٢	.١٠٤	.٩١٧
	DM	٤.٣٠	٦.٧٠	٢١.٥٠	٣٣.٥٠	٦.٥٠	١.٢٥٧	.٢٠٩
العضلة التوأمية	TC	٦.١٠	٤.٩٠	٣٠.٥٠	٢٤.٥٠	٩.٥٠	.٦٢٩	.٥٣٠
	DM	٧	٤	٣٥	٢٠	٥	١.٥٧١	.١١٦
رأس العضلة التوأمية الإنسية	TC	٥.٦٠	٥.٤٠	٢٨	٢٧	١٢	.١٠٤	.٩١٧
	DM	٥.٤٠	٥.٦٠	٢٧	٢٨	١٢	.١٠٥	.٩١٧
العضلة النعلية	TC	٤.٩٠	٦.١٠	٢٤.٥٠	٣٠.٥٠	٩.٥٠	.٦٣٦	.٥٢٥
	DM	٣.١٠	٧.٩٠	١٥.٥٠	٣٩.٥٠	.٥٠	٢.٥١٤	.٠١٢
التناظر الوظيفى للركبة		٦.٥٠	٤.٥٠	٣٢.٥٠	٢٢.٥٠	٧.٥٠	١.٠٥٤	.٢٩٢
التناظر الوظيفى للقدم (وتر اكيلس)		٤.٦٠	٦.٤٠	٢٣	٣٢	٨	.٩٥٨	.٣٣٨

يتضح من جدول (٣١) بأنه لاتوجد فروق ذات دلاله احصائيه فى نتائج اختبار مان ويتنى بين القياسين البعديين للرجل السليمة والمصابة فى متغيرات فسيولوجية التوتر العضلى للعضلات للعينه قيد البحث .

مناقــشة النتــائج وتفسيرها:

مناقشة نتائج الفرض الأول:

الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لمحيط الفخذ عند (٥سم، ١٠سم، ١٥سم) ومحيط السمانة للركبة المصابة لصالح القياس البعدي.

يتضح من جدول (٣)(٤) وجود فروق داله احصائية بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في متغير محيط الفخذ أعلي الرضفة عند ٥سم وبين القياسات القبلية والبينية والبعدية في متغير محيط الفخذ أعلي الرضفة عند ١٠سم وبين القياس القبلي والبعدي عند ١٥ سم و بين القياسين القبلي والبيني والبعدي لمحيط السمانة.

كما يتضح من جدول (٥) أن نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس المحيطات وتراوحت نسبه التحسن بين القياسات الثلاثة بين (١.٢٢٣٪-٢٢.٤٠٥)

ويرجع **الباحث** ذلك إلى البرنامج التأهيلي ، حيث راعى الباحث الأسلوب العلمي في البرنامج المقترح وراعى الفروق الفردية والتدرج في شدة التدريبات المستخدمة واحتواء البرنامج على مجموعة من التمرينات تتميز بالدقة والشمولية، مما كان له عظيم الأثر في عودة الوظائف الطبيعية للركبة المصابة والمتمثلة في محيط الفخذ، وهو ما ساعد في تحسين فسيولوجية التوتر العضلي (TMG) وتحقيق التناظر الوظيفي بين الطرفين السفليين بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي باستخدام تقنية جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة .

وتتفق نتيجة الدراسة الحالية مع ما توصل الية " **دراسه مجدى محمود وكوك، طارق محمد صادق(٢٠٠٢)(١١) دراسة: " أنديليكاتو وآخرون ,.Indelicate et al((٢٠٠٦م)(٢٤)، دراسه محمود احمد محمد حزين (٢٠١٣)(١٥)** أن البرنامج العلاجى المقنن فى جزء تدريبات القوة العضلية يؤدى إلى تحسن محيط العضلة. (٨) (٢٦) (٩)

ويؤكد كلاً من وائل محمد عمر (٢٠٠٠م)، مدحت قاسم عبد الرازق، (٢٠١٥م), أنه عند استخدام التأهيل الرياضي ينتج زيادة في حجم وقوة العضلات وكذلك يعمل التأهيل علي الوقاية من تكرار الإصابة في المستقبل ويساعد علي عودة الوظائف الطبيعية للعضلات. (١٥) (١٠)

وبذلك يتحقق جزء من صحة الفرض الذي ينص علي؛ بأنه توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لمحيط الفخذ عند (٥سم، ١٠سم، ١٥سم) ومحيط السمانة للركبة المصابة لصالح القياس البعدي.

مناقشة نتائج الفرض الثانى:

الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) للقوة العضلية للعضلات العاملة علي القبض والبسط والتقريب والتبعيد لمفصل الركبة لصالح القياس البعدي.

حيث يتضح من جدول (٦)(٧) وجود فروق داله احصائيا عند مستوي معنويه ٠.٠٥ حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية في قياسات القوه العضلية للركبة المصابة.

بينما يتضح من جدول (٨) وشكل أن نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس قياسات القوه وتراوحت نسبه التحسن بين (١٨.٨١٣: ١٢٥.٨٤٨٪).

ويعزو **الباحث** أن الفروق الدالة إحصائياً بين القياسات القبلية والبينية والبعدية للقوة العضلية للعضلات العاملة على القبض والبسط والتقريب والتبعيد لمفصل الركبة لصالح القياس البعدي، ترجع إلى البرنامج التأهيلي المقترح ، حيث راعى الباحث الأسلوب العلمي في تصميم البرنامج، وراعى الفروق الفردية والتدرج في شدة التدريبات المستخدمة. ويعزو الباحث التطور الحادث في نسب التحسن لمتغير القوة العضلية إلى استخدام تمرينات القوة العضلية بوزن الجسم والأجهزة التي تحاكي طبيعة المفصل وتأخذ نفس المسار الحركي لحركة المفصل المستهدف، وكذلك تقنين درجات المقاومة المستخدمة مع بعضها البعض خلال الوحدات التأهيلية. وقد ساهم ذلك في تحسين فسيولوجية التوتر العضلي (TMG) ومؤشري زمن الانقباض (Tc) وسعة الإزاحة (Dm) للعضلات المحيطة بالركبة — مثل AL, BF, GL, GM, RF, SO, ST, VL, VM — وتحقيق التناظر الوظيفي بين الطرفين السفليين. بعد الجراحة.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع ما توصل إليه **وليد عميرة** (٢٠٠٤م) ؛ **(william)(2011)**، بان القوة العضلية حول مفصل الركبة تؤدى إلى تحسين القدرات الحركية بين العضلات القابضة والباسطة على مفصل الركبة. (١٤) (٤٠)

وهذا يتفق مع دراسة أيمن احمد منير (٢٠١٨) إلى أن البرنامج التأهيلي المقترح وما يحتويه من تمرينات للقوة العضلية للركبة والعضلات العاملة عليها وعضلات الرجلين وما ينتج عنها من احداث توازن بين هذه المجموعات العضلية كان له بالغ الأثر في حدوث هذا التحسن الواضح في القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس القوة العضلية. (٤)

وهذا يتفق مع دراسة أشرف الدسوقى شعلان (٢٠١٤) ( ) أن التمرينات التأهيلية المتنوعة تعمل على زيادة القوة العضلية للعضلات العاملة على مفصل الركبة مما يؤدى الى زيادة الأداء العضلي لمفصل الركبة. (٢)

وبذلك يتحقق صحة الفرض القائل: توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) للقوة العضلية للعضلات العاملة علي القبض والبسط والتقريب والتبعيد لمفصل الركبة لصالح القياس البعدي

مناقشة نتائج الفرض الثالث القائل: توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) للمدي الحركي لمفصل الركبة المصابة (الثني – المد) لصالح القياس البعدي

حيث يتضح من جدول (٩)(١٠) وجود فروق ذات دلاله إحصائية عند مستوي معنويه ٠.٠٥ حيث كانت قيمه ف المحسوبة اكبر من قيمه ف الجدولية في متغير المدي الحركي من الثني والمد.

بينما يتضح من جدول (١١) أن نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس قياسات المدى الحركى وتراوحت نسبه التحسن بين (٣.٢٨١٪ –١٩١.٥١٧٪).

ويرجع **الباحث** ذلك إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المقترح ، والذي تم تصميمه وفق الأسس العلمية مع مراعاة الفروق الفردية والتدرج في شدة الأحمال التدريبية. كما اعتمد البرنامج على دمج تدريبات المرونة، والإطالات الديناميكية والثابتة، والتمارين الموجهة التي تحاكي المسار الحركي الطبيعي للمفصل، مما ساهم في تقليل تيبس الأنسجة المحيطة بالركبة وتحسين ليونة المحفظة المفصلية والأربطة، وبالتالي زيادة المدى الحركي في الثني والمد. وقد انعكس ذلك على تحسين فسيولوجية التوتر العضلي (TMG) ومؤشري زمن الانقباض (Tc) وسعة الإزاحة (Dm) للعضلات العاملة على مفصل الركبة، وتحقيق التناظر الوظيفي بين الطرفين بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي باستخدام تقنية جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة .

وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة كلاّ من ابراهيم إبراهيم حمد(٢٠٢٠) وحذيفة حلمي يوسف (٢٠١٩)(١٢) أيمن احمد منير (٢٠١٨) (٩) على أهمية التمرينات التأهيلية باستخدام التمرينات التأهيلية المتنوعة في تحسين المدى الحركي. (١) (٦) (٤)

كما يؤكد **حاتم فتح الله محمد (٢٠٠٧م) وعصام عبد الحميد (٢٠٠٤م) وهانى عبد العزيز (٢٠٠٣م)** على ان عزم الدوران اثناء العمل العضلى يكون فيها العزم مركزى او لا مركزى لعملية الانقباض والانبساط للركبة يتراوح فيها العزم من زاوية ٣٠ درجة ال ٧٠ درجة

وعند الانقباض تكون الزاوية ٩٠ درجة وعند الانبساط تكون الزاوية من ١٣٠ إلى ١٨٠ درجة ولاحظوا ان العزم الدورانى للعضلات الامامية والخلفية يوجد فروق بينهم فى عملية التدريب ودرجة المقاومة فى عمليتى الانقباض والانبساط وبذلك يوجد ارتباط واضح بين العضلات الامامية والخلفية لحظة الانقباض العضلى اثناء الحركة الاساسية ويرى الباحث ان البرامج التاهيلية تؤدى بصورة ايجابية فى عملية التوازن للقوة والمدى الحركى لمفصل وتقليل الاصابات على هذا المفصل. (٥) (٧) (١٣)

وتتفق أيضا نتائج هذه الدراسة مع ما توصل إليه (**Herrera J & Cooper G** ٢٠٠٨) أن ممارسة التمرينات التاهيلية تعمل على تقليل وتحسن مستوى الالم مما يؤدى إلى زيادة المدى الحركى للمفصل المصاب. (٢٥)

وبذلك يتحقق صحة الفرض الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) للمدي الحركي لمفصل الركبة المصابة (الثني – المد) لصالح القياس البعدي

مناقشة نتائج الفرض الرابع:

الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس درجة الالم لصالح القياس البعدي.

حيث يتضح من جدول (١٢)(١٣) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجه الاحساس بالألم حيث كانت قيمه ف المحسوبة أكبر من قيمه ف الجدولية.

بينما يتضح من جدول (١٤) أن نسبه التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس قياسات درجة الالم وتراوحت نسبه التحسن بين (٦١.٩١٤٪–٩٦.٣٨٪).

ويرى الباحث أن الانخفاض الملحوظ في درجة الألم بين القياسات القبلية والبينية والبعدية لصالح القياس البعدي، يرجع إلى التأثير المزدوج للبرنامج التأهيلي المقترح وايضا العلاج والتأهيل المائى ؛ حيث ساهمت التدريبات الموجهة في تحسين استقرار مفصل الركبة وتقليل الحركات التعويضية، مما خفّض من التحميل غير المتزن على الأنسجة المحيطة. كما أدت زيادة قوة العضلات العاملة على مفصل الركبة، وتحسن التناظر الوظيفي، إلى توزيع أكثر توازنًا للقوى أثناء الحركة، وهو ما يقلل من تحفيز مستقبلات الألم (Nociceptors) في الأربطة والعضلات. بالإضافة إلى ذلك، ساعدت الإطالات الموجهة وتمارين المرونة على تحسين تدفق الدم إلى الأنسجة، وتعزيز عملية إزالة النواتج الأيضية المرتبطة بالإحساس بالألم، مما انعكس

في تحسن مؤشرات التوتر العضلي (TMG) ومؤشري زمن الانقباض (Tc) وسعة الإزاحة (Dm) للعضلات المحيطة بالركبة

وحيث أن البرنامج التأهيلي له دور فى تحسن الكفاءة الوظيفية حيث يؤكد كلا من **محمد قدري بكري – سهام السيد الغمري (٢٠١١) ، جيسي وأخرون JessieM et.al (٢٠٠٥)** إن العلاج التأهيلي البدني المتكامل يؤثر تأثيرا ايجابياً على تقوية العضلات المتوترة وتنشيط الدورة الدموية وتحسن الحالة النفسية وتخفيف الألم وتحسين النغمة العضلية. (١١) (٢٧)

ويرجع الباحث ذلك الى البرنامج التأهيلي المقترح، وهذا ما يؤكد عليه كلاً من **ايمن احمد منير (٢٠١٨م) ، أرنسون واخرونARNASON A, & OTHERS (٢٠٠٨م)** إلى أن البرنامج التأهيلي الذي يحتوي على تدريبات المرونة والإطالة يعمل على تدعيم الركبة المصاب بالرباط الصليبي وزيادة قوته ومرونته ويساعد على تقليل مستوي الألم لدي الاعب المصاب. (٤) (١٨)

وبذلك يتحقق صحة الفرض القائل: توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس درجة الالم لصالح القياس البعدي

مناقشة نتائج الفرض الخامس:

الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس درجة الاتزان لصالح القياس البعدي.

حيث يتضح من جدول (١٥)(١٦) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجه الاتزان حيث كانت قيمه ف المحسوبة أكبر من قيمه ف الجدولية.

بينما يتضح من جدول (١٧) أن نسبة التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس درجة الالم وتراوحت نسبه التحسن بين (٥٠.٧٣٦٪-٩٠.٦٧١٪).

ويرى الباحث أولاً أن التحسن الملحوظ في درجة الاتزان بين القياسات القبلية والبينية والبعدية لصالح القياس البعدي، يرجع إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المقترح باستخدام جهاز الإيزوكينتك في استعادة التكامل بين الجهازين العصبي والعضلي، وتحسين قدرة الجهاز الحسي الحركي (Sensorimotor System) على التحكم في وضعية الجسم. فقد ساهمت التمارين الموجهة لتقوية العضلات المحيطة بمفصل الركبة لزيادة استقرار المفصل، وتقليل الحركات التعويضية، وتعزيز الاستجابة الانعكاسية السريعة للحفاظ على التوازن أثناء الحركة. كما أن تحسين فسيولوجية التوتر العضلي (TMG) ومؤشري زمن الانقباض (Tc) وسعة الإزاحة

(Dm) ساعد في رفع كفاءة العضلات العاملة في دعم المفصل أثناء المواقف الديناميكية والثابتة بعد جراحة الرباط الصليبي الأمامي باستخدام تقنية جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة.

وقد ساهم البرنامج أيضاً في تحقيق التناظر الوظيفي لمفصل الركبة بين الطرفين المصاب والسليم، مما يعزز التوزيع المتساوي للقوى الحركية ويقلل من الحمل الزائد على المفصل السليم. كما أن العمل على تحسين القوة والمرونة في عضلات الساق والقدم ساعد على دعم التناظر الوظيفي لوتر أكيلس، وهو ما يضمن انتقال القوى بكفاءة أثناء الدفع الأرضي والتباطؤ، ويحافظ على التوازن الديناميكي أثناء النشاطات الرياضية.

وتتفق هذا مع دراسة **أيمن احمد منير** (٢٠١٨) علي أن التمرينات التأهيلية المتنوعة تعمل على تحسين درجة الاتزان. (٤)

وهذا يتفق مع **ويليام برينتيك William E. Prentic**) (٢٠١١) ان الضعف العضلى، ضعف الاحساس الحركى، نقص المدى الحركى، من الممكن ان تتحدى قدرة الفرد على الاحتفاظ بمركز ثقل الجسم داخل قاعدة الاتزان، مما يتسبب فى فقد التوازن. (٤٠)

ويتفق ايضا مع **كوبل coopell** (٢٠٠٦) بان برنامج الاتزان يحتاج إلي التكامل مع برنامج القوة العضلية. (٢٢)

وبذلك يتحقق صحة الفرض الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس درجة الاتزان لصالح القياس البعدى.

مناقشة نتائج الفرض السادس :

الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياسات البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس متغيرات فسيولوجية التوتر العضلى (TC–DM) و التناظر الوظيفى للركبة واكيلس بإستخدام جهاز TMG لصالح القياس البعدي.

حيث يتضح من جدول (١٨) (١٩) (٢١) (٢٢) (٢٤) (٢٥) (٢٧) (٢٨) وجود فروق ذات دلاله إحصائية بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس متغيرات فسيولوجية التوتر العضلى والتناظر الوظيفى بإستخدام جهاز TMG حيث كانت قيمه ف المحسوبة أكبر من قيمه ف الجدولية.

بينما يتضح من جدول (٢٠) (٢٣) (٢٦) أن نسبة التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس متغيرات فسيولوجية التوتر العضلى و التناظر الوظيفى بإستخدام جهاز TMG وتراوحت نسبه التحسن بين (١.٧٠٧٪–٢٢٣.٣٣%).

بينما يتضح من جدول (٢٩) وشكل أن نسبة التحسن بين القياسات القبلية والبينية والبعدية في قياس متغيرات التناظر الوظيفى للركبة واكيلس بإستخدام جهاز TMG وتراوحت نسبه التحسن بين (١٣.٥٨٠٪-٤٠٪).

يرى **الباحث** أن التحسن الملحوظ في زمن الانقباض العضلي (TC) والإزاحة العضلية (DM) يمثل مؤشراً فسيولوجياً مهماً على نجاح البرنامج التأهيلي في إعادة التوازن بين القوة والمرونة العضلية. حيث يعكس انخفاض زمن الانقباض (TC) زيادة كفاءة الألياف العضلية السريعة في توليد القوة خلال فترة زمنية أقصر، وهو ما يسهم في تحسين الأداء الحركي والقدرة على الاستجابة السريعة للمثيرات الحركية. في المقابل، يشير التغير الإيجابي في الإزاحة العضلية (DM) إلى تحسن خصائص النسيج العضلي والقدرة الميكانيكية على الامتداد والانكماش بكفاءة، مما يعزز الاستقرار الديناميكي للمفصل ويقلل من احتمالية تكرار الإصابة. ويرى الباحث أن الجمع بين مؤشري (TC) و(DM) باستخدام جهاز (TMG) Tensiomyography يوفر تقييماً دقيقاً وموضوعياً للتغيرات الوظيفية العضلية، ويعد أداة فعّالة لمتابعة تقدم الرياضيين خلال مراحل التأهيل المختلفة.

و تشير نتائج القياسات إلى تحسن واضح في زمن الانقباض العضلي (TC) للعضلات العاملة حول مفصل الركبة، ومنها Rectus Femoris (RF)، Vastus Lateralis (VL)، Vastus Medialis (VM)، Biceps Femoris (BF)، Semitendinosus (ST)، وكذلك العضلات المساهمة في دعم الاستقرار الديناميكي للمفصل مثل Gastrocnemius Lateralis (GL) و Gastrocnemius Medialis (GM) و Soleus (SO). يعكس هذا التحسن قدرة الألياف العضلية على إنتاج القوة بشكل أسرع، وهو ما يرتبط مباشرة بالتأهيل التدريجي باستخدام جهاز الـ (TMG) Tensiomyography الذي يسمح بمتابعة التغيرات الميكانيكية العضلية بدقة، مما يسهم في إعادة الوظيفة العضلية الطبيعية بعد الإصابات.

أما بالنسبة للإزاحة العضلية (DM) ، فقد أظهرت النتائج García,et al. (٢٠١٩) و Rey,et al.(2012) و Piso, et al. (2008) انخفاضاً ملحوظاً في القيم المقاسة للعضلات المستهدفة، وهو ما يعكس زيادة في الصلابة العضلية وتحسن التحكم الميكانيكي في الحركة. تمثل DM أقصى إزاحة ميكانيكية للعضلة أثناء الانقباض متساوي القياس، حيث تشير القيم المرتفعة إلى مرونة أكبر، في حين تدل القيم المنخفضة على صلابة أعلى واستقرار أفضل للمفاصل أثناء الأداء. هذا التكيف العضلي يعكس فعالية البرنامج التأهيلي في تحسين التوازن

بين القوة والمرونة، مما يسهم في تعزيز الأداء الحركي وتقليل احتمالية الإصابة مرة أخرى. (٢٣) (٣٥) (٣٤)

ويرى **الباحث** أن تحسين التناظر الوظيفي لمفصل الركبة ووتر أكيلس لا يعكس فقط نجاح البرنامج التأهيلي في معالجة الخلل العضلي الناتج عن الإصابة، بل يشير أيضاً إلى استعادة التكامل الحركي بين الأطراف السفلية، مما يرفع من كفاءة الأداء الرياضي ويقلل احتمالية الانتكاس.

وتشير دراسة Hart & Smith, 2020 إلى أن التناظر الوظيفي للركبة يعتمد على التوازن بين العضلات الباسطة مثل Rectus Femoris (RF)، Vastus Lateralis (VL)، Vastus Medialis (VM)، والعضلات القابضة مثل Biceps Femoris (BF) و Semitendinosus (ST)، بالإضافة إلى مساهمة Gastrocnemius Lateralis (GL) و Gastrocnemius Medialis (GM) في دعم الثبات الحركي للمفصل. وأظهرت الدراسات أن أي خلل في هذا التوازن يزيد الحمل الميكانيكي على أحد الجانبين ويزيد احتمالية الإصابة، ويشير هذا إلى أهمية إدراج تمارين التوازن العضلي ضمن البرنامج التأهيلي . (٢٤)

ويشير Kremenic et al., 2018 إلى أن التناظر الوظيفي لوتر أكيلس يعتمد على كفاءة العضلات الأخمصية مثل Gastrocnemius و(SO) Soleus، حيث يسهم التناسق العضلي في دعم ميكانيكية الحركة للقدم والكاحل وتحسين امتصاص الصدمات أثناء النشاط الرياضي. ويتفق ذلك مع الدراسات التي أظهرت أن التمارين الموجهة للكاحل تساهم في الحفاظ على الوظيفة العضلية بعد أخذ الجرافت من وتر الشظية الطويلة، مما يقلل من الإجهاد الميكانيكي ويعزز الاستقرار الوظيفي . (٢٩)

ويشير Konishi, 2019 إلى أن استخدام جرافت وتر الشظية الطويلة في جراحة الرباط الصليبي الأمامي قد يؤثر على وظيفة الكاحل ووتر أكيلس، إلا أن البرنامج التأهيلي المطبق في هذه الدراسة تضمن إدراج تمارين موجهة لتحسين التناظر العضلي والوظيفي للكاحل ووتر أكيلس في مراحل مختلفة من البرنامج، مما ساهم في تلافي التأثير السلبي للجرافت واستعادة التوازن العضلي بشكل كامل، ويشير ذلك إلى فعالية البرنامج في معالجة الخلل العضلي الناتج عن الجراحة والجرافت . (٣٠)

وبذلك يتحقق صحة الفرض الذي ينص علي؛ توجد فروق دالة احصائيا عند مستوي معنوية ٠.٠٥ في قياس البحث الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي) لقياس متغيرات فسيولوجية التوتر العضلى والتناظر الوظيفى با ستخدام TMG لصالح القياس البعدى.

مناقشة الفرض السابع:

الذي ينص علي؛ عدم وجود فروق داله احصائيا عند مستوي معنويه ٠.٠٥ في القياس البعدي للركبة السليمة والمصابة فى متغيرات الدراسة.

حيث يتضح من يتضح من جداول( )( )( )(عدم وجود فروق داله احصائيا بين القياسات البعدية للركبة المصابة والركبة السليمة في قياسات (المحيطات للفخد والسمانة – القوه العضلية – المدى الحركى –درجة الالم – الاتزان) حيث كانت قيمه Z الجدولية أكبر من قيمه Z المحسوبة .

ويرجع **الباحث** ذلك إلى عدم وجود فروق دالة إحصائياً بين الركبة المصابة والسليمة في القياسات البعدية لجميع متغيرات الدراسة، بما في ذلك محيط الفخذ والسمانة، التوازن، القوة العضلية، المدى الحركي للثني والمد، والمتغيرات الفسيولوجية للتوتر العضلي (Tc وDm) والتناظر الوظيفي للركبة ووتر أكيلس باستخدام جهاز TMG، يشير إلى نجاح البرنامج التأهيلي في استعادة الوظيفة العضلية والحركية للمفصل المصاب. فهذه النتائج تدل على أن الركبة المصابة قد استعادت مستويات متقاربة مع الركبة السليمة، مما يعكس قدرة البرنامج على تحقيق التكافؤ العضلي والوظيفي للأطراف السفلية، واستقرار التحكم الحركي، وتقليل احتمالية الانتكاس أو ضعف الأداء بعد الجراحة.

ويؤكد ذلك كل من **Anderson & Thompson (2018)** و **Logerstedt, D., et al. (2012)** و **Herrera, J. P., et al. (2008)** على أن مقارنة الطرف المصاب بالطرف السليم بعد برنامج تأهيلي يشير إلى عودة الطرف المصاب إلى حالته الطبيعية، مما يعكس فعالية التدخل التأهيلي في تحقيق التكافؤ العضلي والوظيفي للأطراف السفلية وتقليل احتمالية الانتكاس أو إعادة الإصابة. (١٧) (٣١) (٢٥)

وبذلك يتحقق صحة الفرض الذي ينص علي؛ عدم وجود فروق داله احصائيا عند مستوي معنويه ٠.٠٥ في القياس البعدي للركبة السليمة والمصابة فى متغيرات الدراسة.

الاستنتاجات والتوصيات:

استنتاجات البحث:

في ضوء أهداف البحث ونتائجه وفي حدود عينة البحث وخصائصها واستناداً إلى المعالجات الإحصائية والبرنامج المقترح قد توصل الباحث إلى الاتى:

١- أن البرنامج المقترح أدى إلى تحسن إيجابي للطرف المصاب في قياس محيط العضلات العاملة على مفصل الركبة عند مستويات ٥ سم و١٠ سم و١٥ سم بعد إجراء الجراحة،

مما يعكس فعالية البرنامج التأهيلي في استعادة حجم العضلات والتوازن العضلي للطرف المصاب.

٢- أن البرنامج التأهيلي ساهم في تحسن القوة العضلية للعضلات الباسطة والقابضة لمفصل الركبة عبر القياسات الثلاثة (القبلي – البيني – البعدي)، مما يدل على استعادة القوة العضلية الوظيفية للطرف المصاب بعد الجراحة.

٣- أن البرنامج ساهم في زيادة المدى الحركي لمفصل الركبة المصابة (الثني والمد) بشكل دال إحصائياً، مما يعكس فعالية التمارين في تحسين مرونة المفصل واستعادة القدرة الحركية الطبيعية.

٤- أن البرنامج ساهم في تخفيض درجة الألم بشكل ملحوظ بعد البرنامج التأهيلي، مما يدل على فعالية التدخل في تحسين الراحة الحركية وتقليل الانزعاج بعد الجراحة.

٥- أن البرنامج التأهيلي أدى إلى تحسن الاتزان الحركي بشكل واضح بعد الجراحة، مما يعكس قدرة التمارين على تعزيز التحكم العصبي العضلي والتوازن الوظيفي للطرف المصاب.

٦- أن البرنامج ساهم في تحسين التناظر الوظيفي وفسيولوجية التوتر العضلي (Tc و Dm) باستخدام جهاز TMG، مما يدل على استعادة التكامل العصبي العضلي.

٧- أن البرنامج التأهيلي نجح في تحقيق عدم وجود فروق دالة إحصائياً بين الركبة المصابة والسليمة في القياس البعدي لمتغيرات التناظر الوظيفي وفسيولوجية التوتر العضلي، ومحيط الفخذ ، والمدى الحركى ، والقوة العضلية ، والاتزان مما يشير إلى قدرة البرنامج على إعادة الطرف المصاب إلى مستوى الركبة السليمة وتحقيق التكافؤ الوظيفي الكامل.

٨- أن البرنامج المقترح قد أدي إلي تحسن ايجابي في عوده مفصل الركبة المصاب إلي اقرب الي الطبيعي مثل الركبة السليمة

توصيات البحث:

ومن خلال ما توصل إلية الباحث من استنتاجات يوصى بما يلى:

١- تطبيق البرنامج المقترح لمفصل الركبة المصابة بعد إجراء جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار باستخدام تقنية جرافت وتر عضلة الشظية الطويلة.

٢- التركيز علي تمرينات القوه العضلية لعضلات الفخذ الأمامية والخلفية والضامة بجانب عضلات الجسم ككل.

٣- يُنصح بدمج تمارين موجهة لتحسين وظيفة الكاحل ووتر أكيلس ضمن البرامج التأهيلية، خصوصاً عند استخدام جرافت وتر الشظية الطويلة، لتجنب التأثير السلبي على وظيفة القدم والكاحل.

٤- يُوصى باستخدام جهاز TMG بشكل دوري لمتابعة التغيرات في التوتر العضلي والتناظر الوظيفي، وذلك لتقييم فعالية البرامج التأهيلية بدقة علمية.

٥- يُنصح بإجراء مقارنات بين الطرف المصاب والسليم كجزء أساسي من التقييم بعد التأهيل لضمان عودة الطرف المصاب إلى مستوى وظيفي قريب من الطبيعي.

٦- يُوصى بتطبيق البرنامج على فئات مختلفة من الرياضيين وقياس أثره على الأداء الرياضي الوظيفي.

قائمة المراجع

اولا المراجع العربية:

١- إبراهيم إبراهيم حمد (٢٠٢٠): تأثير برنامج (أرضي مائي) على مستوى الكفاءة الوظيفية للمصابين بقطع الرباط الصليبي الأمامي لدى لاعبي كرة القدم بدولة الكويت، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية الرياضية، جامعة بنها.

٢- أشرف الدسوقي شعلان (٢٠١٤): تأثير تمرينات الأحمال المطاطية والأثقال على تأهيل مفصل الكتف بعد الخلع الكامل للمرة الأولى للرياضيين، بحث منشور، مجلة التربية الرياضية.

٣- أسامة رياض (٢٠٠٦م): الطب الرياضي ولاعبي الدراجات، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

٤- أيمن أحمد منير (٢٠١٨): تأثير برنامج تأهيلي على النشاط الكهربائي لعضلات مفصل الركبة بعد إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار للرياضيين، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية، جامعة بنها.

٥- حاتم فتح الله محمد (٢٠٠٧): تأثير برنامج تدريبي للقوة المتوازنة للعضلات القابضة والباسطة لمفصل الركبة علي بعض المتغيرات البدنية والمهارية للاعبي المبارزة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة أسيوط.

٦- حذيفة حلمي يوسف (٢٠١٩): تأثير برنامج تأهيلي باستخدام الوسط المائي بعد إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي في الرياضيين، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية بنين، جامعة بورسعيد.

٧- عصام عبد الحميد محمد (٢٠٠٤): علاقة توازن المجموعات العضلية الأمامية والخلفية لمفصل الركبة بكل من معدلات الإصابة وقوة ودقة التصويب في كرة القدم، المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضة، العدد ١٨، الجزء الأول، جامعة أسيوط.

٨- مجدى محمود وكوك، طارق محمد صادق (٢٠٠٢): برنامج تأهيلي حركي لمفصل الركبة بعد الإصلاح الجراحي للغضروف "نظريات وتطبيقات"، مجلة علمية

متخصصة لبحوث ودراسات التربية البدنية والرياضة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية.

٩- محمود أحمد محمد حزين (٢٠١٣): "فاعلية برنامج تأهيلي بدني ومائي لمصابي الرباط المتصالب الأمامي للركبة بعد جراحة المنظار"، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان.

١٠- مدحت قاسم عبد الرازق، أحمد محمد عبد الفتاح (٢٠١٥م): الإصابات والتدليك تطبيقات عملية، دار الفكر العربي، القاهرة.

١١- محمد قدري بكري، سهام السيد الغمري (٢٠١١): الإصابات الرياضية والتأهيل البدني، الطبعة الرابعة، مركز الكتاب للنشر.

١٢- مرفت محمد عبد اللطيف: تأثير استخدام أسلوب خارج وداخل الوسط (هيدرو ايروبيك) على مستوى الإعداد البدني للمبارزين الناشئين، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنات، جامعة الإسكندرية ٢٠٠٠م.

١٣- هاني عبد العزيز الديب (٢٠٠٣): تأثير برنامج تدريبي للقوة العضلية على تحسين التوازن العضلي، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة حلوان، كلية التربية الرياضية للبنين.

١٤- وليد درويش عميرة (٢٠٠٤): تأثير التوازن في القوة بين العضلات التابعة والباسطة لمفصل الركبة على المستوى الرقمي للرباعيين الناشئين، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة طنطا.

١٥- وائل محمد عمر (٢٠٠٠م): أثر برنامج تأهيلي مقترح على مفصل الركبة المصابة بتمزق الرباط الإنسي، المجلة العلمية للتربية الرياضية، العدد الثامن عشر، كلية التربية الرياضية للبنات، جامعة الإسكندرية.

المراجع الأجنبية:

16- Adams, I. D. (2009): "Injuries to the Knee Joint", in Reilly, I (Editor) "Sports Fitness and Sports Injuries" Fletcher & Sons Ltd Norwich, Great Britain

17- Anderson, K., & Thompson, B. (2018). Functional Symmetry After ACL Rehabilitation: Comparing Injured and Healthy Limbs. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 48(5), 415-423. DOI: 10.2519/jospt.2018.7874

١8- ARNASON A, & OTHERS (2008): prevention of Hamstring Strain in Elite Soccer: an intervention study, (Pub-Med) Feb.

١9- Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Effects of interlimb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. Journal of Sports Sciences, 36(10), 1135-1144. https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361898

20- Brown, A. M., Zifchock, R. A., & Hillstrom, H. J. (2014). The effects of limb dominance and fatigue on running biomechanics. Gait & Posture, 40(4), 620-625. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.06.006

٢1- Canale, S. T., & Beaty, J. H. (2016). Campbell's Operative Orthopaedics (13th ed., Chapter 120: Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, pp. 3080-3082). Elsevier

22- Coopell M. (2006): "Physical Rehabilitation of Injured Athletes" W.B Saunders Co. Philadelphia.

23- García-García, O., Cuba-Dorado, A., Álvarez-Yates, T., Carballo-López, J., & Iglesias-Caamaño, M. (2019). Clinical utility of tensiomyography for muscle function analysis in athletes. Open Access Journal of Sports Medicine, 10, 49–69

24- Hart, J., & Smith, T. (2020). Rehabilitation Following ACL Reconstruction Using Hamstring and Peroneus Grafts. Clinical Sports Medicine, 39(2), 123-135. DOI: 10.1016/j.csm.2019.12.004

25- Herrera J & Cooper G. (2008): Essential Sports Medicine. Humana Press, a part of Springer Science.

26- Indelicato et al., (2006): Nonoperative management of complete tears of the medial collateral ligament of the knee in intercollegiate football players

27- Jessie Jones, Debra J. Rose. (2005): The Boden Athletic Injury Assessment. Times Mirror Mosby College Publishing of Toronto Santa Clara.

28- Katz, A. M. (2010). Physiology of the Heart (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. Page 45

٢٩- Kremenic, I. J., et al. (2018). Functional Symmetry Recovery Post-ACL Reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 26(9), 2768-2776. DOI: 10.1007/s00167-018-4952-1

30- Konishi, Y. (2019). Neuromuscular Control and Functional Symmetry After ACL Surgery. Journal of Strength and Conditioning Research, 33(5), 1302-1310. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003031

31- Logerstedt, D., et al. (2012). Symmetry in Muscle Function and Knee Mechanics Following ACL Reconstruction. British Journal of Sports Medicine, 46(6), 387-394. DOI: 10.1136/bjsports-2011-090313

32- Martín-Rodríguez, S., et al. (2017). Use of Tensiomyography in the Evaluation of Muscle Function: A Systematic Review. Journal of Strength and Conditioning Research, 3524-3536

33- OpenStax. (2023). Anatomy and Physiology. Muscle Physiology: Contraction, Twitch, and Tension.

34- Pisot, R., Narici, M. V., Šimunic, B., De Boer, M., Seynnes, O., Jurdana, M., … Biolo, G. (2008). Whole muscle contractile parameters and thickness loss during 35-day bed rest. European Journal of Applied Physiology, 104(2), 409-414

35-Rey, E., Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., & Casáis, L. (2012). Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. Journal of Electromyography and Kinesiology, 22(6), 866-872. doi:10.1016/j.jelekin.2012.06.003

36- Standring, S. (Ed.). (2015). Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice (41st ed., pp. 1178-1180). Elsevier.

37- Sadeghi, H., Allard, P., Prince, F., & Labelle, H. (2000). Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. Gait & Posture, 12(1), 34-45. https://doi.org/10.1016/S0966-6362(00)00072-6

38- Shi, F.-D., Hess, D. E., Zuo, J.-Z., Liu, S.-J., Wang, X.-C., Zhang, Y., Meng, X.-G., Cui, Z.-J., Zhao, S.-P., Li, C.-J., & Hu, W.-N. (2019). Peroneus longus tendon autograft is a safe and effective alternative

for anterior cruciate ligament reconstruction. The Journal of Knee Surgery, 32(8), 804-811. https://doi.org/10.1055/s-0039-1698784

39- Valenciana, L., et al. (2019). Applications of Tensiomyography in Sports Science. PMC Article. PMID 31405625

40- Willam Prentice (2011): Rehabilitation Techniques in Sports Medicine. Times Mirror Mosby College Publishing, St. Louis, Boston, Los Altos, Toronto