



جامعة الموصل
كلية الطب البيطري

تقييم تأثير السقالات الحيوية الذاتية في التئام القطع العرضي التجريبي لوتر العرقوب في الكلاب

اسماء حسين علاوي

اطروحة دكتوراه

الطب البيطري/ الجراحة البيطرية

بإشراف
الأستاذ الدكتور
ليث محمود داؤد

تقييم تأثير السقالات الحيوية الذاتية في التئام القطع العرضي التجريبي لوتر العرقوب في الكلاب

اطروحة تقدمت بها

اسماء حسين علاوي

إلى
مجلس كلية الطب البيطري في جامعة الموصل
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه
في اختصاص الطب البيطري/ الجراحة البيطرية

بإشراف
الأستاذ الدكتور
ليث محمود داود

إقرار المشرف

أشهد بأن إعداد هذه الأطروحة جرى تحت إشرافي في جامعة الموصل، وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه في إختصاص الطب البيطري/ الجراحة البيطرية.

التوقيع:

المشرف: أ.د.ليث محمود داؤد

التاريخ: / / ٢٠١٩

إقرار المقوم اللغوي

أشهد بأن إعداد هذه الأطروحة الموسومة (تقييم تأثير السقالات الحيوية الذاتية في التئام القطع العرضي التجريبي لوتر العرقوب في الكلاب) تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية، وبذلك أصبحت الأطروحة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

التوقيع :

الاسم : م.د. نذير محمد امين

التاريخ: / / ٢٠١٩

إقرار رئيس فرع الجراحة وعلم تناسل الحيوان

بناء على التوصيات المقدمة من قبل المشرف والمقوم اللغوي، أشرح هذه الأطروحة للمناقشة .

التوقيع :

الاسم : أ.د.ليث محمود داؤد

التاريخ: / / ٢٠١٩

إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناء على التوصيات التي تقدم بها المشرف والمقوم اللغوي ورئيس فرع الجراحة وعلم تناسل الحيوان، أشرح هذه الأطروحة للمناقشة.

التوقيع :

الاسم : أ.د.ظافر محمد عزيز

التاريخ: / / ٢٠١٩

شكر وتقدير

الحمد لله الذي له كل الفضل وعليه توكلت واليه أنيب والصلاة والسلام على الصادق الأمين نبينا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى اله وصحبه اجمعين.

اما بعد:

فلا يسعني وأنا انهي كتابة هذه الأطروحة إلا أن أقدم شكري الجزيل الى كل من عمادة كلية الطب البيطري / جامعة الموصل، أخي وأستاذي الفاضل المشرف على الاطروحة الدكتور ليث محمود القطان لما قدمه لي من مساعدة طوال مدة الدراسة، منتسبي فرع الجراحة وعلم تناسل الحيوان واخص منهم ذكراً أخي وزميلي الدكتور اسامة حازم لما قدمه لي من مساعدة طوال مدة الدراسة خاصة في توفير الحيوانات ورعايتها ، الاستاذة الدكتورة هناء ابراهيم خليل من فرع الامراض لتفضلها بقراءة المقاطع النسجية ، الدكتور اسامة موفق من فرع الطب الوقائي / كلية الطب البيطري / جامعة الموصل لتفضله بالسماح لنا باستعمال جهاز الامواج فوق الصوتية الخاص به اثناء الدراسة، منتسبي مختبر التشخيصات التابع لفرع الطب الباطني والوقائي / كلية الطب البيطري / جامعة الموصل، رئيس فرع التشريح والانسجة ومنتسبيه /كلية الطب البيطري / جامعة الموصل

أخيراً شكري الجزيل لكل من علمني ولو حرفاً ويسر لي امراً وحمداً لمن له الأسماء الحسنى أولاً وأخيراً.

اسماء

المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	التسلسل
١	المحتويات	
٥	قائمة المختصرات والرموز	
٦	قائمة الجداول	
٧	قائمة الاشكال	
١٥	الفصل الأول (المقدمة)	١
١٨	الفصل الثاني (استعراض المراجع)	٢
١٨	تعريف الوتر	١-٢
١٨	تشريح وتر العرقوب	٢-٢
٢٠	التركيب النسجي للوتر	٣-٢
٢٢	التغذية الدموية للوتر	٤-٢
٢٣	اصابات الوتر	٥-٢
٢٦	العلامات السريرية لقطع وتر العرقوب	٦-٢
٢٧	طرائق تشخيص قطع وتر العرقوب	٧-٢
٣٢	علاج قطع وتر العرقوب	٨-٢
٣٣	علاج قطع الوتر الحاد غير المصحوب بفقدان النسيج	١-٨-٢
٣٥	علاج قطع الوتر المزمن غير المصحوب بفقدان النسيج	٢-٨-٢

٣٦	علاج قطع الوتر الحاد والمزمن المصحوب بفقدان النسيج	٣-٨-٢
٣٧	التئام الوتر	٩-٢
٣٩	الطرائق المستعملة لتسريع التئام الوتر وتحسينه	١٠-٢
٣٩	الرقع او السقالات	١-١٠-٢
٤١	طريقة النمو الوعائي	٢-١٠-٢
٤١	استعمال الخلايا الفعالة حيويًا	٣-١٠-٢
٤٢	عوامل النمو	٤-١٠-٢
٤٣	العلاج الجيني	٥-١٠-٢
٤٣	العلاج الفيزيائي	٦-١٠-٢
٤٤	العلاج التكتاثري	٧-١٠-٢
٤٥	البلازما الغنية بالصفائح الدموية	٨-١٠-٢
٤٦	تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية	١-٨-١٠-٢
٤٧	تنشيط البلازما الغنية بالصفائح الدموية	٢-٨-١٠-٢
٤٨	استعمالات البلازما الغنية بالصفائح الدموية	٣-٨-١٠-٢
٥٢	الوريد الوداجي الخارجي	١١-٢
٥٣	غشاء الخلب	١٢-٢
٥٥	الفصل الثالث (المواد وطرائق العمل)	
٥٥	الحيوانات	١-٣
٥٥	المواد المستعملة	٢-٣
٥٥	الادوية والمواد الكيميائية المستعملة	١-٢-٣

٥٦	الاجهزة والادوات المستعملة في الدراسة	٢-٢-٣
٥٧	تصميم التجربة	٣-٣
٥٩	تحضير الحيوانات	٤-٣
٥٩	تحضير سقالة البلازما الغنية بالصفائح الدموية	٥-٣
٦٠	تحضير سقالة الوريد الوداجي الذاتية	٦-٣
٦١	تحضير سقالة الخلب الذاتية	٧-٣
٦١	العملية الجراحية	٨-٣
٦٤	العناية بالحيوان بعد العملية الجراحية	٩-٣
٦٤	الفحوصات المتبعة بعد اجراء العملية	١٠-٣
٦٤	الفحص السريري	١-١٠-٣
٦٥	الفحص بالامواج فوق الصوتية	٢-١٠-٣
٦٥	الفحص العياني المرضي	٣-١٠-٣
٦٦	الفحص النسجي المرضي	٤-١٠-٣
٦٦	التحليل الاحصائي للنتائج	١١-٣
٦٧	الفصل الرابع (النتائج)	
٦٧	تحضير السقالات الذاتية	١-٤
٦٧	الفحص السريري	٢-٤
٧٠	التغيرات المرضية العيانية	٣-٤
٧٥	الفحص النسجي المرضي	٤-٤
٨٧	الفحص بالامواج فوق الصوتية	٥-٤

٩٢	الفصل الخامس (المناقشة)	
٩٢	تحضير السقالات الحيوية	١-٥
٩٣	العمليات الجراحية	٢-٥
٩٥	الفحوصات السريرية	٣-٥
٩٩	الفحص العياني المرضي	٤-٥
١٠١	الفحص النسجي المرضي	٥-٥
١٠٧	الفحص بالامواج فوق الصوتية	٦-٥
١١١	الاستنتاجات	
١١٢	التوصيات	
١١٣	المصادر	

قائمة المختصرات والرموز

Abbreviations

الاختصار	الاسم الكامل
PRP	Platelets Rich Plasma البلازما الغنية بالصفائح الدموية
PPP	Platelets Poor Plasma البلازما الفقيرة بالصفائح الدموية
PDGF	Platelets Derived Growth Factor عامل نمو مشتق الصفائح الدموية
TGF	Transforming Growth Factor عامل النمو التحويلي
VEGF	Vascular Endothelial Growth Factor عامل نمو البطانة الوعائية
I-GF	Insulin-Like Growth Factor عامل نمو شبيه الانسولين
FGF	Fibroblasts Growth Factor عامل نمو الارومات الليفية
EGF	Epidermal Growth Factor عامل النمو البشري
EGF	Epidermal Growth Factor عامل النمو البشري
IL-1,IL-10	Interlukin-1, Interlukin-10 انترلوكين
AMR	Autologous regenerative matrix قوالب التجدد الذاتية
ECM	Extra Cellulere Matrix القوالب خارج خلوية
WBC	White Blood Cells كريات الدم البيض

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
٤٩	يوضح اهم عوامل النمو التي تفرزها الصفائح الدموية المهمة في اصلاح الوتر ووظيفتها.	١-٢
٥٥	الادوية والمواد الكيميائية المستعملة.	١-٣
٥٦	الاجهزة والادوات المستعملة.	٢-٣
٦٥	يبين نظام درجات العرج المستعمل لتقييم حركة الحيوان.	٣-٣
٦٦	نظام الدرجات المستخدم في تقييم نوع الالتصاقات المتكونة بين الوتر والانسجة المحيطة به .	٤-٣
٦٨	يبين المعدل الزمني (ايام) لوجود التورم في مجاميع التجربة كافة.	١-٤
٦٩	يبين المعدل الزمني (ايام) لوجود التشنج لمجاميع التجربة كافة.	٢-٤
٧٠	يبين المعدل الزمني (ايام) لوجود العرج في مجاميع التجربة كافة.	٣-٤
٧١	يبين نوع درجة الالتصاقات حول الوتر في مجاميع التجربة كافة.	٤-٤

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٢٠	يوضح وتر العرقوب منظرانسي ومنظر خلفي (Konig et al., 2007).	١-٢
٢٢	يوضح تنظيم ترتيب الوتر من ليف الكولاجين الى الوتر الكامل.	٢-٢
٣٢	يبين صورة طولية بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب. CT: الوتر الموحد. SDFT: وتر العضلة القابضة الاصبعية السطحية. TC: حذبة العقب	٣-٢
٥٨	مخطط تصميم التجربة	١-٣
٦٠	خطوات تحضير ال PRP. أ: العزل الاولي للدم الى ثلاث طبقات. ب: ال PRP.	٢-٣
٦٠	ربط جزء من الوريد الوداجي بخيط الحرير لغرض ازالته من الجسم.	٣-٣
٦٠	سقالة الوريد الوداجي الذاتية	٤-٣
٦١	سحب جزء من الخلب خارج جرح البطن لغرض استئصاله.	٥-٣
٦١	سقالة الخلب الذاتية.	٦-٣
٦٢	خطوات خياطة الوتر بتقنية كيسلر المحورة أ: مخطط تقنية كيسلر المحورة (Sylvestre, 2019). ب: تطبيق خياطة كيسلر.	٧-٣
٦٣	احاطة الوتر بسقالة الوريد الوداجي الذاتية وثبيتها بالوتر.	٨-٣
٦٣	احاطة الوتر بسقالة الخلب الذاتية وثبيتها بالوتر.	٩-٣
٧٢	يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات السيطرة (أ): ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٤ والتحام غير كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود	١-٤

	التصاقات من الدرجة ال ٢(السهم).	
٧٢	يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP (أ) : ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ١(السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر(السهم).	٢-٤
٧٣	يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) (أ): ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢(السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال (السهم) ١ .	٣-٤
٧٣	يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) (أ): ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢(السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر (السهم).	٤-٤
٧٤	يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) (أ): ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢ (السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر(السهم)..	٥-٤
٧٤	يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات	٦-٤

	الخلب والPRP) (أ) : ١٥ يوماً بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة الـ ٢ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوماً بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة الـ ١ (السهم) (ج): ٦٠ يوماً بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر (السهم).	
٧٥	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات مجموعة السيطرة في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح فرط تنسج الارومات الليفية ذات الانوية الكبيرة المغزلية (a) مع قلة في كثافة الألياف الكولاجينية (b) فضلاً عن تكون الأوعية الدموية حديثة التكوين والتي ظهرت متوسعة بين نهايتي القطع الجراحي (c) ، كما لوحظ ارتشاح الخلايا الالتهابية احادية النواة (d). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	٧-٤
٧٦	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات مجموعة السيطرة في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضح في النسيج الحبيبي (a) فقد تميز بكثافة ونضوج الألياف الكولاجينية مع قلة في اعداد الارومات الليفية الفعالة ، فضلاً عن ارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية احادية النواة بين الألياف الكولاجينية (السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100 .	٨-٤
٧٦	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات مجموعة السيطرة في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح وجود النسيج الضام الناضج في منطقة الالتئام (السهم) وانتظام في أشكال الألياف الكولاجينية مع وجود اعداد قليلة من خلايا الارومات الليفية، وقلة في ارتشاح الخلايا الالتهابية. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	٩-٤
٧٧	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح وجود النسيج الحبيبي المتكون من الألياف الكولاجينية وخلايا الارومات الليفية (a) والتي ظهرت اكثر نضوجاً في هذه المدة مقارنة مع مجموعة السيطرة الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 400.	١٠-٤

٧٨	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح تكون الألياف الكولاجينية الأكثر حامضية بأخذها صبغة الايوسين بشدة مع قلة في اعداد الارومات الليفية (a) اضافة الى وضوح الودمة (السهم) بين الألياف الكولاجينية فضلاً عن الارتشاح الطفيف جداً للخلايا الالتهابية (b) مع احتقان الأوعية الدموية الشعرية (c). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X..	١١-٤
٧٨	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح نضوج النسيج الحبيبي (a) المتمثل بنضوج الألياف الكولاجينية مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية وتوسع الشعيرات الدموية واحتقانها (السهم) وعدم وجود للخلايا الالتهابية. الصبغة ماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X..	١٢-٤
٨٠	: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح وجود تفاعل التهابي في منطقة القطع والمتمثل بارتشاح للخلايا الالتهابية (السهم) مع وضوح عملية الالتئام والمتمثلة بفرط تنسج الارومات الليفية (a) وتكوين اوعية دموية شعرية حديثة (b). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	١٣-٤
٨٠	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضوج النسيج الحبيبي في منطقة الالتئام والذي تميز باحتوائه على الياف الكولاجين الكثيفة الناضجة والاكثر حامضية ووجود اعداد طفيفة لخلايا الارومات الليفية (a) مع احتقان الشعيرات الدموية وتوسعها (السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.	١٤-٤

٨١	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح تكوين الألياف الكولاجينية المنتظمة (a) ووجود الونمة (السهم) بين الألياف الكولاجينية مع الارتشاح الطفيف لخلايا الارومات الليفية (b) مقارنة مع المجاميع السابقة، فضلاً عن عدم وجود تفاعل التهابي. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	١٥-٤
٨١	: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح وجود تغيرات نسيجية تمثلت بتكوين النسيج الحبيبي (a) في منطقة الالتئام بين جزأي الوتر المقطوع، والذي تميز بفرط تنسج الارومات الليفية مع الألياف الكولاجينية المتموجة غير الناضجة. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	١٦-٤
٨٢	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح تقدم في عملية الالتئام والتي تمثلت بكثافة الألياف الكولاجينية ونضوجها (a) مع تكاثر متوسط للارومات الليفية (السهم) وارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية (b). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	١٧-٤
٨٢	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح تحسن الالتئام بين طرفي الوتر المقطوع والذي تميز بنضوج الألياف الكولاجينية (a) والتي ظهرت اكثر حامضية مع وجود الونمة بين الألياف الكولاجينية (السهم) مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية (b). الصبغة	١٨-٤

	هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100..	
٨٤	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) في اليوم ١٥ بعد العملية يبين وضوح عملية الالتئام من خلال فرط تنسج الارومات الليفية (a) مع وجود اعداد قليلة من الأوعية الدموية الشعرية (b) فضلاً عن قلة في كثافة الألياف الكولاجينية (c) في منطقة الالتئام مع وجود ارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية احادية النواة (d) . الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	١٩-٤
٨٤	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضوج النسيج الضام في منطقة الالتئام المتكون من الألياف الكولاجينية المنتظمة، المرتبة والاكثر حامضية، مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية (a) فضلاً عن توسع الشعيرات الدموية واحتقانها (السهم) ووضوح الونمة بين الألياف الكولاجينية (b) لم يلاحظ وجود تفاعل التهابي في المنطقة. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	٢٠-٤
٨٥	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح اكتمال نضوج النسيج الضام في منطقة الالتئام (السهم) وقد ظهرت الألياف الكولاجينية اكثر حامضية مع قلة في اعداد الارومات الليفية فضلاً عن عدم وجود تفاعل التهابي في منطقة الالتئام. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	٢١-٤
٨٥	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP) في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح	٢٢-٤

	تكون النسيج الحبيبي في منطقة الالتئام والمتكون من اعداد كثيفة من الارومات الليفية وباشكال مختلفة بين الألياف الكولاجينية (a) مع وضوح الودمة(السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	
٨٦	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضوج وكثافة في النسيج الضام (السهم) المتكون من الألياف الكولاجينية مع قلة في اعداد الارومات الليفية اضافة الى عدم وجود التفاعل الالتهابي. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100..	٢٣-٤
٨٦	مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح نضوج الألياف الكولاجينية الاكثر حامضية مع قلة في اعداد الارومات الليفية (a) ووضوح الودمة بين الألياف الكولاجينية (السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100.	٢٤-٤
٨٩	صورة طولية بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب من الجهة الوحشية للساق في اليوم ١٥ بعد العملية أ: مجموعة السيطرة: تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم). ب: مجموعة الPRP : تبين وجود خط من التليف الكثير الصدى (السهم). ج: مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم). د: المجموعة المعاملة بسقالات الوريد وPRP تبين وجود كتلة قليلة الصدى (السهم) ي: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية أ : تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى(السهم). و: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية والPRP : تبين وجود كتلة	٢٥-٤

	مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم).	
٩٠	صورة طولية بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب من الجهة الوحشية للساق في اليوم ٣٠ بعد العملية أ: مجموعة السيطرة: تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم).ب: مجموعة الPRP : تبين وجود كتلة نسجية متجانسة الصدى (السهم). ج: مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى ومحاطة بخط من التليف الكثير الصدى (السهم). د: المجموعة المعاملة بسقالات الوريد وPRP تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى.(السهم). ي: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية تبين وجود كتلة مفرطة الصدى.(السهم). و: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية وPRP : تبين وجود كتلة متجانسة الصدى مع احتوائها على خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (السهم).	٢٦-٤
٩١	صورة طولية بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب من الجهة الوحشية للساق في اليوم ٦٠ بعد العملية أ: مجموعة السيطرة: تبين وجود خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (السهم). ب: مجموعة الPRP : تبين وجود نسيج وتري ذي صدى مشابه للوتر الطبيعي (السهم) . ج: مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد تبين وجود خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (السهم). د: المجموعة المعاملة بسقالات الوريد وPRP تبين وجود كتلة متجانسة الصدى(السهم). ي: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية تبين وجود كتلة مفرطة الصدى من التليف (السهم). و: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية وPRP : تبين وجود كتلة متجانسة الصدى مع وجود بقع مفرطة الصدى من التليف (السهم).	٢٧-٤

الفصل الاول

المقدمة Introduction

الوتر Tendon نوع خاص من النسيج الضام الكثيف المنتظم Regular dense connective tissue يتكون من حزم Fascicles متوازية كثيفة من الالياف الكولاجينية التي تترتب بشكل هيكلي منتظم وتعد الارومات الوترية Tenoblasts او الخلايا الوترية Tenocytes الخلايا الاساسية الموجودة في الوتر، ويعمل الوتر على نقل القوة من العضلة الى العظم وبالتالي العمل على حركة المفاصل (Milton and Henderson, 1983; Alshomer *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2018). ويعدّ وتر العرقوب من أقوى الأوتار في بنية الجهاز الهيكلي العضلي Musculoskeletal وواحداً من اكثر الاوتار عرضة للإصابة نتيجة للكلم والشد القوي ويمكن ان تحدث الإصابة ثانوياً نتيجة للإصابات التنكسية (Fenwick *et al.*, 2002; Gilbert *et al.*, 2010)، ويعدّ القطع الكامل والجزئي والذي ينتج عنهما الفشل في الصفات الكيميائية والحيوية من اكثر الاصابات الشائعة في حيوانات السباق وان المكان الرئيس للإصابة هو في المنطقة ذات التجهيز الدموي القليل وهي المنطقة القريبة من اندغام الوتر في حلبة العقب (Gilbert *et al.*, 2010; Gungormus *et al.*, 2013; Sugiyama, 2018; Bajpayee *et al.*, 2019). تستعمل العديد من الوسائل للعلاج منها التحفظي Conservative و العلاج الجراحي الذي يعدّ العلاج المفضل لاصلاح البنية التركيبية، قوة الشد والاداء الميكانيكي (Greca *et al.*, 2005; Sarrafian *et al.*, 2010; Rieu *et al.*, 2017).

ان عملية التئام الوتر بطيئة قد تستغرق اشهر الى سنين بسبب قلة وعائته، خلويته ومعدل الايض Metabolism rate اضافة الى حركته السلبية والفعالة Active and passive tendon movement، ويترافق مع عملية الالتئام تكوين نسيج ندبي Scar tissue والالتصاقات Adhesions التي تقلل من حركة الوتر وتضعف من قوة الشد والمطاطية، اضافة الى انفراق Diastasis نهايتي الوتر ورجوع القطع Re-rupture (Spinella *et al.*, 2010; Groth *et al.*, 2017; Evrova and Buschmann, 2017)، ولهذا تقنيات ومواد متعددة تم استعمالها في الانسان والحيوان للاسراع وتحسين عملية الالتئام وارجاع البنية التركيبية والصفات الميكانيكية للوتر الى الوضعية الطبيعية ومن هذه المواد ما هو طبيعي المصدر كلفافة لاتا Fascia lata و Tamour الماعز Pericardium او صناعي المصدر مثل الياف الكربون وسقالات السليكون (Atlan *et al.*, 2003; Docheva *et al.*, 2015; Ruey Na, 2016; Falahi *et al.*, 2016).

تعد البلازما الغنية بالصفائح الدموية Platelets Rich Plasma (PRP) مشتقاً دمويّاً يحتوي على كميات كبيرة من الصفائح الدموية الذاتية في حجم معين من البلازما اكثر من

المستوى الاساسي الموجود في الدم الطبيعي الكلي، وبسبب تركيز الصفائح العالي فانها تحتوي على تركيز عالٍ من عوامل النمو Growth factor التي تفرزها هذه الصفائح وكذلك تحتوي على كميات كبيرة من كريات الدم البيض وبروتينات تنشيط الخلايا المناعية او ماتسمى بالحركيات الخلوية Cytokines والحركيات الكيميائية Chemokines، بروتينات مضادة للبكتريا والفطريات Antibacterial and Antifungal proteins، ايونات الكالسيوم، الهستامين، وبروتينات مختلفة (Mautner and Kneer, 2014; Uthappa *et al.*, 2017; Kuffler, 2019; Cai *et al.*, 2019). استعملت ال PRP في العديد من التطبيقات السريرية والتجريبية لعلاج اصابات الاوتار في الانسان والحيوان ومنها وتر العرقوب، إذ وجد انها تعمل على زيادة كل من فعالية خلايا الوتر، تكوين الاوعية الدموية، انتاج الكولاجين الذي يعدّ العنصر المهم لزيادة قوة الشد وصلابة الوتر، اضافة الى زيادة هجرة الخلايا الجذعية سواء الموضعية او المشتقة من الدورة الدموية الى مكان الاذى والتحفيز على تمايزها Differentiation وتكاثرها وزيادة انتاج القوالب خارج خلوية (Extra Cellular Matrix (ECM) (De Long *et al.*, 2011; Yuan *et al.*, 2013;) (Canapp *et al.*, 2016; Andia *et al.*, 2018; Cai *et al.*, 2019; Chellini *et al.*, 2019).

يعدّ الوريد من السقالات الحيوية التي استعملت لاصلاح العديد من انسجة الجسم ومنها الاوتار (Daradka *et al.*, 2016; Moshkovitz and Raanani, 2016)، إذ يمتاز الوريد باحتوائه على نسيج رابط ليفي يتكون من الاليف الكولاجينية، الارومات الليفية، الاليف مرنة و العضلات الملساء، وتمتاز خلايا البطانة بقابلية افراز العديد من الحركيات الخلوية وعوامل النمو ومنها عامل نمو مشتق الصفائح الدموية (PDGF) Platelets Derived Growth Factor، عامل النمو التحولي (TGF) Transforming Growth Factor نوع بيتا، عامل نمو الارومات الليفية (FGF) Fibroblasts Growth Factor نوع الفا α ، عامل نمو النسيج الرابط Connective Tissue Growth Factor، اضافة لذلك تفرز العضلات الملساء حركيات خلوية وعوامل نمو مثل عامل نمو مشتق الصفائح الدموية، عامل نمو الارومات الليفية نوع الفا α وعامل النمو التحولي (Dyce *et al.*, 2002; Hosgood, 2003; Singh, 2011; Woodward *et al.*, 2016).

من ناحية اخرى تتالف سقالات الخلب Peritonum من حزم الاليف الكولاجينية المنسوجة مع الاليف الشبكية وقليل من الاليف المرنة وخلايا متعددة منها البدينة Mast cell، اللمفية والبلعمية، ويغطي الغشاء المصلي بطبقة واحدة من الظهارة المتوسطة Mesothelium التي لها القدرة على انتاج القوالب خارج خلوية ECM والكولاجين نوع I، II و IV والمرنين Elastin والفايبرونكتين Fibronectine اضافة الى انزيمات وحركيات خلوية وعوامل نمو متعددة (Bellenger, 2003; Caldwell *et al.*, 2018; Castillo *et al.*, 2019) وقد استعملت رقع

الخلب المتباينة Allograft كسقالات لاصلاح الاوتار (Elenes *et al*, 2012) اما رقع الخلب الذاتية Autograft فقد استعملت لاصلاح العديد من الانسجة منها الشرايين والامعاء (Winkler *et al.*, 2016; Castillo *et al.*, 2019; .

يعدّ التصوير بالأمواج فوق الصوتية من الوسائل الحديثة والدقيقة لتشخيص العديد من إصابات الأوتار ومتابعة مراحل الاصلاح ومنها وتر العرقوب وذلك بسبب موقع الوتر السطحي الذي يجعله سهل الفحص من خلال الامواج فوق الصوتية إذ يعطي الفحص معلومات واضحة عن حجم الوتر، تركيب الكولاجين، الوعائية، التغيير في كمية الماء في الوتر وحوله وكذلك لتشخيص التكلس والتورم الجريبي حول الوتر (Bursal swelling) (Kramer *et al.*, 2001; Bleakney and White, 2005; Gamble *et al.*, 2017; Molyneux *et al.*, 2017 .

ونظرا لعدم وجود مصادر تشير الى استعمال سقالات الخلب الذاتية او سقالات الوريد الذاتية بشكل عرضي لترقيع الوتر سواء وحدها ام مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية وكذلك من ناحية متابعة عملية الالتئام عن طريق الامواج فوق الصوتية تم تصميم هذه الدراسة للاهداف الآتية :

- ١- تقييم تأثير سقالات الوريد الذاتية وبشكل عرضي على التئام قطع وتر العرقوب في الكلاب
- ٢- تقييم تأثير سقالات الخلب الذاتية على التئام قطع وتر العرقوب في الكلاب .
- ٣-تقييم تأثير البلازما الغنية بالصفائح الدموية وحدها و مع كل من سقالات الوريد الذاتية وسقالات الخلب الذاتية على التئام قطع وتر العرقوب في الكلاب .
- ٤- المقارنة بين تأثير كل من سقالات الوريد والخلب الذاتية والبلازما الغنية بالصفائح الدموية وحدها و مع كل من سقالات الوريد والخلب الذاتية مع مجموعة السيطرة على التئام قطع وتر العرقوب في الكلاب من خلال الاتي :

- ١- الفحص السريري.
- ٢- الفحص العياني المرضي .
- ٣- الفحص النسيجي المرضي .
- ٤- الفحص بالامواج فوق الصوتية .

الفصل الثاني

استعراض المراجع

Review of literatures

١-٢: تعريف الوتر

الوتر نوع خاص من النسيج الرابط الكثيف يتكون من حزم كثيفة من الالياف الكولاجينية يربط بين العضلة والعظم ويعمل على نقل القوة من العضلة وتركيزها وحصرها في منطقة صغيرة من العظم وبالتالي العمل على حركة المفاصل ويمتاز بقدرته على تحمل قوة الشد العالية المسلطة عليه وتجهيز نظام عازل كفوء يمكنه من امتصاص الصدمات ومنع اصابة العضلات، فهو يشبه الرباط Ligament من ناحية التركيب لكنه يختلف عنه في الوظيفة اذ ان الرباط يربط بين عظمين ويعمل على ثبات المفاصل بينما الوتر جزء من العضلة يربط العضلة بالعظم ويعمل على حركة المفاصل، وكلا النسيجين لهما دور مهم في الميكانيكية البايولوجية للجهاز الهيكلي العضلي Musculoskeletal biomechanic خاصة على مستوى المفاصل وذلك لامتلاكهما خاصية المرونة اللزجة Visco-elasticity (Singh, 2011; Docheva *et al.*, 2015; Walden *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017).

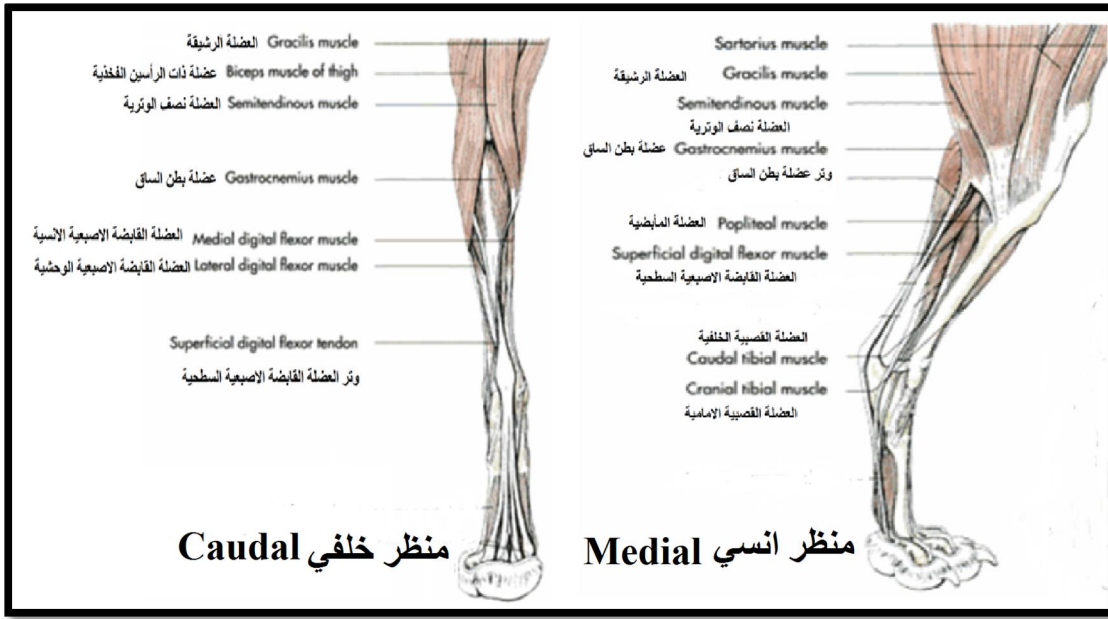
٢-٢: تشريح وتر العرقوب Anatomy of Achilles tendon

يعدّ وتر العرقوب أو مايسمى بوتر أخيليس او الوتر العقبي العام Common calcaneal tendon من أقوى الأوتار في بنية الجهاز الهيكلي العضلي وواحداً من اكثر الأوتار المعرضة للإصابة في القائمة الخلفية في الانسان والحيوان ومنها الكلاب (Spinella *et al.*, 2010; Dams *et al.*, 2019). ان الوظيفة الاساسية للوتر هي التقدم التعاقبي لحركة الطرف الخلفي والمساهمة في الدعم السلبي لمفصل العقب، فهو ضروري لحركة المفصل وإجراء الفعاليات مثل القفز، الركض وصعود السلالم (Greca *et al.*, 2005; Sugiyama, 2018).

يتكون وتر العرقوب في الكلاب من اتحاد ثلاثة اوتار رئيسة (شكل ٢-١) وهي وتر عضلة بطن الساق او ماتسمى بالعضلة التوأمية Gastrocnemius وهو اكبر الاوتار واقواها، وتر العضلة القابضة الإصبعية السطحية (SDFT) Superficial digital flexor والوتر الموحد Conjoined tendon (CT) او مايسمى بالوتر العام Common tendon الذي يتكون من اتحاد اوتار العضلة ذات الرأسين الفخذية Biceps femoris muscle، العضلة الرشيقية Gracilis muscle والعضلة نصف الوترية Semitendinosus muscle (Lamb and Duvernois, 2005; Zellner *et al.*, 2018; Sylvestre, 2019).

تنشأ عضلة بطن الساق برأسين الأنسي والوحشي من الحدبة فوق اللقمة Supra condyle الإنسية والوحشية لعظم الفخذ ويلتف كلا الرأسين بقوة حول العضلة القابضة الأصبعية السطحية دانياً Proximal ، اما قاصياً Distal في منطقة الساق يتحد كلاهما ليكونا الجزء الأكبر والأساسي من وتر العرقوب الذي يدغم قليلاً في الوجه الوحشي لحدبة العقب. تعمل العضلة على قبض المفصل القصي الفخذي Flexion of the femorotibial joint وبسط المفصل الرسغي القصي Extension of the tibiotarsal joint. اما العضلة القابضة الإصبعية السطحية تنشأ عادة بصورة اعق بالنسبة للرأس الوحشي لعضلة بطن الساق من السطح المأبضي Popliteal لعظم الفخذ وتحاط بعضلة بطن الساق وخاصة الرأس الوحشي منها لتظهر بعد ذلك على شكل كتلة عضلية أمامياً بالنسبة لوتر هذه العضلة، وبعد ذلك تكوّن الوتر الوحيد لها الذي يلتف حول وتر عضلة بطن الساق ويصبح انسياً في موقعه ، وفي الثلث القاصي من وتر العرقوب وفوق حدبة العقب ينفصل عن عضلة بطن الساق بواسطة جريب زليلي Synovial bursa وعند وصول الوتر إلى حدبة العقب يصبح اكثر عرضاً ليشكل قبة تتصل بحدبة العقب ويستمر قاصياً لينقسم إلى أوتار الأصابع ال ٢،٣،٤، وال ٥ إذ تندغم في الصف الثاني من اصابع القدم. تعمل العضلة على قبض الاصابع ، بسط مفصل الرسغ القصي وقبض المفصل القصي الفخذي (Getty et al, 1975; Lamb and Duvernois, 2005; Sugiyama, 2018).

تنشأ العضلة نصف الوترية من الجزء الوحشي البطني والخلفي للحدبة الوركية بين الرأس الحوضي للعضلة ذات الرأسين الفخذية والعضلة نصف الغشائية Semimembranous، وتمتد العضلة قاصياً على طول الحافة الخلفية لعضلة ذات الرأسين الفخذية وتنتهي بوتر قوي يمتد على السطح الانسي لعضلة بطن الساق الى ان يصل الى حدبة العقب ليدغم مع وتر العضلة ذات الرأسين الفخذية والعضلة الرشيقية. تعمل العضلة على بسط المفصل الوركي الفخذي Coxofemoral joint، قبض المفصل القصي الفخذي وبسط المفصل الرسغي القصي. ينشأ الرأس الأمامي السطحي للعضلة ذات الرأسين الفخذية من الرباط العجزي الحديبي، أما الرأس الخلفي الصغير فينشأ من الزاوية الوحشية للحدبة الوركية ويسير كلا الرأسين قاصياً ويتحدان بصفاق مع اللقمة الخلفية التي تدغم بحدبة العقب، وتعمل العضلة على بسط المفصل الوركي الفخذي وقبض المفصل الرسغي القصي وبسطه. اما العضلة الرشيقية فتنشأ من السطح الانسي للفخذ وتتصل بلفافة الساق لتدغم بحدبة العقب مصاحبة لوتر العضلة نصف الوترية وذات الرأسين الفخذية، وتعمل العضلة على ابعاد المفصل الوركي الفخذي، بسط المفصل القصي الفخذي وقبض المفصل الرسغي القصي (Getty et al, 1975; Dyce et al., 2002; Konig et al., 2007; Sugiyama, 2018).



شكل ٢-١: يوضح وتر العرقوب منظرانسي ومنظر خلفي (Konig *et al.*, 2007).

٢-٣: التركيب النسيجي للوتر Histology of tendon

الوتر نوع من النسيج الضام الكثيف المنتظم Regular dense connective tissue يتكون من حزم Fascicles متوازية كثيفة من الألياف الكولاجينية Collagen fibers التي تترتب بمستوى هيكلي يبدأ من جزيئة الكولاجين أو ما يسمى مادة الكولاجين الابتدائي Tropocollagen التي تتجمع لتكون ليف الكولاجين Collagen fibrils، ليف الكولاجين Collagen fiber، حزمة الليف الأولية، حزمة الليف الثانوية، حزمة الليف الثلاثية التي تتجمع مع بعض لتكون الوتر (شكل ٢-٢)، وتحاط كل حزمة بنسيج رابط ليفي مرن رخو Loose fibroelastic connective tissue يسمى باطن الوتر أو لفافة الحزم الوترية الداخلية Endotenon ويرافق هذا النسيج الأوعية الدموية والأعصاب الخاصة بالوتر (Sharma and Maffulli, 2006; Olsson, 2013; Santos *et al.*, 2017; Alshomer *et al.*, 2018)، وقد أشار (Docheva *et al.*, 2015) الى ان هذه الطبقة تحتوي على خلايا يعتقد انها مصدر الخلايا الجذعية السلفية للوتر Stem cells وتحتوي على عوامل نمو منها عامل النمو التحويلي نوع بيتا Transforming growth factor β -(TGF)، وتحاط كل حزم الوتر بغمد سميكة يسمى بغمد الوتر Epitenon اولفافة الحزم الوترية الخارجية وهو نسيج ضام رخو يحتوي على التجهيز الدموي، العصبي واللمفي للوتر ويمتد بين حزم الوتر ليكون باطن الوتر (Fornage *et al.*, 2005).

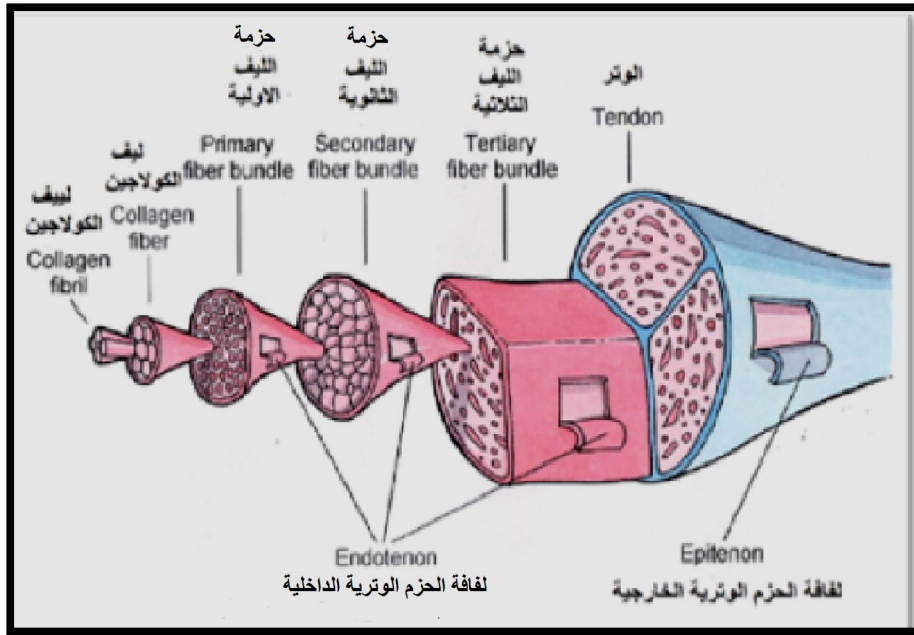
يشكل النوع الاول من الكولاجين Type I collagen المقدار الاكبر من الياف الكولاجين وبنسبة ٨٠-٩٠% ويعدّ الاقوى مقارنة بالانواع الاخرى من الكولاجين الموجودة في الوتر

وهي النوع الثالث III، الرابع IV، الخامس V، العاشر X، الحادي عشر XI، الثاني عشر XII والرابع عشر XIV. ان الترتيب المتوازي والمنتظم والذي يكون بشكل متموج للالياف المكونة للوتر يمكنها من الحركة دون اعتماد احدهما على الاخرى في بسط الوتر Tendon stretching ويجعله اكثر مطاولة ومرونة Flexibility ومقاومة للسحب والجر (Montgomery and Fitch, 2003; Ramalho, 2018). تعد الارومات الليفية او الخلايا الوترية الخلايا الاساسية الموجودة في الوتر إذ تشكل نسبة ما يقارب 90-95% من الخلايا الموجودة في الوتر اما النسبة الباقية فتتمثل بالخلايا السلفية Progenitor cells او ما تسمى بالخلايا الجذعية للوتر Tendon stem cells، الخلايا الغضروفية التي توجد في منطقة الاتصال الوتري العظمي، خلايا البطانة الوعائية Vascular endothelial الموجودة في محيط الشبكة الوعائية، خلايا العضلة الملساء Smooth muscle cells الموجودة في منطقة الاتصال الوتري العضلي والخلايا الزلالية Synovial cells الموجودة في منطقة غمد الوتر (Kannus, 2000; Davis and Smith, 2006; Sharma and Maffulli, 2006; Walden et al., 2017). تترتب الارومات الليفية بشكل صفوف متوازية بين الالياف الكولاجينية وهي المسؤولة عن إنتاج مادة الكولاجين الابتدائي Topocollagen وكل مكونات المادة خارج خلوية وهي فعالة في توليد الطاقة وليس لها دور في قوة الوتر لكنها مهمة لتكوين اللييفات الكولاجينية (Sharma and Maffulli, 2006)، وأشار (Dyce et al., 2002; Davis and smith, 2006) الى ان هذه الخلايا تظهر في المقطع الطولي للوتر بشكل خلايا مغزلية مسطحة ذات نهايات غير مدببة اما في المقطع العرضي فتظهر نجمية الشكل ذات نتوءات شبيهة بالاجنحة تمتد بين الالياف الكولاجينية المجاورة وان نواة هذه الخلايا تختلف اعتمادا على مرحلة فعالية الوتر إذ تكون بيضوية الشكل في الاوتار خلال مراحل النمو وتكون مغزلية في الاوتار البالغة، اما في المناطق التي يمر بها الوتر فوق العظم فمثلاً عندما يمر الوتر حول حدة العقب Calcanean تكون النواة كروية Round وشبيهة بالخلية الغضروفية.

وقد اشار (Sharma and Maffulli, 2006) بأن منطقة الاتصال الوتري العظمي تتكون من اربعة نطاقات هي نطاق الوتر الكثيف Dense tendon zone، الغضروف الليفي Fibrocartilage، الغضروف الليفي المتمعدن Mineralized fibrocartilage والنطاق العظمي Bone zone بينما في منطقة الاتصال العضلي الوتري يلاحظ اندغام الياف الكولاجين في حفر عميقة تتكون من بروزات الخلايا العضلية. اشار (Kannus, 2000; Montgomery and Fitch, 2003; Olson and Carlson, 2017) الى ان المادة خارج خلوية للوتر المحيطة بالياف الكولاجين والخلايا الوترية تتكون من بروتيوكلايكان Proteoglycan، كلايكوز امينوكلايكين Glycosaminoglycans، بروتين المرين وجزيئات صغيرة اخرى اضافة الى الماء ويمتلك بروتين المرين خاصية

الاطالة والمطاوعة وتعتمد قابلية الوتر عليه في الانبساط إذ ان وجوده بنسبة عالية في الوتر يوتر سلباً على انسابية الحركة وانتقالها من الوتر الى العظم. اشار (Ramalho, 2018) الى ان الوتر يشبه الرباط من ناحية التركيب النسجي لكنه يختلف عنه بكمية البروتيوكلايكان التي تكون اقل في الوتر والياف الكولاجين اكثر وذات ترتيب منظم اكثر من الرباط.

يحيط الوتر ويفصله عن الانسجة والتراكيب المجاورة نسيج رابط خلالي مرن Loose areolar connective tissue يسمى جنب الوتر كما في وتر العرقوب او بواسطة غمد زليلي Synovial sheath كما في وتر العضلة القابضة الاصبعية السطحية ويوجد بين جنب الوتر ولفافة الحزم الوترية طبقة رقيقة من السائل الذي يعمل على تقليل الاحتكاك اثناء حركة الوتر (Ramalho, 2018)، وقد اشار (Strickland, 1995; Fornage et al., 2005) الى ان الغمد الزليلي او مايسمى بالغمد الوتري يتكون من غلاف ليفي داخلي وخارجي يتكون الغلاف الداخلي من نسيج رابط كثيف غير منتظم مولف من الخلايا والألياف الكولاجينية والمرنة وترتبط هذه مباشرة بسطح الوتر، ويفصل الغلاف الداخلي عن الخارجي المتكون ايضا من نسيج ضام كثيف غير منتظم حيز ملئ بالسائل الزليلي المتكون بصورة رئيسة من حامض الهيلورونيك Hyaluronic acid وتبطن اسطح الأغلفة الزليلية المواجهة للحيز الزليلي ظهارة متوسطة.



شكل ٢-٢ :- يوضح تنظيم ترتيب الوتر من ليف الكولاجين الى الوتر الكامل (Olsson, 2013).

(2013).

٢-٤: التغذية الدموية للوتر Blood supply of tendon

يعتمد الوتر في تغذيته على الانتشار الزليلي Synovial diffusion خاصة الاوتار الناضجة التي تتميز بشحة التجهيز الدموي اذا ماتمت مقارنتها بالاوتار خلال مراحل التطور حيث يكون الوتر فعالاً ايضاً وخليوياً ولهذا يجهز بشبكة شعرية غنية (Fenwick et al., 2002).

تستلم الاوتار الناضجة تجهيزها الدموي من ثلاث مناطق وهي منطقة الاتصال العضلي الوتري Musculo-tendinous junction والاتصال الوتري العظمي Osseo-tendinous junction ومن الاوعية الدموية للانسجة الضامة المختلفة المحيطة بالوتر مثل جنيب الوتر Paratenon في حالة عدم وجود غمد زليلي او من الجهاز المساريقي Mesentery system او القياد (الرباط) Vinculum في حالة الاوعية الدموية التي تمر خلال مساريق الغشاء الزليلي، ويجهز كل من العظم والعضلة الجزء القاصي والداني للوتر فقط. (Fenwick *et al.*, 2002; Davis and Smith, 2006; Hajipour, 2016)،

وقد اشار (Singh, 2011, Fenwick *et al.*, 2002) الى ان الاوعية الدموية في منطقة اندغام الوتر بالعظم لاتمر بصورة مباشرة من العظم الى الوتر بسبب وجود طبقة غضروفية تفصل بين الوتر والعظم وانما يحدث لها تفاعل Anastomosis مع اوعية السمحاق Periosteum مشكلة شبكة ارتباط غير مباشرة مع وعائية العظم، وإن الاوعية الدموية تنتظم طوليا حول الوتر وهناك تفاعل تصالبي بينها وتمر داخل الوتر وتترتب بشكل طولي حول حزم الالياف الكولاجينية والخلايا. يتباين عدد الشرايين الضرورية المجهزة للاوتار مثلاً بعض الاوتار تجهز بستة شرايين بينما اوتار اخرى تجهز بعدد اقل (Fenwick *et al.*, 2002; Konig *et al.*, 2007) لقد وجد ان هنالك بعض الاوتار مثل وتر العرقوب، الرضفة ووتر ذات الرأسين تحتوي على نطاق غير وعائي في منطقة الغضروف الليفي للوتر Fibrocartilages يطلق عليه نطاق كودمان Codmans clinical zone ويعتقد ان هذا النطاق هو السبب في حدوث التنكس والقطع المتكرر للوتر علماً ان هذا الادعاء مجرد افتراض غير مثبت بشكل قاطع (Fenwick *et al.*, 2002; Jopp and Reese, 2009; Gilbert *et al.*, 2010).

وقد اشار (Konig *et al.*, 2007; Gilbert *et al.*, 2010) الى ان وتر العرقوب في الكلاب يجهز بشريانين هما الفرع الخلفي من الشريان الفخذي Femoral artery الذي يغذي منطقة الاتصال الوتري العضلي والفرع الخلفي من الشريان الصفني Saphenous artery الذي يغذي الاجزاء المتبقية من الوتر ويعدّ المصدر الرئيس للتجهيز الدموي ، وان التجهيز الدموي في منطقة اندغام الوتر يكون اكثر وتدرجياً يقل باتجاه منتصف الوتر وبعدها يبدأ بالزيادة باتجاه منطقة الاتصال العضلي الوتري ، وقد اشار (Bajpayee *et al.*, 2019) الى ان المنطقة الوسطى للوتر اكثر عرضة للقطع والافات التنكسية بسبب قلة تجهيزها الدموي.

٥-٢: اصابات الوتر Tendon injuries

يعدّ وتر العرقوب من الاوتار ذات الاهمية الكبيرة بالنسبة لجراحة الكلاب إذ يكون اكثر الاوتار عرضة للاصابة مقارنة باوتار اخرى مثل وتر العضلة الكفلية الغائرة Deep Gluteal

tendon ووتر العضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية Triceps brachi muscle ويعود السبب في ذلك ان الالياف الكولاجينية المكونة لهذا الوتر مرتبة بشكل حزم متوازية باتجاه المحور الطولي وهناك عدد قليل من الالياف الكولاجينية المتقاطعة (Montgomery and Fitch, 2003) . تتسبب اصابات الوتر على مختلف انواعها بامراضية واضحة تشكل عائقاً رئيساً في حركة الحيوان الطبيعية وتعد من المشاكل السريرية الشائعة (James et al., 2008; Liu et al., 2017) . وقد صنف (Meutstege, 1993) اصابات وتر العرقوب في الكلاب اعتماداً على الموقع التشريحي للآفة وشدة الإصابة والضرر الحاصل في الوتر وذلك من خلال الفحص العياني المرضي Gross pathology الى :-

النوع الاول :- القطع الكامل .

النوع الثاني :- اقسام ثانوية للقطع الجزئي مع اطالة الوتر و يشمل الاتي:

نوع أ - اذا كانت الإصابة في الاتصال الوتري العضلي Musculo tendinous junction .

نوع ب- اذا كانت الإصابة فقط في جنب الوتر .

نوع ج- حدوث فصل تام في عضلة بطن الساق مع بقاء وتر العضلة القابضة الاصبعية السطحية سليماً .

النوع الثالث :- يشمل التهاب جنب الوتر Peritendinitis وداء الاوتار Tendinosis .

بينما اشار (Fornage et al., 2005) بأن اضطرابات الوتر تشمل اصابات التهابية منها التهاب الوتر و جنب الوتر واصابات تنكسية غير التهابية تدرج تحت عنوان داء الاوتار وهو متلازمة سريرية تمتاز بالتورم، الالم وضعف الاداء الوظيفي وتحدث نتيجة للاستعمال المفرط او نتيجة للحمل الميكانيكي الزائد Excessive mechanical loading و تشمل اعتلال الوتر الحاد والمزمن Chronic and acute tendinopathies، وان معظم انواع القطع تمثل المرحلة النهائية لتحطم لبيفات الكولاجين نتيجة لهشاشة الالياف بسبب تعرضها لاسباب مهيئة منها تقدم العمر، التكلس Calcification ، العلاج الموضعي والعام بالستيرويدات القشرية ، نقص فيتامين سي Vitamin C deficiency وامراض جهازية ويمكن ان يحدث القطع نتيجة للكلم المباشر. وقد اشار (Milton and Henderson, 1983) الى ان القطع الكامل لوتر العرقوب ممكن ان يحدث في الاتصال الوتري العضلي او في وسط الوتر (الجزء الوتري) او ممكن ان يحدث في الاتصال الوتري العظمي Tendinoseous junction، وان القطع في الاتصال الوتري العظمي يشمل ثلاثة انواع وهي :-

١- انفصال الوتر عن العظم .

٢- انفصال الوتر عن العظم مع قلع قطعة صغيرة او اكثر من العظم .

٣- الكسر القلعي Avulsion fracture .

لقد اشار (Zellner *et al.*, 2018) الى ان اذى وتر العرقوب يشمل ٧, ٢٦ - ٤٢, ٨ % تمزق كامل بينما التمزق الجزئي مع بقاء وتر العضلة القابضة الاصبعية السطحية سليم يشمل ٢, ٢٢ % من الحالات فيما يشمل تمزق عضلة بطن الساق ٢٠ % من الحالات. وقد اشار (Greca *et al.*, 2011; Kreszinger *et al.*, 2005) الى أن من أسباب أذى وتر العرقوب في الكلاب عادة هو نتيجة للكلم Trauma واعتماداً على نوع الكلم تختلف نوع الافة Lesion إذ يمكن ان يحدث انبساط Stretching او قطع جزئي او كامل والذي يحتمل ان يكون حاداً يحصل معه فقدان لنسيج الوتر واستمراريته واحيانا بروز النسيج الوتري من خلال الجرح الخارجي ويحدث هذا عادة اثناء حوادث الصيد Hunting accident. وقد ذكر (Kreszinger *et al.*, 2011) ان التمزق الجزئي والكلي يحدث خلال التمدد المفرط للوتر نتيجة للاجهاد المفرط للنسيج Over straining والانقباض الشديد لمفصل العقب .

يحدث قطع الوتر بنسبة اكبر في الكلاب النشطة من السلالات المتوسطة والكبيرة وفي الاعمار المتوسطة الناضجة (Gamble *et al.*, 2017) ، وقد اشار (Spinella *et al.*, 2010; Amro and Ahmed, 2018) الى ان تنكس الوتر وتمزقه له علاقة بقلة التجهيز الدموي لمناطق معينة ضمن الوتر وان الاضطراب الدائمي للاوعية الدموية المركزية للوتر الطبيعي هي السبب في حدوث موت الخلايا وتفكك الكولاجين في حين اشار (Gamble *et al.*, 2017) الى ان التنكس المزمن للواتار يحدث في سلالات معينة دون غيره مثل سلالة كلاب دوبرمان Doberman breed.

يحدث قطع الوتر الحاد إما نتيجة لكلم مباشر او بسبب القطع الجراحي وقد ينتج عنه فقدان جزئي او كامل في البنية التركيبية للوتر، بينما القطع المزمن يمكن ان يحدث نتيجة لكلم متكرر Repetitive trauma او ثانويًا نتيجة لامراض جهازية اخرى مثل متلازمة كوشن Cushing syndrome الذي يؤدي الى تحطيم بنية الوتر ويؤثر على الكولاجين او ممكن أن يحدث نتيجة لامراض علاجية المنشأ Iatrogenic مثل حقن بعض المواد الستيرويدية القشرية Corticosteroid حول الوتر او العلاج بمركبات قلونيات الفلورايد Fluoroquiroloins (Montgomery and Fitch, 2003; Feibel and Bernacki, 2003; Davis and Smith, 2006;) (Hart, 2011)، إذ لوحظ ان حقن المواد الستيرويدية حول الوتر يؤثر سلباً على قوة الشد ومعامل المطاوعة مما يؤدي الى حدوث ضعف الوتر الامر الذي قد ينتج عنه حدوث القطع، ايضاً وجد ان حقن هذه المواد حتى ولو بجرع قليلة او لمرة واحدة يمكن ان ينتج عنه قطع الوتر خلال اسبوعين ويستمر مدة سنة وقد وجد ان هذه المواد تعمل على نخر نسيج الوتر وبالتالي حدوث القطع (Montgomery and Fitch, 2003 ; Gamble *et al.*, 2017)، لقد اشار (Zellner *et al.*, 2018)

(2018) الى ان تمزق الوتر يمكن ان يحدث نتيجة الانبساط الزائد المزمن Chronic over stretching او الكلم الحاد او نتيجة لجرح اختراقي penetrating wound .
 واشار (Alam et al., 2013) الى ان تمزق الوتر في الانسان يمكن أن يحدث بدون اي عوامل مهينة وواضحة وان العمليات السابقة لجراحة الجهاز العظمي Orthopaedic تعد عاملاً خطراً لحدوث الاذى وقد ذكر (Docheva et al., 2015; Walden et al., 2017; de Aro et al., 2018; Dams et al., 2019) أن حدوث اصابات الوتر لها ارتباط مع الفعالية الرياضية ، العمر، اعتلال الوتر، نقص فيتامين سي، حقن الستيرويدات القشرية وعوامل اخرى.

٢-٦: العلامات السريرية لقطع وتر العرقوب

ذكر (Spinella et al., 2010; Sylvestre, 2019) ان العلامات السريرية لقطع وتر العرقوب تختلف اعتماداً على شدة الاذى ولكن تعد وضعية اخمصي المشي Plantigrade position والتورم حول مكان اندغام الوتر في حدة العقب من العلامات السريرية البارزة في الكلاب المصابة بالقطع الكامل ، فيما اشار (Kramer et al., 1998) الى أن من علامات قطع الوتر هي فرط ثني Hyperflexion مفصل العقب وحمل وزن الجسم على السطح الاخمصي Planter لمشط القدم Metatarsal، في حين ذكر (Milton and Henderson, 1983) ان العلامات السريرية لقطع وتر العرقوب الكامل مشابهة لعلامات قطع الاتصال الوتري العضلي لعضلة بطن الساق والمتمثلة بسقوط مفصل العقب الذي يمتاز بفرط ثني رسغ القدم tarsus hyperflexion وعدم القدرة على تمده بصورة جيدة، وعند جس عضلة بطن الساق ووتر العرقوب يلاحظ وجود علامات التهابية تتميز بزيادة الحجم وعند العمل على تمدد الرسغ يدويًا سوف يلاحظ رخاوة وزيادة في طول الوتر. وقد اشار (Spinella et al., 2010; Dal-Bo et al., 2016) الى ان من العلامات الاخرى التي ممكن مشاهدتها في الحيوانات المصابة بالقطع الكامل الحاد حصول اصابات جلدية مثل التهتك Laceration واحياناً ممكن جس الوتر المصاب في مكان الاصابة.

وقد ذكر (Spinella et al., 2010; Gamble et al., 2017) ان الحالات المزمنة Chronic cases تمتاز بأنبساط مفصل العقب المتزامن مع المشي الاخمصي وفرط تمدد الركبة Hyper extension of knee مع الاضطجاع المسطح لأصابع ومشط القدم على الارض وهذا ما يسمى ب(القدم المفلطحة Flat foot) اضافة الى المشي على اخمص المخالب Soles of paws. أما في حالة التمزق الجزئي يلاحظ انطواء او تكور الأصابع للأسفل وهذا ما يطلق عليه وقفة مخلب سرطان البحر Crab claw stance، اما في حالة تمزق وتر عضلة بطن الساق والوتر الموحد يلاحظ تمدد الرسغ مع تقلص الاصابع وذلك لتعرض وتر القابضة الاصبعية السطحية الى

الضغط بالرغم من سلامته الصحية. وقد اشار(Piermattei *et al.*, 2006) الى انه في حالة قطع وتر العرقوب لكلا الطرفين يحدث عجز شديد ونتيجة لحمل وزن الجسم بوضع اخمصي القدم يحدث تقرح شديد للجلد وبروز للوتر مما يصعب عملية العلاج وان مثل هذه الحالة تترافق احيانا مع السمنة وامراض جهازية مثل داء السكري ومتلازمة كوشن.

٢-٧: طرائق تشخيص قطع وتر العرقوب

١- تاريخ الحالة Case history: لقد اشار (Davis and Smith, 2006) الى أن الاعتماد على تاريخ الحالة له دور مهم في المساعدة على تشخيص اصابات الاوتار وذلك بمعرفة طبيعة الجهد الذي يقوم به الحيوان ، سبب الاصابة ومراقبة حركة الحيوان وملاحظة وجود علامات الالتهاب المتمثلة بالتورم، الالم والعرج .

٢- الفحص السريري Clinical examination: يعدّ الفحص السريري الطريقة الحساسة والرئيسة لتشخيص قطع وتر العرقوب في الانسان والحيوان (Kramer *et al.*, 2001; Canapp *et al.*, 2016) إذ يلاحظ من خلال الفحص عدم قدرة الحيوان على حمل وزن الجسم والمشي الاخمصي نتيجة لسقوط مفصل العقب إضافة الى العرج ويمكن ملاحظة تثخن الوتر إضافة الى فقدان وظيفته (Canapp *et al.*, 2016; Kuffler, 2019)

٣- الفحص الشعاعي التقليدي Conventional radiograph: اشار (Bleakney and White, 2005) الى أنه على الرغم من كون الاشعة التقليدية هي الطريقة الاساس لتصوير المفاصل والعظام خاصة في حالة الكلم لكنها تفتقر الى صفة التمييز بين الانسجة الرخوة Soft tissue contrast ولهذا تعطي معلومات محددة عن الانسجة الرخوة، إذ يلاحظ في الفحص الشعاعي لقطع وتر العرقوب تثخن الوتر مع تغير شكله الطبيعي وشذوذاً في مفصل العقب وفرط تمعدن Hypermenerilization الوتر. بينما اشار(Piermattei *et al.*, 2006) الى أنه في حالة القطع الكامل الحاد يلاحظ من خلال الفحص الشعاعي وجود الوتر المقطوع المنسحب مع تورم الانسجة الرخوة المحيطة به، وفي حالة حدوث قلع العظم ممكن ملاحظة اجزاء من العظم المقلوع بالقرب من حذبة العقب. اما في الحالات المزمنة يلاحظ خشونة حذبة العقب وزيادة كثافة الانسجة الرخوة بين حذبة العقب والوتر المنسحب ، ونادراً ما يلاحظ قطعة كبيرة من حذبة العقب مرتبطة بالوتر المسحوب. وقد ذكر(Canapp *et al.*, 2016) أن التصوير الشعاعي مقارنة مع وسائل تشخيص اخرى يعدّ طريقة سريعة غير مكلفة متوفرة وتعطي بيانات مفصلة عن الوتر والتراكيب المجاورة له لكنها تحتاج الى اعطاء الحيوان مواد مخدرة إضافة الى التأثير السلبي للاشعة المتأينة المنبعثة من جهاز التصوير على الشخص الفاحص والمريض .

٤- التصوير بالرنين المغناطيسي Magnetic Resonance Imaging: تعدّ من طرق التشخيص الدقيقة التي تعطي تبايناً بدرجة ممتازة للانسجة الرخوة ومنها الاوتار وهي من الطرائق المثلى لتشخيص اصابات وتر العرقوب ومنها القطع واعتلال الوتر، لكنها تمتاز بتكلفتها العالية واحتياجها الى اعطاء الحيوان مسكن او مخدر عام (Wijesekera *et al.*, 2010; Gabler *et al.*, 2017).

٥-التصوير بالامواج فوق الصوتية Ultrasonography: يعدّ التصوير بالامواج فوق الصوتية من الطرائق الحديثة لتصوير الجهاز الحركي العضلي ومنها الاوتار في كل من الانسان والحيوان إذ تعدّ طريقة فعالة تحتاج الى التفاعل بين الشخص المصور Sonologist، الحيوان، آلة التصوير لإيجاد افضل صورة (Sasaki *et al.*, 2013; Molyneux *et al.*, 2017; Gamble *et al.*, 2017).

يتكون جهاز الامواج فوق الصوتية من المجس Probe أو ما يسمى بالناقل transducer والمحول Processor او ما يسمى بالدماغ Brain. ان عمل المجس هو لتوليد موجات صوتية اي عمل المرسل Transmitter وكذلك لاستقبال الموجات المنعكسة، وان عملية انبعاث واستقبال الموجات لا تحدث بصورة منفصلة وانما بشكل متسلسل فعندما يوضع المجس تحت الاجهاد الميكانيكي فإن البلورات الموجودة في المجس وهي بلورات الكوارتز او بلورات بعض انواع الخزف Ceramic crystal تولد فولتية تودي الى التغير في شكلها بسرعة وبتكرار هذه العملية تتولد حركة اهتزازية سريعة جداً ينتج عنها امواج صوتية وتسمى هذه العملية بالتأثير الكهربى الاجهادى Piezo electric effect (Gayrard *et al.*,2010; Fulton, 2014). ان الموجات المتكونة تهاجم السطح البيني بين نسيجين مختلفين في الكثافة او مختلفين في المقاومة الصوتية الموجات المنعكسة ترجع الى المجس الذي بدوره يرسل الإشارة الى الدماغ الذي يقوم بتحويل صدى الصوت الراجع الى نبضات كهربائية صوتية في شاشة المراقبة التي تظهر مقطعاً عرضياً للسطح البيني للنسيج باطراف مختلفة تتراوح ما بين الابيض والاسود ودرجات اللون الرمادي معتمدة بذلك على كثافة النسيج واحتوائه على السوائل (Lutz, 2006; Gayrard *et al.*, 2010; Fulton, 2014). ان مدى السمع للاذن البشرية تتراوح ما بين ٢٠-٢٠٠٠٠ هيرتز بينما مدى التردد لجهاز الامواج فوق الصوتية ما بين ٢-٤ ميكا هرتز وقد يصل الى ٢٠ ميكا هرتز في بعض الاجهزة الحديثة (Hofer and Reihls, 1999; Fornage *et al.*, 2005; Fulton, 2014)، وبما ان الامواج فوق الصوتية تعدّ امواج Waves فهي تنقل الطاقة مثل الامواج المغناطيسية الكهربائية Electro magnatic والاشعة ولكنها لا تشبهها من ناحية كونها تحتاج الى وسط لكي تنتقل ولهذا فهي لايمكن توليدها في الفراغ (Shung, 2006)، وان نوع الصورة التي تظهر للعيان تعتمد على طول الموجة، مقدار تردد صدى الصوت، شكل المجس و الوقت الذي

يستغرقه الصدى للرجوع الى المجس الذي يتصل بدوره مع عمق وحجم النسيج (Lisciandro,) (2014)

إن مصطلح تراكيب عديمة الصدى Anechoic يطلق على الاجزاء او التراكيب التي لا يحدث فيها انعكاس للامواج فوق الصوتية الى المستقبل مثل النضحة والتي تظهر بلون اسود نقي، بينما يطلق مصطلح تراكيب الصدى Echoic على التراكيب التي تقوم بعكس تقريباً ١٠٠% من الامواج فوق الصوتية الى المستقبل مثل العظام التي تظهر بلون ابيض نقي، في حين يطلق مصطلح قليل الصدى Hypoechoic، معتدل الصدى Isoechoic ومفرط او كثير الصدى Hyperechoic على التراكيب التي تقوم بعكس الامواج فوق الصوتية الى المستقبل بدرجات متفاوتة ولهذا تظهر بدرجات متفاوتة من اللون الرمادي مثل الانسجة الرخوة (Lisciandro, 2014) .

لقد اشار (Hofer and Reih, 1999; Fornage et al., 2005; Shung, 2006) الى أن جهاز الامواج فوق الصوتية يتضمن ثلاثة انواع من المجسات وهي كالاتي:-

١- المجس الخطي Linear probe: يمتلك صفاً من البلورات وينتج امواج صوتية بصورة متوازية وصورة مستطيلة ويمتاز باعطائه صورة دقيقة خاصة للانسجة القريبة من المجس مثل الوتر، الانسجة الرخوة والغدة الدرقية، كذلك يمكن استعماله لفحص الاعضاء التناسلية في المجترات عن طريق المستقيم وعادة يستعمل بترددات عالية قد تصل الى ٢٠ ميكا هرتز، ومن مساوئه اتساع مساحة التماس ولهذا قد يعطي قراءات غير دقيقة عند استعماله في مواقع الجسم التي بها انحناءات نتيجة للفراغ الهوائي بين المجس والجلد.

٢- المجس المقطعي Sector: يحتوي على مجموعة من البلورات مرتبة بشكل منحنى بحيث تعطي صورة تشبه المروحة Fan like image ويستعمل بصورة رئيسة لتصوير القلب وذلك من خلال وضعه بين الاضلاع ويستعمل بتردد ٢-٣ ميكا هرتز .

٣- المجس المنحني او المحدب Curved or convex: يستعمل بصورة رئيسة لتصوير البطن بتردد ٢,٥ - ٥ ميكا هرتز اذ يستعمل التردد ٢,٥ ميكا هرتز للفرد السمين والتردد ٥ ميكا هرتز للفرد النحيف .

وبصورة عامة اشار (Lisciandro, 2014) الى ان المجس ذا التردد العالي يمتاز بقلّة اختراقه للانسجة ولكن دقة الصورة تكون عالية على العكس من المجس ذي التردد الواطئ الذي يمتاز بكونه اكثر اختراقاً للانسجة واقل دقة للصورة. هنالك انواع عديدة من انظمة اجهزة الامواج فوق الصوتية ومنها:-

١- النظام الفوري او النوع- بي (النوع البراق) B-Mode (Brightness Mode) :- استعمل هذا النوع بنجاح للاغراض التشخيصية للعديد من اعضاء الجسم (Lamb and Duvernois, 2005;)

(Gayrard *et al.*, 2010). ان مبدأ عمل هذا النوع من الأجهزة يعتمد على احتواء مجس الجهاز على عدد من بلورات البيزو الكهربائية Piezzo electric crystals المرتبة بشكل صف، وعندما تخضع هذه البلورات لتيار كهربائي فإنها تنتقلص وتنسبط ونتيجة لهذه العملية إضافة الى الاحتكاك ما بين البلورات تتولد امواج صوتية ذات ترددات عالية تمتاز بقدرتها على اختراق الانسجة واعتماداً على طبيعة النسيج يتم عكس هذه الامواج لتعود الى المجس، (Lisciandro, 1999; Hofer and Reihls, 2014).

٢- نظام صدى النبضات -أي A-mode ultrasound يحتوي المجس في هذا النظام على بلورة واحدة تصدر امواج صوتية تخترق الانسجة وتعكسها عندما تصطدم بفواصل مقاومة صوتية عالية ويتم استلام الصدى وتحويله الى قمم على موشر الذبذبات ويمثل المقياس الافقي لهذه القمم عمق التركيب العاكس (Shung, 2006;; Fulton, 2014).

٣- النوع - إم (نوع الحركة) M- Mode (Motion Mode): ويسمى أيضا بنمط لقطة الثلج او معول الثلج Ice pick لانه يقوم بعكس عمود صغير من الامواج ولكنه يسمح له بالمرور فيما بعد ويستعمل في الدراسات الخاصة بالقلب والرئة (Shung, 2006; Fulton, 2014).

٤- جهاز دوبلر Doppler :- يستعمل لقياس جريان الدم خلال الاوعية الدموية ويشمل انواع متعددة منها تقنية دوبلر للامواج المستمرة Continuous Wave Doppler، دوبلر النبضي Pulsed Doppler، تصوير دوبلر القوي Power Doppler imaging دوبلر الملون Color Doppler الذي يساعد في تحديد اتجاه جريان الدم بحيث الجريان باتجاه المجس ياخذ اللون الاحمر بينما البعيد عن المجس ياخذ اللون الازرق (Lutz, 2006; Shung, 2006; Fulton, 2016; Mlynarek *et al.*, 2014).

٥- نظام سي C-Mode :- يستعمل عادة في الفحص المجهرى السمعي Acoustic microscopy (Shung, 2006).

٦- التخطيط المرن Elastography :- تقنية جديدة لازالت تحت التطوير وتمتاز بالحساسية العالية مقارنة بالانواع الاخرى من الامواج فوق الصوتية التقليدية ويستعمل لتقييم الصفات الميكانيكية للنسيج وذلك من خلال استجابة النسيج للاجهاد وله القدرة على تشخيص التغيرات المرضية قبل رؤيتها عن طريق اجهزة الامواج فوق الصوتية التقليدية ويشمل انواع متعددة منها التخطيط المرن الانضغاطي او الاجهادي Compression or strain elastography والزلالي Shear wave elastography (Payne *et al.*, 2018; Prado-Costa *et al.*, 2018).

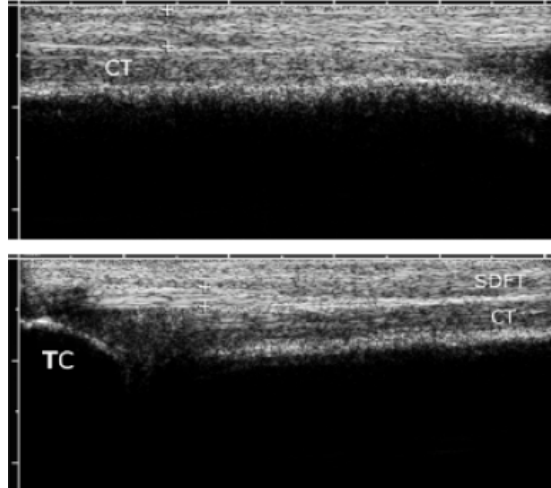
استخدم التصوير بالأمواج فوق الصوتية لتشخيص العديد من إصابات الأوتار وكذلك متابعة مراحل الاصلاح ومنها وتر العضلة فوق الشوكية Supra spinatus tendon ووتر العرقوب في الانسان والحيوان (Canapp *et al.*, 2016; Gamble *et al.*, 2017; Dams *et al.*, 2016).

2019). سجل التصوير بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب الطبيعي لأول مرة عام ١٩٩٧ من قبل Kramer، وبعدها قام الباحث Rive بتقييم إصابات وتر العرقوب قبل اجراء العملية لحيوانات من الكلاب ووجد ان التصوير بالامواج فوق الصوتية لايعطي تمييز دقيق بين القطع الجزئي والكامل (Gamble et al., 2017). بينما الباحث (Kramer, 2001) استعمل هذا النوع من التصوير لتشخيص اصابات الوتر في الكلاب والقطط بتردد ٥-٧ ميكا هرتز وباستعمال ناقل خطي Linear transducer وأشار بأن التصوير بالامواج فوق الصوتية اعطى نتائج ايجابية في التشخيص والتمييز بين القطع الكامل والجزئي سواء السطحي او الغائر، تمزق العضلات، تشخيص مراحل الالتئام وكذلك تحديد موضع الخيط الجراحي، لكنه اظهر انه من غير الممكن التحديد الدقيق لعمر الإصابة. في عام ٢٠٠٥ اجريت دراسة تشريحية تفصيلية لوتر العرقوب في الكلاب وباستعمال ناقل ذي تردد ١٣ ميكا هرتز الذي يمتاز بكونه ذا وضوح قوي ودقة في تصوير التراكيب الصغيرة (Lamb and Duvernois, 2005)، وبعد ذلك اصبح التصوير بالامواج فوق الصوتية اداة عملية قيمة في تقييم وتر العرقوب سواء لتشخيص الاصابة، تحديد درجة الاذى، متابعة الالتئام واعطاء صورة عن وظيفة الوتر في الانسان والحيوان (Bleakney and White, 2005; Henderson et al., 2015; Stenroth et al., 2019).

لقد اشار (Khasru et al., 2017; Stenroth et al., 2019) الى ان موقع وتر العرقوب سطحي مما يجعله سهل الفحص من خلال الامواج فوق الصوتية إذ يعطي الفحص معلومات واضحة عن العرض، تركيب الكولاجين، الوعائية، تغير كمية الماء في الوتر وحوله، انحراف الوتر وكذلك لتشخيص التكلس والتورم الجريبي حول الوتر Bursal swelling، وقد اشار (Mitchell et al., 2009) ان وتر العرقوب الطبيعي يظهر على شكل تركيب ليفي متجانس Homogeneous fibrillar structure بينما اشار (Bleakney and White, 2005) انه يظهر بشكل ليفيات متوازية ذات صدى Echogenic, parallel fibrillar pattern، فيما اشار (Lamb and Duvernois, 2005) الى ان وتر العضلة القابضة الاصبعية السطحية ووتر بطن الساق يظهر في الفحص الطولي ذا صدى يحوي على خطوط ذات صدى مفرط Hyperechoic تمثل الياف الكولاجين بينما الوتر الموحد لوتر العرقوب يظهر بصدى اقل Less echogenic منهما (شكل ٢-٣). وقد ذكر (Mlynarek et al., 2016) أن وعائية الوتر يتم تشخيصها باستعمال جهاز الامواج فوق الصوتية نوع دوبلر.

ان من محاسن طريقة التصوير بالامواج فوق الصوتية انها غير مجهدة، سهلة، سريعة، متوافرة، غير مكلفة، ليس لها تاثيرات جانبية خطيرة كالأشعة التي تصدر من جهاز التصوير الشعاعي واطافة الى امكانية فحص الجانب المعاكس للطرف Contro lateral limb كمقارنة لتقييم تناظر الوتر وأيضاً لاتحتاج الى اعطاء تخدير للحيوان المراد فحصه (Bleakney and

Gamble *et al.*,) وقد اشار (White, 2005; Gamble *et al.*, 2017; Sigrist *et al.*, 2017 الى امكانية تمييز الاصابات السريرية المعتدلة Mild وتحديد درجة اجهاد الوتر باستعمال مجس ذي تردد ١٨ ميكا هرتز، فيما اشار (Fornage *et al.*, 2005) الى انه حديثا تم تصنيع اجهزة يصل ترددها الى ٢٠ ميكا هرتز لتشخيص اصابات الاوتار المختلفة وبدقة عالية، بينما ذكر (Walden *et al.*, 2017; Mc Dougall *et al.*, 2018) بأن التصوير بالامواج فوق الصوتية يمكن ان يستعمل كدليل Guide لتحديد مواضع حقن العديد من المواد على الوتر او داخله لاغراض علاجية او تجريبية مثل حقن نخاع العظم ، الخلايا الجذعية و الPRP .



شكل ٢-٣: يبين صورة طولية بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب. CT : الوتر الموحد SDFT . : وتر العضلة القابضة الاصبعية السطحية. TC: حذبة العقب

٢-٨: علاج قطع وتر العرقوب

يعدّ قطع وتر العرقوب من الافات الكدمية الشائعة ويعدّ التقييم الصحيح لكل من المسبب، درجة الاذى سواء كانت مصاحبة لفقدان نسيج الوتر او عدمه والوقت المستغرق ما بين الاذى والعلاج من النقاط المهمة لمساعدة الجراح في اختيار طريقة العلاج المناسبة (Spinella *et al.*, 2010). ان الهدف الرئيس لجراحة الاوتار ومنها وتر العرقوب هي اعادة بناء البنية التركيبية واستعادة قوة الشد الميكانيكية للوتر لحمل وزن الجسم واصلاح وظيفته الانزلاقية لاجراء الحركة الوظيفية الاعتيادية وفي الانسان اضافة لذلك استعمال الاصابع يعدّ هدفاً رئيسياً ، ويتم هذا من خلال منع او التقليل من تكوين فجوة بين نهايتي الوتر، استطالة الوتر، تمزق الوتر مرة اخرى Re-rupture وتكوين الالتصاقات بشكل كبير (Fahie, 2005; Alam *et al.*, 2013).

يشمل علاج الوتر واعدادته تشكليه الاتي:-

٢-٨-١: علاج قطع الوتر الحاد غير المصحوب بفقدان النسيج

ذكر (Feibel and Bernacki, 2003; Greca *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2018) أن علاج الوتر المقطوع الحاد غير المصحوب بفقدان النسيج أصبح مثيراً للجدل لكثير من الباحثين فقسم منهم يفضل العلاج غير الجراحي (التحفظي) لتقليل الالتهاب، التورم والالم وذلك عن طريق تثبيت Immobilization الوتر بواسطة مثبتات مثل القوالب Cast وحقن مضادات الالتهاب غير الستيرويدية Nonsteroidal anti inflammatory والستيرويدات القشرية Corticosteroids والعلاج الفيزيائي كاستعمال الامواج فوق الصوتية، الليزر، العلاج الكهربائي والعلاج بالتبريد Cryotherapy بينما اخرون يفضلون العلاج الجراحي سواء عن طريق تثبيت الوتر عبر الجلد Per cutaneous وذلك بادخال مواد لتثبيت الوتر من خلال الجلد من دون اجراء قطع جراحي وفتح مكان العملية للوصول الى الوتر بشكل مباشر واصلاحه، وقد اشار (Maquirriain, 2011; Olsson, 2013) الى أن هذه التقنية تمتاز بقلة الخمج وتشوه مكان الاذى لكنها تمتاز بنسبة حدوث فجوة بين نهايتي الوتر واذى الاعصاب المجاورة للوتر اكبر مقارنة بالطرائق الاخرى. في حين اشار (Feibel and Bernacki, 2003; Tsailas, 2017) الى أن الطريقة الجراحية مفضلة على التقنيات الاخرى إذ تمتاز بحصول التئام قوي للوتر وانخفاض بنسبة حدوث رجوع القطع، لكنها يمكن ان تترافق بحدوث تعقيدات منها الخمج، تاخر الالتئام، الالتصاقات وقلة حركة مفصل العقب. وتستعمل هذه التقنية للاعمار الصغيرة والنشطة. وقد اشار (Greca *et al.*, 2005; Lomas *et al.*, 2015; Zellner *et al.*, 2018) الى انه لا يوجد حديثاً علاج لاصلاح الوتر بدرجة ممتازة يعيده الى وضعه الطبيعي، إذ أن العلاج الجراحي يمتاز بقصر مدة عدم القدرة على استعمال الطرف المصاب، عودة الطرف المصاب الى وظيفته بنسبة ٧٠-٩٤,٧% وقلة نسبة اعادة القطع لكن من مساوئه زيادة نسبة الخمج التي قد تصل الى ٧,٥% وان رجوع القطع Re-rupture يحدث بنسبة قد تصل الى ١٧% في حالات العلاج غير الجراحي بينما في العلاج الجراحي قد يصل الى ٢,٢%.

اشار (Zellner *et al.*, 2018; Johnson *et al.*, 2018; Sylvestre, 2019) الى ان العلاج الجراحي لقطع الجزء الداني والوسطي Mid body من الوتر يشمل خياطة جزأي الوتر المقطوع بإحدى الخياطات التقليدية المستعملة لخياطة الوتر، اما علاج القطع في مكان اندغام الوتر فيتم عن طريق استعمال الانفاق العظمية Bone tunnel او المرساة Anchore وذلك بسبب عدم وجود كمية نسيج وترية تكفي لربط نهايتي القطع، حيث يتم ثقب العظم وربطه بالوتر عن طريق المثبتات كخيوط الفولاذ. لقد اشار (Spinella *et al.*, 2010 ; Jahani *et al.*, 2015) الى انه بسبب كون عملية التئام الوتر طويلة، صعبة ومعقدة نتيجة لاسباب عديدة منها الالتصاقات مع الانسجة المجاورة والتي تعمل على تحديد حركة الوتر وكذلك انفراق Diastasis نهايتي

الوتر نتيجة للشد المفرط، الحمل الفعال Active load والحركة السلبية Passive والفعالة Active للوتر ينصح بتثبيت الوتر مؤقتاً قبل اجراء العملية الاساسية للعلاج وذلك لمنع انفصال نهايتي الوتر المقطوع واعادة تمزقه وخلال الجراحة يجب معرفة تراكيب الوتر وخطاتها مع بعضها بصورة منفصلة.

اشار (Spinella et al., 2010; Sylvestre, 2019) الى ان العلاج الجراحي للوتر المقطوع بدون فقدان للنسيج يتمثل بوضع الطرف المصاب موضع التوتر المعلق Hanging tension وذلك بوضع المفصل بدرجة تمدد بسيطة Slight extension لجعل المعاملة مع الوتر سهلة اثناء العملية وبعدها يتم خياطة الوتر نهاية لنهاية Termino-terminal tenorrhaphy، وينصح (Montgomery and Fitch, 2003) بأن تكون الخياطة محددة لمسافة ١ سم من مكان القطع حتى لا تقلل من خاصية المطاطية للعضلة والوتر. يفضل في الخياطة استعمال خيوط غير ممتصة مثل النايلون Nylon، البولي بروبيلين Polypropylen، السلك الفولاذي Stainless steel وغيرها (Spinella et al., 2010; Kreszinger et al., 2011; Hajipour, 2016)، في حين اشار قسم من الباحثين الى امكانية استعمال الخيوط الممتصة في تقريب نهايتي الوتر المقطوع مثل خيوط البولي داوكزانون Polydioxanone والبوليكلايكونيت Polyglyconate (Spinella et al., 2010; Lomas et al., 2015)، ويجب اختيار خيط جراحي بحجم مناسب لا يؤثر بصورة سلبية على عملية الالتئام بحيث يعمل على زيادة تفاعل النسيج Tissue reaction، وكذلك يجب اختيار تقنية خياطة لا تؤثر سلبياً على التغذية الدموية للوتر وتزيد من كبر المسافة بين نهايتي الوتر وتمنع زيادة حمل وزن الجسم ولهذا استعملت تقنيات خياطة متعددة لخياطة الوتر (Fossum, 2004; Lomas et al., 2015; Johnson et al., 2018). وقد ذكر (Montgomery and Fitch, 2003; Piskin et al., 2007) أن اكثر التقنيات استعمالاً لخياطة الوتر هي تقنية بكرة الحلقات الثلاثة Three loop bulley، تقنية قفل الحلقة Locking loop أو ما تسمى بتقنية كيسلر المحورة Modified Kessler، تقنية كراكو Krachow، تقنية الدرز الحرشفي المتقطع Interrupted mattress suture وغيرها من التقنيات. لقد اشار (Montgomery and Fitch, 2003) الى ان تقنيتي كيسلر المحورة وكراكو تعدان من اكثر التقنيات استعمالاً للاوتار المفلطحة بينما تقنية الحلقات الثلاثة تستعمل للاوتار المدورة، وتستعمل تقنية كيسلر لخياطة الاوتار الصغيرة المغلفة بغمد مثل اوتار الاصابع في الانسان وكذلك الاوتار غير المحاطة بغمد Sheath مثل وتر العرقوب. في حين اشار (Atalan et al., 2003) الى ان خياطة كيسلر المحورة مفضلة لخياطة الاوتار المعرضة للتوتر خاصة خلال المرحلة الاولى بعد العلاج مثل وتر عضلة بطن الساق إذ تمتاز بعدم تداخلها مع التجهيز الدموي للوتر، تمتلك قوة كافية لمنع تكوين فجوة ولا تحدث اذى

كبيرة¹ في لفافة الحزم الوترية الخارجية ، بينما اشار (Milton and Henderson, 1983) الى ان تقنية الدرز الحرشفي المتقطع مفضلة للاوتار المفطحة Flat .

يفضل تثبيت الطرف المصاب بعد الانتهاء من العملية لمنع الحركة وباستعمال مثبتات داخلية او خارجية وذلك لان الحركة لها تأثير سلبي من حيث زيادة الفجوة بين نهايتي الوتر وبالتالي تعمل على تقليل التجهيز الدموي للوتر من ثم حصول التليف (Milton and Henderson, 2010 ; Spinella et al., 1983) ، ومن انواع المثبتات المستعملة المثبت الهيكلية الخارجي خلال المفصل Trans articular external skeletal fixator ، برغي العظم القصي العقبى Calcaneo –tibial bone screw ، القوالب Cast والجبائر Splints (Spinella et al., 2010; Gungormus et al., 2013; Zellner et al., 2018) . اشار (Fahie, 2005) الى ان التثبيت لمدة ٦ اسابيع يعمل على اصلاح الوتر وبنسبة ٥٠ % من قوة الشد الطبيعية للوتر لكن ينتج عنه ضعف في العضلات وان التثبيت اكثر من ٣ اسابيع يمكن ان ينتج عنه حالات انحراف الطرف للخارج Valgus deformities او للداخل Varus deformities ، في حين اشار (Montgomery and Fitch, 2003) الى ان التثبيت لمدة ٦ اسابيع ينتج عنه قوة شد قد تصل الى ٥٦ % من قوة الشد الطبيعية للوتر وتصل الى ٧٩ % اذا كانت مدة التثبيت سنة، ولهذا اقترح العديد من الباحثين ان يكون التثبيت لمدة ٣ اسابيع تثبيت كامل للطرف المصاب يليها تثبيت جزئي لمدة ٣ اسابيع اخرى حيث يعمل ذلك على اصلاح الوتر بصورة جيدة (Fahie, 2005; Spinella et al., 2010). وعلى النقيض من ذلك ذكر (Tang, 2007) بأن ترك الوتر بدون تثبيت نتج عنه التئام بسرعة اكبر مع تكوين التصاقات بدرجة اقل مقارنة بالوتر الذي تم تثبيته وذلك عند علاج وتر القابضة في الانسان.

٢-٨-٢: علاج قطع الوتر المزمن غير المصحوب بفقدان النسيج

يتم علاج مثل هذه الحالات بازالة النسيج الندبي Scar tissue المتكون بين نهايتي الوتر واجراء عملية نضرا الجرح Debridement وهي عملية ازالة الانقاص الخلوية من الجرح ومن ثم خياطة الوتر والتعامل معه كما في القطع الحاد مع مد مفصل العقب بدرجة كبيرة ولمدة طويلة وعمل شد للخيط الجراحي بدرجة كبيرة، وفي حالة كون الاصابة اقل من ٣ اسابيع يفضل عدم ازالة جزء من نسيج الوتر لأن ذلك يعمل على تباطؤ تكاثر الارومات الليفية وقلة قوة الشد للخيط الجراحي (Fossum, 2004; Sylvestre, 2019).

٢-٨-٣: علاج قطع الوتر الحاد والمزمن المصحوب بفقدان النسيج

يتم علاج الحالات الحادة المصاحبة لفقدان النسيج الوتري بتقريب حافات الوتر وسد الفجوة بين نهايتي الوتر المقطوع باستعمال السقالات او الرقع Grafts سواء كانت طبيعية أوصناعية أو مهجنة (Hybrid) (Sahoo *et al.*, 2007; Schulze-Tanzil *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2018). إن الرقع الطبيعية المستعملة لعلاج مثل هذه الحالات ممكن ان تكون ذاتية المنشأ مثل لفافة لاتا Fascia lata، العضلة العريضة الظهرية Latissimus dorsi muscle، Auto graft، طية الفخذ الامامية الوحشية الحرة Antero-lateral thigh free flap، اللفافة الجلدية تحت الكفلية غير المقيدة Fascio cutaneous infra gluteal flap وعضلة بطن الساق (Papp *et al.*, 2003; Greca *et al.*, 2005; Baltzer and Rist, 2009; Alva *et al.*, 2013 Tsailas, 2017; Alam *et al.*, 2018). وكذلك ممكن استعمال رقع مغايرة Xenograft مثل استعمال رقع من تحت مخاطية امعاء الخنازير لترقيع وتر العرقوب في الارانب ووتر الكف الدوارفي الانسان وكذلك استعمال لطخات ادمة جلد الخنازير لترقيع وتر العرقوب في الاغنام (Phipatanakul and Peterson, 2010; Sarrafian *et al.*, 2009)، اضافة لذلك ممكن استعمال الرقع الصناعية سواء المصنعة من مواد حيوية مشتقة من مواد خارج خلوية مثل الكولاجين (Gamradt *et al.*, 2007; Gabler *et al.*, 2018)، او مصنعة من مواد صناعية مثل شبكات البولي بروبيلين وشبكات بولي ايستر Polyester (Spinella *et al.*, 2010; Rieu *et al.*, 2017)، وقد تم وصف الميكانيكية الحيوية Biomechanical والكيميائية الحيوية Biochemical والصفات الخلوية لهذه المواد وتبين ان هذه المواد تختلف من ناحية المصدر وطريقة التحضير اضافة الى تقنية التعقيم النهائي المستعملة، وتمتاز ايضاً باحداث تفاعلات مختلفة في جسم المضيف ومنها الالتهابات المزمنة والحادة (Gamradt *et al.*, 2007).

اما الحالات المزمنة التي تكون فيها المدة الزمنية بين حدوث الاذى وزمن العلاج طويلة ينتج عنها انسحاب لنهايتي الوتر المقطوع وتكون نسيج ندبي فيتم علاجها بازالة الأنسجة التالفة والزائدة وتحرير نهايتي الوتر وينتج عن ذلك تكون فجوة بين جزأي الوتر المقطوع مما يستوجب اجراء اصلاح الوتر عن طريق استعمال الرقع او السقالات (Spinella *et al.*, 2010; Amro and Ahmed, 2018).

٢-٩: التئام الوتر Tendon healing

إن عملية التئام الوتر تعد عملية صعبة و التنبؤ Prognosis بها يختلف اعتماداً على نقاط متعددة منها :-

- ١- سبب حدوث الضرر أ هو كالم أم نتيجة لحقن مواد مثل الستيرويدات القشرية .
- ٢- مكان حصول الضرر أ هو في منتصف الوتر أم الاتصال الوتري العضلي أم الاتصال الوتري العظمي.
- ٣- أ هنالك فجوة بين جزأي الوتر المقطوع أم أن الفجوة تم التخلص منها بسبب خياطة الوتر.
- ٤- أ تم استعمال التثبيت للطرف المصاب بعد العملية أم لم يستعمل وإذا تم التثبيت ما هي المدة المستغرقة .
- ٥- المدة الزمنية المستغرقة ما بين وقت حدوث الأذى والشروع بالعلاج (Montgomery and Spinella et al., 2010 ; Fitch, 2003) .

وقد اشار (Moshiri and oryan, 2013; Hajipour, 2016; Olson and Carlson, 2017; Yan

et al., 2018) الى ان عملية التئام الوتر تشمل ثلاث مراحل متداخلة مع بعض وهي كالآتي :-

- ١- مرحلة الالتهاب Inflammatory phase : تستغرق هذه المرحلة ٣-٧ ايام يحدث خلالها تجمع الدم وتكون جلطة دموية في مكان الجرح نتيجة لتحطم الاوعية الدموية بسبب الاصابة الحاصلة وهذه الجلطة تعمل كسقالة للخلايا الالتهابية والخلايا الجذعية. ويتم خلال هذه المرحلة افراز الصفائح الدموية لعوامل النمو ووسائط قبل الالتهاب Pro inflammatory mediators والحركيات الخلوية التي تتحرر ايضاً من قبل الخلايا الميتة والتي لها دور في تنظيم هجرة وفعالية الخلايا الالتهابية (Moshiri and oryan, 2013; Olson and Carlson, 2017) . وقد اشار (De Long et al., 2011) الى ان الصفائح الدموية تفرز ٧٠-٩٥ % من عوامل النمو المخزونة فيها خلال ال ١٠ دقائق الاولى من الاذى وعوامل النمو المتبقية تفرز بصورة مستمرة خلال مدة ٧-٩ ايام. ان الخلايا الالتهابية الرئيسية التي توجد في مكان الاذى خلال ال ٢٤ ساعة الاولى من زمن حدوث الاذى هي العدلات والخلايا البلعمية التي تقوم ببلعمة الخلايا الميتة وتنظيم الاحداث الرئيسية للالتهاب والضرورية للانتقال الى المرحلة الثانية وهي مرحلة التكاثر. وقد اشار (Moshiri and oryan, 2013; Docheva et al., 2015; Ruey, 2016; Blomgran, 2017) الى أن البلعميات تنتج عوامل نمو مختلفة وحركيات خلوية لها دور في جذب الخلايا الاخرى مثل اللمفية والسيطرة على تكاثر الارومات الليفية وصنع الكولاجين الاساس لبناء القالب خارج خلوي وتكوين اوعية دموية جديدة اضافة الى جذب خلايا التهابية اكثر الى مكان الاذى، وفي المدة الاخيرة من هذه المرحلة يقل عدد العدلات وتهاجر الخلايا اللمفية الى مكان الجرح لتنظم عمل الخلايا البلعمية .

٢- مرحلة التكاثر Proliferation phase : تقوم الارومات الليفية خلال اليوم الرابع او الخامس بصنع الاجزاء البارزة من القالب خارج خلوي مثل البرتيوكلايكان وتكوين النسيج الحبيبي المتكون من كولاجين نوع III الذي يترتب بشكل عشوائي ويصل الى مستوى عالٍ خلال هذه المرحلة (Sharma and Muffili, 2006)، وقد اشار (Milton and Henderson, 1983; Fenwick *et al.*, 2002; Montgomery and Fitch, 2003; Sharma and Maffulli, 2006; Yin *et al.*, 2010) الى أن مصدر الارومات الليفية الوترية اما داخلي من بقايا خلايا الوتر Resident tenocyte اي من لفافة الحزم الوترية الداخلية والخارجية او خارجي من الخلايا المحيطة بنسيج الوتر مثل جنيب الوتر، غمد الوتر، اللفافة، السمحاق والنسيج تحت الجلد، ولوحظ ان كلا الحالتين تحدث ولو ان الالتئام يعتمد بصورة اساسية على غزو الجرح بالشعيرات الدموية والعناصر الخلوية من النسيج المحيط بالوتر خاصة جنيب الوتر وليس عن طريق الاستجابة الخلوية الداخلية وان شمول الخلايا المحيطة الخارجية يعتمد على موقع الاذى والنضوح الدموي، وقد اشار (Ruey, 2016) الى أن المحتوى المائي وتركيز البروتيوكلايكان يكون عالياً خلال هذه المرحلة.

٣ - مرحلة اعادة الترميم Remodeling: تبدأ بعد ٦-٨ اسابيع وتستغرق اشهر وتتضمن مرحلتين ثانويتين هما :-

أ- الترسخ او التصلد Consolidation: وتشمل نقصان الخلايا الوترية ، انتاج القالب خارج خلوي ويصبح النسيج ليفيا اكثر من خلال تحول كولاجين نوع III الى نوع I وتبدأ الالياف الكولاجينية بالترتيب المنظم والموازي للمحور الطولي للوتر واتجاه قوة العضلات Muscle force.

ب- النضوج Maturation : تبدأ بعد تقريبا ١٠ اسابيع وتتضمن زيادة الارتباط التصالبي Crosslinking للبيفات الكولاجين وتكوين نسيج وتري اكثر نضوجا مع قلة خلوية ووعائية الوتر (Docheva *et al.*, 2015; Yan *et al.*, 2018). وقد اشار (Hajipour, 2016) الى أن الالتصاقات يحدث لها عملية ترميم وتدرجياً تضعف عند رجوع الحركة والوظيفة للحالة الطبيعية.

لقد ذكر (James *et al.*, 2008; Spinella *et al.*, 2010; Jahani *et al.*, 2015) ان التئام الوتر بصورة عامة جداً بطيء بسبب قلة التجهيز الدموي للوتر وتكوين الالتصاقات التي تؤثر وتضعف من عملية الانزلاق Gliding والتي بالنهاية تؤثر على عملية الالتئام ، وقد اصبح معروفاً ان زيادة التجهيز الدموي يسرع من عملية التئام كل انواع الانسجة ومنها الاوتار إذ ان تكوّن الاوعية الدموية يعدّ نقطة حرجة Critical في تكوين القنوات الوعائية Vascular channels لا يصلح الحركات الخلوية الضرورية لالتئام الوتر (Fenwick *et al.*, 2002;)

Milton and Henderson, 1983; Montgomery) وقد اشار (Sharma and Maffuli, 2005 and Fitch, 2003) الى ان الاوتار الوعائية المحاطة بنسيج عضلي ونسيج مرن ذي تجهيز دموي جيد تمتاز بسرعة الالتئام وكثرة الالتصاقات مقارنة بالاوتار الاقل وعائية التي تمتاز ببطء الالتئام وقلة الالتصاقات مثل اوتار قابضات الأصابع إذ ان قلة الالتصاقات لها اعتبارات مهمة لحركة الاصابع خاصة في الانسان اما في الحيوان فهي ليست ذات اهمية .

٢-١٠: الطرائق المستعملة لتسريع التئام الوتر وتحسينه

٢-١٠-١: الرقع او السقالات **Grafts or scaffolds**: تستعمل الرقع او السقالات لتسريع الالتئام في العديد من انسجة الجسم مثل الاعصاب ، العظام ، الاوعية الدموية ، الغضاريف، الاربطة والاوتار (Plikk et al., 2009; Teuschl et al., 2016; Laurent et al., 2018; Qian et al., 2019; Leon et al., 2019; Li et al., 2019; Yan et al., 2019; al., 2019)، والسقالات المستعملة لاصلاح الاوتار تشمل انواع متعددة وكالاتي :

أ- الرقع او السقالات الذاتية Autologous: وهي الانسجة الماخوذة من الحيوان نفسه مثل رقع الوريد ، لفاة لاتا ، تحت مخاطية الامعاء والسحاق Periosteum (Atalan et al., 2003; Daradka et al., 2016; Alkattan et al., 2013; Youn et al., 2004)، وتمتاز بمحدودية مواقع الحصول عليها وحدوث مضاعفات وتشوهات للمكان الواهب (Chen et al., 2009).

ب- الرقع او السقالات المتباينة Allograft: وهي الماخوذة من حيوان آخر من النوع نفسه مثل استعمال تامورالماعز لترقيع وتر الباسطة الاصبعية السطحية في الماعز واستعمال الغشاء السلي للانسان Amniotic membrane لترقيع وتر العضلة الشظية الصغيرة في الانسان peroneus brevis (Falahi et al., 2016; Anderson et al., 2017). وقد اشار (Alva et al., 2013) الى أن الرقع المتباينة استعملت بنجاح محدد وذلك بسبب معاملتها بمواد وتقنيات مختلفة ينتج عنه فقدان بالصفات الميكانيكية الحيوية اضافة الى احتمالية حدوث نقل الامراض، عدم توفرها في كل الاوقات وتكلفتها العالية.

ج- الرقع او السقالات المغايرة Xenograft: وهي الماخوذة من حيوان من نوع اخر مثل تغليف وتر العرقوب في الكلاب برقع مغايرة من تحت مخاطية الامعاء الدقيقة للخنازير (Gilbert et al., 2007).

د- السقالات الصناعية : وتشمل ثلاثة انواع وكالاتي :

١- السقالات المصنعة من مواد غير حيوية Synthetic based scaffold : ويتم تصنيعها من بلمرة المواد الصناعية وتمتاز بميكانيكية عالية وثبات النوعية لكن تطابقها الحيوي قليل مما

يجعل اندماجها وامتصاصها من قبل أنسجة المضيف ضعيفا جدا ولهذا احتمالية حدوث خمج واستجابة مناعية مزمنة واردة مع بعض الأنواع من هذه السقالات وتشمل هذه السقالات شبكات البولي بروبيلين، بوليميرات بولي إيستر Polyester polymers، الياف الكربون س Carbon fiber، النايلون وسقالات السيليكون (Zellner et al., 2016; Ruy Na, 2016; Docheva et al., 2015)، وقد أشار (Smith et al., 2016) بأن هذه السقالات تمتلك خاصية التصاق لخلايا الوتر، تمايز نمط خلوي يشبه خلايا الوتر، نسبة نقلها للأمراض جدا قليلة وتحللها أثناء الالتئام مسيطر عليه أكثر من السقالات المصنعة من مواد حيوية .

٢- السقالات المصنعة من مواد حيوية Biological based scaffold وهي قوالب خارج خلوية منزوعة الخلايا أساسها البروتين ومشتقة من الرقع المغايرة والمباينة للأنسجة الرابطة للإنسان والحيوان مثل سقالات الأوتار منزوعة الخلايا والمدعمة بالخلايا الجذعية المتوسطة Mesenchymal stem cells ، الخلايا الجذعية السلفية للوتر tendon stem progenitor cells ، الأرومات الليفية لادمة الجلد Dermal fibroblasts والخلايا الوترية، وكذلك القوالب خارج خلوية المصنعة من طبقات متعددة من الكولاجين المستخلص من تحت مخاطية الأمعاء مثل المرجع Restor و لطفة الكف Cuff patch وكذلك رقع الإصلاح Repairing graft المستخلصة من ادمة جلد الخنازير والرقع المستخلصة من تامور قلب الخيول (Gamradt et al., 2007) ، وتمتاز هذه السقالات بكونها تركيب دقيق لبروتينات سطحية ثلاثية الأبعاد ذات ثقب طبيعية تساعد على التصاق الخلايا ، تكاثرها وهجرتها وتساعد في الانتشار الأيضي والغازي خلال تجدد الأنسجة وهذه الصفات تجعلها سريعة التفاعل مع أنسجة المضيف وإنتاج أنسجة جديدة أسرع من السقالات الصناعية المصنعة من مواد غير حيوية، وقد أشار (Longo et al., 2010) الى أن التطابق الحيوي لهذه السقالات مختلف نتيجة لاختلاف مصدر النسيج الحيوي والذي ينتج عنه استجابة التهابية وأحيانا رفض الغرس.

٣- السقالات المهجنة Hybrid scaffold وهي سقالات مصنعة من مواد حيوية وغير حيوية مثل استعمال الكولاجين مع البولي دايدوكسانون Polydioxanone اومع هايدروكسي بيوتيرات- Hydroxybutyrate وكذلك استعمال سقالات الحرير مع حامض بولي كلايكوليك Poly-glycolic acid (Reverchon et al., 2012; Smith et al., 2016; Alshomer et al., 2018). لقد أشار (Atalan et al., 2003; Gilbert et al., 2007; Moshiri and oryan, 2013) الى أن السقالات يحدث لها تحلل وامتصاص بسرعة مختلفة حسب نوع النسيج ويتم استبدالها بأنسجة المضيف بمرور الزمن حيث تصبح وظيفياً ونسيجياً مشابهة للنسيج الطبيعي .

٢-١٠-٢: **طريقة النمو الوعائي Vascular ingrowth** :- وهي من الطرائق الحديثة المستعملة لزيادة النمو الوعائي المباشر للوتر وبالتالي زيادة قوة الشد وقصر مدة الالتئام وهي تختلف عن الرقع والسقالات الذاتية التي تم شرحها مسبقاً والتي تتم ازالته من مكانها الاصيلي وقطع تجهيزها الدموي ومن ثم تغليف الوتر بها، وقد لاحظ (Koh and Wan Sulaimna, 2018) ان استعمال الطية الحرة الامامية الوحشية من دون قطعها بصورة كاملة مع بقاء تجهيزها الدموي وتغليف وتر الباسطة للطرف الامامي بعد خياطتها بغرز متفرقة ادى الى زيادة التغذية الدموية لنسيج الوتر وسرّع وحسّن من عملية الالتئام.

٢-١٠-٣: **استعمال الخلايا الفعالة حيويًا Bioactive cells** :- ان استعمال الخلايا الجذعية في تجدد الانسجة ومنها الجهاز الهيكلي العضلي من الطرائق الجذابة الواسعة الاستعمال وتتمثل باستعمال هذه الخلايا وحدها اومع تقنيات علاجية اخرى منها السقالات، عوامل النمو والPRP وتشمل الخلايا وافرة القدرات المستحثة Induced pluripotent stem، الخلايا الجذعية الجنينية Embryonic stem cells والخلايا الجذعية للطبقة الوسطى Mesenchymal stem cells المشتقة من مصادر متعددة منها نخاع العظم ، النسيج الدهني والخلايا السلفية الجذعية للوتر (Moshiri and Oryan, 2013; Docheva et al., 2015; de Aro et al., 2018). وقد اشار (Sakaguchi et al., 2005; Albano and Alexander 2011; Arrigo et al., 2017; Gomes et al., 2017) الى أن الخلايا الجذعية للطبقة الوسطى Mesenchymal stem cells ومنها الخلايا النشطة ولها القابلية على التمايز الى انسجة الجسم الاخرى والتي مصدرها الاديم الظاهر او الباطن Endo and ectoderm وقد وجد ان هذه الخلايا ممكن ان تتمايز الى خلايا الوتر وبالتالي تساعد في تكوين النسيج الوتري ولهذا الغرض استعملت لعلاج واصلاح الوتر، ويعدّ نخاع العظم والنسيج الدهني من المصادر الرئيسية للحصول على الخلايا الجذعية كما انه ممكن الحصول عليها من مصادر اخرى مثل الغشاء الزليلي، السمحاق، الطحال، التوتة Thymus والاربطة حول الاسنان Periodontal ligament.

لقد لاحظ (Docheva et al., 2015) ان وقت حقن هذه الخلايا يختلف معتمداً على نوع الخلايا ونوع المادة المغروسة به هذه الخلايا اي الناقل Carrier وقد وجد ان نسبة الاصلاح كانت عالية عند استعمال الخلايا الجذعية للطبقة الوسطى المشتقة من النسيج الدهني او نخاع العظم عند استعمالها في مرحلة الالتهاب الخاصة بالالتئام في حين ان حقن الخلايا الجذعية للوتر يعطي نتائج افضل فيما لو استعملت في مرحلة التكاثر وتكوين النسيج الليفي . لقد اشار (Yan et al., 2018) الى أن الخلايا السلفية الجذعية للوتر والتي يتم الحصول عليها من الوتر لها القدرة في المساعدة على تجدد الوتر بسرعة اكبر من الخلايا الجذعية لنخاع العظم لكن

من مساوئها هي الصعوبات المرافقة لعملية عزلها مقارنة بالخلايا الجذعية للطبقي الوسطى سواء من نخاع العظم ام النسيج الدهني، فيما اشار (Docheva et al., 2015) بأن الخلايا الجذعية الجنينية لها قابلية تجدد افضل من الخلايا الجذعية الاخرى ولانسجة متعددة من الجسم ومنها الاوتار، فيما اشار (Liu et al., 2017) الى أن الخلايا وافرة القدرات المستحثة قد استعملت مع هلام الفايرين لعلاج قطع وتر الرضفة في الجرذان وادت الى تسريع عملية الالتئام وتحسينه ، وان هذه الخلايا يتم الحصول عليها من الخلايا البالغة وذلك بادخال عوامل استنساخ مشفرة لجينات خاصة الى هذه الخلايا لتحويلها من خلايا جسمية الى خلايا وافرة القدرات .

٢-١٠-٤: عوامل النمو Growth factors :- ان عوامل النمو عبارة عن احماض امينية قصيرة السلسلة تعمل على نقل الاشارات بين الخلايا وذلك عن طريق ارتباطها بمستقبلات خاصة بها موجودة في الخلايا وبهذا تنظم فعاليتها عن طريق ميكانيكيات مختلفة منها الانقسام، التمايز، الهجرة، تنظيم الجينات ولها دور في التجاذب الكيميائي للخلايا، هجرة الخلايا وصنع القوالب خارج خلوية فهي تعد عوامل فعالة احيائياً ولكنها تمتاز بتكلفة الحصول عليها وتحتاج الى جهاز توصيل Delivery system لامداد الأنسجة بها وهي غير متوافرة بصورة دائمية اضافة الى صعوبة الحصول عليها (Sadegh et al., 2016; Vadodaria et al., 2019) ومن هذه العوامل عامل تمايز الخلايا -5 (Growth differentiation factor-5) والمسمى ببروتين تشكيل العظم-١٤ (Bone morphogenic protein-14)، عامل نمو الارومات الليفية وغيرها التي تعمل على تسريع التئام الوتر وتحسينه من خلال تمايز و تكاثر خلايا الوتر، تحفيز تكوين الكولاجين نوع I وهو المادة الاساسية لتكوين الوتر ،زيادة انتاج القوالب خارج خلوية واعادة الترميم (Pacini et al., 2007; Yan et al., 2018;) .

وقد لاحظ (Evrova and Buschmann, 2017) ان حقن عامل النمو PDGF-BB حول الوتر ادى الى زيادة انقسام الخلايا وتكاثرها وزيادة تكوين اوعية دموية جديدة في حين لاحظ (Najafbeygi et al., 2017) ان اضافة عامل نمو الارومات الليفية FGF الى وتر العرقوب المقطوع في الكلاب ادى الى زيادة تنظيم الالياف الكولاجينية والقوة الميكانيكية الحيوية للوترينما اشار (Majewski et al., 2012) الى أن اضافة عامل النمو التحولي TGF الى رقع العضلة الهيكلية لعلاج قطع وتر العرقوب في الجرذان ادى الى تسريع صنع الكولاجين وتمايز الخلايا السلفية، وقد اشار (Ho et al., 2019) الى ان حقن عامل نمو مشتق الظهارة المخضب Pigment epithelial-derived growth factor حول وتر اكيليس في الارانب قد عمل على تقليل الالتهاب من خلال تحفيز افراز مضادات الالتهاب مثل الانترلوكين-١٠ (IL-10) وزيادة تمدد الخلايا الجذعية للوتر وتكاثرها مما ادى الى تسريع التئام الوتر وتحسينه.

٢-١٠-٥: العلاج الجيني Gene therapy :- يعدّ من الطرائق الحديثة المستعملة في هندسة

الانسجة ويتضمن نقل المعلومات الجينية الى الخلايا الهدف من خلال الطرائق الاتية:

١- نقل الجينات بواسطة نواقل ومنها الفايروسات مثل فايروسات ادينو Adeno virus حيث يتم التعامل مع جينات الفايروسات لازالة سلاسل مهمة للاستنساخ والفعوة Virulence، وبعدها يتم نقل الفايروس الى الخلية الهدف لايصال الجينات الى النواة من دون استنساخ او احداث تغييرات كبيرة وخطرة لخلايا الوتر. ان حقن الفايروسات يتم اما مباشرة حول الوتر واما عن طريق حقن السقالات بهذه الفايروسات وتسمى هذه السقالات بالقوالب المنشطة بالجينات Gene-Activated Matrix (GAM) .

٢- نقل الجينات عن طريق تحوير جينات الخلايا الذاتية للفرد المراد علاجه خارج الجسم وعادة تستعمل الخلايا السلفية، وبعدها يتم حقنها في الموقع المطلوب. وبالرغم من كون حقن الفايروسات أسهل لكن حقن الخلايا المحورة آمن (Moshiri and Oryan, 2013; Docheva et al., 2015; Liu et al., 2017) .

٢-١٠-٦: العلاج الفيزيائي Physical therapy : ويشمل

١- الليزر واطى الطاقة Low energy laser radiation :- يقصد بتطبيق الأشعة تحت الحمراء أو القريبة من تحت الحمراء بالمعالجة بالليزر واطى الطاقة و تستعمل في علاج العديد من إصابات الجسم ومنها الأوتار كاعتلال الوتر المزمن والحاد وقطع الوتر (Reddy et al., 2001; Abid and Abid, 2015; Zellner et al., 2018) فهي تعمل على تقليل الالتهابات والألم وتقلص مدة حصول الالتئام من خلال زيادة تكاثر الارومات الليفية وزيادة الكولاجين وقوة الشد للانسجة الملتنمة .

٢- الموجات فوق الصوتية العلاجية Therapeutic ultrasound :- إن الموجات فوق الصوتية المستعملة لإغراض العلاج نوع من الطاقة الحارقة Caustic energy التي تستعمل للعلاج الفيزيائي Physical therapy نتيجة لخاصيتها المؤثرة على الالتئام الغائر Deep healing وإزالة الألم (Mueller et al., 2009). وذكر (Downer, 1976) أن من أشهر الطرائق المستعملة لإنتاج الموجات لإغراض العلاج هي استعمال بلورات الياقوت Quartz crystals و عندما يسלט تيار كهربائي متناوب عليها ذو تردد عالٍ يتراوح بين ٨٠٠٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠٠٠ دورة للثانية يعمل على انحرافها وتغير حجمها وشكلها ويجعلها تهتز مولدة موجات صوتية وان هذه الموجات لها تأثيران الأول حراري والأخر غير حراري، وقد أشار (Yeung et al., 2006; Mueller et al., 2009) إلى أن التأثير الحراري ناتج عن استعمال موجات صوتية مستمرة

تؤدي إلى زيادة تمدد الكولاجين الضروري لتمارين الانبساط *Stretching exercise* وتقليل تقلص العضلات ، بينما التأثير غير الحراري يشمل الدخول السريع لمرحلة التكاثف خلال مدة الالتهاب وتحفيز تكاثر الخلايا الالتهابية. ذكر (Downer, 1976) ان الشدة المستعملة لعلاج الاوتار تتراوح بين ٠,٥- ١,٥ واط/سم^٢ ومدة تطبيق تتراوح بين ٥-١٠ دقائق، في حين ذكر (Best *et al.*, 2015) ان استعمال الامواج فوق الصوتية بشدة اقل او تساوي ٣ واط/سم^٢ من خلال جلسات متعددة ويومية ادى الى زيادة انتاج الكولاجين وانتظام ترتيب الالياف الكولاجينية، في حين اشار (Mueller *et al.*, 2009) الى قلة المصادر والمعلومات حول الشدة المثالية التي يجب ان تستعمل لعلاج العضلات والاورار فعند استعماله الامواج فوق الصوتية ذات الطول الموجي اميكا هرتز لعلاج قطع وتر عضلة بطن الساق في الكلاب لاحظ سرعة الالتئام وزيادة في قوة الشد إذ ادت الامواج الى تقليل الالتهاب، الوذمة والالم اضافة الى تحسين وظيفة الطرف المصاب. وقد اشار (Yeung *et al.*, 2006; Mueller *et al.*, 2009; Humadi and Shekho, 2015) الى دور الامواج فوق صوتيه في تسريع وتحسين التئام وتر العرقوب في الجرذان ، الارانب، والكلاب.

ايضا تم استعمال طرائق فيزيائية اخرى لتسريع التئام الوتر منها الحرارة (Warren *et al.*, 1976) ، المجال المغناطيسي الكهربائي الساكن والنبضي الذي عمل على تسريع التئام وتر كيليس المقطوع في الارانب من خلال زيادة درجة حرارة المنطقة وبالتالي تحفيز الارومات الليفية على التكاثف وصنع الكولاجين اضافة الى زيادة نضوحية الاوعية الدموية مما ادى الى زيادة ايض الخلايا (Alrashid, 2011).

٢-١٠-٧: العلاج التكاثري Prolotherapy :- يقصد به حقن مواد كيميائية في اماكن متعددة حول الوتر تعمل على تسريع تكاثر الخلايا واصلاح النسيج من خلال تحفيز الاستجابة الالتهابية الموضوعية ، تكاثر الارومات الليفية وانتاج الكولاجين وبالتالي زيادة قوة الوتر مثل حامض البيوتيريك *Butyric acid* ، محلول الملحي الفسيولوجي المتعادل *Normal saline* ، الدكسروز *Dextrose* والتي وجد انها تقلل الالم وقد استعملت لعلاج الم المفاصل والجهاز الحركي العضلي المزمن (Wijesekera *et al.*, 2010; Jahani *et al.*, 2015) وكذلك بروتينات مضادات مستقبلات الانترلوكين *Interleukin-1 receptor antagonist proteins* التي وجد انها عملت على تقليل الالتهاب في المرحلة المبكرة من التئام وتر العرقوب في الارانب وادت بالنهاية الى تسريع الالتئام (Pecin *et al.*, 2017). كذلك تم استعمال مستخلص نبات الصبار *Aleo vera* من قبل (Al-Kennany *et al.*, 2006) لعلاج وتر القابضة الاصبعية السطحية في الحمير ولوحظ

انه ادى الى زيادة في سرعة الالتئام وذلك من خلال زيادة تكاثر الارومات الليفية وزيادة انتاج الكولاجين.

٢-١٠-٨: البلازما الغنية بالصفائح الدموية (PRP) Platelet Rich Plasma (PRP) - مشتق دموي يحتوي على كميات كبيرة من الصفائح الدموية الذاتية في حجم صغير من البلازما اكثر من المستوى الاساسي الموجود في الدم الطبيعي الكامل، وبسبب تركيز الصفائح العالي تحتوي على تراكيز عالية لعوامل النمو التي تفرزها هذه الصفائح إذ يبلغ عدد الصفائح اكثر من ٢-٣ مرات واحياناً قد يصل الى ١٢ مرة اكثر عما هو موجود في الدم الكامل للشخص المستخلص منه البلازما ويعتمد هذا على الطريقة المستعملة للتخصير (Lenza et al., 2013; Mautner and Kneer, 2014; Dietrich et al., 2015; Cavallo et al., 2016; Lin et al., 2019)، وبسبب كون البلازما المركزة تحضر من دم الفرد نفسه سواء انسان او حيوان فهي امينة وغير فعالة مناعياً (Chellini et al., 2019). اشار (Yuan et al., 2013) الى أن الPRP عبارة عن صفائح دموية فقط في حين اشار (Eppley et al., 2004; Kazakos et al., 2008; Hsu et al., 2013; Mautner and Kneer, 2014; Mlynarek et al., 2016; Lin et al., 2019) الى انها اضافة الى احتوائها على الصفائح فانها تحتوي على كميات كبيرة من كريات الدم البيض وبروتينات تنشيط الخلايا المناعية او ماتسمى بالحركيات الخلوية والحركيات الكيميائية وبروتينات ومواد فعالة فسلجياً اخرى مثل الالبومين Albumin والفايبرونيكتين Fibronectin، فيترونيكتين vitronectin، فايبرين Fibrin، ثرومبوسبوندين Thrombospondine، مولد الليفين Fibrenogen وعوامل نمو مختلفة يتم افرازها من حبيبات الفا α -granules الموجودة في الصفائح بعد تنشيطها Activation. تحتوي الPRP ايضاً على ببتيدات مضادة للجراثيم، ايونات الكالسيوم، الادينوسين Adenosine، سيروتينين Serotene و الهستامين Histamine والتي يتم افرازها من الحبيبات الكثيفة Dense granules للصفائح وهذه المواد جميعاً لها تاثير على التئام الانسجة (Mishra et al., 2009). وقد اشار (De Long et al., 2011; Chellini et al., 2019) الى أن نوع المادة الموجودة في الPRP وكميتها يعتمد على الطريقة المستعملة للتخصير، طريقة التحفيز، المدة المستغرقة ما بين وقت التحفيز والاستعمال وحالة الفرد الذي منه يتم تحضير الPRP.

وقد اشار (Yuan et al., 2013) الى ان هنالك تسميات متعددة للبلازما الغنية بالصفائح الدموية اعتماداً على المحتوى البارز فيها فقسم من الباحثين يطلق عليها تسمية الPRP النقية Pure-platelet rich plasma او البلازما الغنية بعوامل النمو Growth factors platelet rich plasma او البلازما الغنية بالصفائح الدموية وكريات الدم البيض Leukocyte-platelet rich

plasma (L-PRP) او هلام الصفائح الذاتية Autologous platelet gel وذلك لامتلاكها صفة تكوين هلام عند اضافة المواد المحفزة للبلازما، في حين تم تسميتها ببلازما الصفائح فقط عند استعمالها بدون اضافة اي مواد منشطة. فيما ذكر (lenza *et al.*, 2013; Kuffler, 2019) بان هنالك تحضيرات مختلفة من الPRP تحمل الاسم نفسه لكنها تمتلك خواص مختلفة وهناك انواع من الPRP تحمل تسميات مختلفة لكنها تمتلك صفات متشابهة، فيما ذكر (Yuan *et al.*, 2013) أن الصفة المشتركة لجميع الانواع انها ذاتية المنشأ وتحتوي على عوامل النمو. اشار (De Long, 2011; Hsu *et al.*, 2013; Yuan *et al.*, 2013; Mautner & Kneer, 2014) الى ان كريات الدم البيض WBC الموجودة في البلازما تشمل الخلايا البلعمية Macrophage، الوحيدة Monocyte، اللمفية Lymphocyte والعدلات Netrophiles وان هذه الخلايا لها تأثير متناقض على التئام الانسجة ومنها الاوتار وهذا يعتمد على نوع طريقة التحضير ومحتوى البلازما من WBC وكميتها، إذ أن البلازما المحتوية على تركيز عالٍ من WBC تمتلك خاصية مضادة للجراثيم وان الخلايا البيض تعمل على ازالة الانسجة المتخثرة من خلال عملية البلعمة وافراز الانزيمات المحللة التي تحطم الانسجة المتخثرة، اضافة الى افراز عوامل نمو لها دور تسريع عملية الالتئام وتحسينها من خلال زيادة انتاج الكولاجين، جذب الخلايا الجذعية وتمايزها اضافة الى تكاثر خلايا الوتر، بينما التأثير السلبي على الالتئام ناتج عن أن الخلايا البيض الموجودة في الPRP ومنها نوع من الخلايا اللمفية يسمى CD8+ والعدلات تفرز مواد ذات تأثير محطم Catabolic effect للخلايا مثل الجذور الحرة للاوكسجين وانترولوكين- بي Interlukine-B، ولهذا يفضل استعمال الPRP غير المحتوية على الخلايا البيض وذلك للتعقيدات Complications الناجمة عن هذه المواد .

٢-١٠-٨-١: تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية

لقد اشار (Le *et al.*, 2019) الى أن طرائق تحضير الPRP والاجهزة التجارية المتوافرة للتحضير متعددة، والطريقة الاساسية للتحضير تتم عن طريق سحب الدم قبل العملية في انابيب تحوي على مانع تخثر ومن ثم يتم تركيز الصفائح باستعمال عازل الخلايا Cell separator او جهاز الطرد المركزي Centrifuge لمرحلتين، المرحلة الاولى يتم فيها فصل الدم الى ثلاثة اجزاء وهي كريات الدم الحمر في اسفل الانبوب وفي الوسط طبقة الطلاء العازل Buffy coat المتكونة من الPRP وكريات الدم البيض وفي الاعلى طبقة البلازما الفقيرة بالصفائح. اما المرحلة الثانية فيتم فيها سحب طبقة البلازما الفقيرة بالصفائح PPP والطبقة الوسطى المتمثلة بالPRP والجزء العلوي من طبقة كريات الدم الحمر ويتم وضعها في انبوب اخر ليتم عزلها مرة اخرى الى جزأين الجزء العلوي من الانبوب يمثل البلازما الفقيرة بالصفائح اما الجزء

السفلي فيمثل الPRP. بعدها يتم التخلص من الجزء العلوي ليبقى الجزء السفلي الذي يمثل الPRP (Souza et al., 2011).

وقد اشار (Malik et al., 2013) بان الدم الطبيعي يحتوي على صفيحات دموية بتركيز ٥ % بينما الPRP فتحتوي على صفيحات دموية بتركيز ٩٥%. وقد اشار (Agir et al., 2017) الى ان من الطرائق الحديثة لتحضير البلازما استعمال اقراص الكشف kits والتي من خلالها يتم تحضير الPRP اثناء العملية الجراحية من دون اللجوء الى المختبرات لغرض العزل. ان كمية الدم المستعملة لتحضير البلازما تختلف من تقنية الى اخرى اضافة الى ان عدد الدورات المستعملة ومدتها، نوع الجهاز، نوع مادة التخثر المستعمل، نوع مادة التنشيط وكميتها ومدة التنشيط كلها تختلف من تقنية الى اخرى مما ادى وكما اشار (Sommeling et al., 2013; Hsu et al., 2013) الى انتاج انواع مختلفة من البلازما. وقد استعملت انواع متعددة من مانع التخثر مثل السترات الحامضية acidic citrate، سترات سكر العنب والفوسفات Citrate phosphate dextrose، سترات الصوديوم اللامائية Sodium citrate dehydrate وسترات سكر العنب Citrate dextrose (Monto et al., 2012; Malik et al., 2013; Dietrich et al., 2015; Kuffler, 2019)، و اشار (Sommeling et al., 2013; Le et al., 2019) الى ان انواع وتراكيز مختلفة لعوامل النمو تم الحصول عليها نتيجة للاختلاف في الطرائق المستعملة للتحضير مما ادى الى الحصول على تاثير علاجي مختلف.

٢-٨-١٠-٢: تنشيط البلازما الغنية بالصفائح الدموية Activation of platelets rich plasma

ان عملية تنشيط الPRP تشمل خطوتين الاولى ازالة حبيبات الفا Degranulation الموجودة على الصفيحات لتحرير عوامل النمو والجزينات الحيوية النشطة والخطوة الثانية تشمل انشقاق مكون الليفين Fibrinogen لتكوين هلام الصفيحات (Cavallo et al., 2016; Kuffler, 2019; Lin et al., 2019). تجرى عملية التنشيط ميكانيكيا عن طريق التجميد والتذويب freeze-thaw process او استعمال مواد مختلفة منها:-

- ١- الثرومبين الذاتي Autologous thrombin (الخثرين الذاتي) المحضر من الشخص نفسه.
- ٢- الثرومبين البقري Bovine thrombin.
- ٣- كلوريد الكالسيوم CaCl₂.
- ٤- خليط الثرومبين وكلوريد الكالسيوم بتركيز ١٠ %.
- ٥- كولاجين نوع ١ بتركيز ١٠ % او مايعادل ٤ مايكروغرام.

٦- الكولاجين الموجود في موقع الاذى وذلك من خلال حقن الPRP من دون اي اضافات الى موقع الاذى ويتم تنشيطها بتعرضها الى الكولاجين الموجود في المكان (Souza et al., 2011; Sommeling et al., 2013 Gentile et al., 2016).

لقد اشار (Casati et al., 2006) الى ان اضافة المادة المنشطة الى الPRP ينتج عنها خلال ٢٠ دقيقة تكوين هلام البلازما الذي يعدّ سقالة Scaffold نشطة احيائياً وتشبه الشبكة Mesh إذ تسرع من هجرة الخلايا والتصاقها في موقع الاذى، وعلاوة على ذلك فان عوامل النمو وكما اشار (Cavallo et al., 2016) تفرز بتراكيز عالية خلال هذه المدة واذا ازداد طول مدة الاستعمال فان عوامل النمو تقل كميته وتاثيرها وذلك لان عوامل النمو تمتاز بدورة حياة قصيرة تتراوح من دقائق الى ساعات ولهذا يجب ان تستعمل مباشرة بعد افرازها من قبل الصفائح قبل ان تتحطم وبذلك لا يكون للPRP اي تأثير ايجابي على الالتئام .

٢-١٠-٨-٣: استعمال البلازما الغنية بالصفائح الدموية Uses of PRP

استعملت الPRP لأول مرة عام ١٩٥٠ في جراحة الفك العلوي والوجه والفم Oromaxillofacial surgery (Hsu et al., 2013; Mlynarek et al., 2016) وفي عام ١٩٩٨ سجلت الفائدة السريرية العلاجية لPRP في جراحة الفك العلوي والوجه والفم (Zuffova et al., 2013)، بعد هذه المدة وبسبب زيادة الضرائب التجارية للصناعات الدوائية خاصة في مجال الطب الرياضي Medical sport ازداد استعمال هذا المستحضر بشكل واسع (Lenza et al., 2013). اما في بداية القرن ٢١ ميلادي حدث تطور هام حول الاستعمال السريري للPRP في تسريع وتحفيز التئام الانسجة المرنة والعظام، ومنذ ذلك الوقت استعملت البلازما بصورة رئيسة في جراحة الوجه والفك كمضاف ذاتي للرقع العظمية وغرس الانسجة (Dallari et al., 2007; Souza et al., 2011). وقد اشار (Hall et al., 2009) الى ان الPRP تعمل على تقليل الالم، الخمج، فقدان الدم وحدوث التمثيل الكاذب Pseudoarthrosis، فيما اشار (Marx et al., 2011; Souza et al., 2011; Torres et al., 2007; Souza et al., 2011) الى ان الPRP تعمل على تسريع تجدد العظم من خلال تكاثر الارومات العظمية والليفية وتنظيم مستوى الكالسيوم في هذه الانسجة وان استعمالها مع الرقع العظمية او مثبتات العظم ادى الى زيادة كثافة المعادن في العظم وتنشيط تجدد العظم والانسجة المحيطة به، بينما اشار (Casati et al., 2006; Lenza et al., 2013) الى عدم حدوث اي تأثير ملموس عند استعمال الPRP على تجدد العظم في حالة استعمالها من دون الرقع العظمية او مثبتات العظم او مع الرقع العظمية المغايرة وحالات التمثيل الكاذب والعيوب العظمية حول الغرس .

اما في جراحة الاوتار فتعدُّ الـ PRP العلاج الشائع في مناطق تشريحية مختلفة منها وتر الرضفة، العرقوب، المرفق Elbow، فوق الشوكية Supra spinatus ووتر الكف الدوار Rotator Cuff، فقد اظهرت دراسات متعددة خارج الجسم In vitro وداخله In vivo في انواع مختلفة من الثدييات ان الـ PRP ادت الى تحسين وتعجيل التئام الاوتار واصلاحه من خلال زيادة تكوين الاوعية الدموية Angiogenesis، زيادة انتاج الكولاجين الذي يعدُّ العنصر المهم لزيادة قوة الشد وصلابة الوتر، اضافة الى زيادة هجرة الخلايا الجذعية سواء الموضعية او المشتقة من الدورة الدموية الى مكان الاذى والتحفيز على تمايزها Differentiation وتكاثرها وزيادة انتاج القوالب خارج خلوية ECM (Yuan et al., 2013; Canapp et al., 2016). وقد اشار (Mishra et al., 2009; Yuan et al., 2013; Mautner and Kneer, 2014) الى ان الـ PRP تعد مصدراً غنياً للعديد من عوامل النمو التي تفرزها الصفائح الدموية الموجودة بالبلازما والتي لها اهمية في عملية التئام العديد من انسجة الجسم واصلاحها ومنها الاوتار (جدول ٢-١).

جدول ٢-١ : يوضح اهم عوامل النمو التي تفرزها الصفائح الدموية المهمة في اصلاح الوتر ووظيفتها

عوامل النمو	وظيفتها
عامل نمو مشتق الصفائح الدموية (PDGF)	يعمل على بروز عوامل نمو أخرى مثل IGF-1، تكاثر الخلايا، تمايزها، هجرة الارومات الليفية، صنع القوالب خارج خلوية، تكوين اوعية دموية حديثة واعادة ترميم الكولاجين
عامل النمو التحويلي (TGF) نوع بيتا ١ (b1) وبيتا ٢ (b2)	تحفيز هجرة الارومات الليفية وتكاثرها وتحفيز تكوين الكولاجين
عامل نمو البطانة الوعائية (VEGF)	له دور دقيق في تكوين اوعية دموية حديثة ومنع موت الخلايا، وفي المرحلة الاخيرة من الالتئام يعمل على ترسيخ الوعائية الموجودة في باطن الوتر ولفافة الحزم الخارجية والحفاظ عليها.
عامل مشتق السدى Stromal derived factor	تسهيل عملية هدم الانسجة المتكسدة وجذب الخلايا الجذعية والارومات الليفية الى مكان الاذى.
عامل نمو شبيه الانسولين (I-GF)	تحفيز هجرة الارومات الوترية وتكاثرها، تحفيز هجرة الخلايا الالتهابية الى موقع الاذى، تحفيز

صنع الكولاجين والقوالب خارج خلوية.	
له دور في هجرة الخلايا الوترية وتكاثرها وصنع الكولاجين.	عامل النمو البشري (EGF)
يعدّ اقوى عامل نمو مؤثر على هجرة الخلايا وتكوين الاوعية الدموية اضافة الى تكاثر الخلايا.	عامل نمو الارومات الليفية (FGF)

وقد اشار (Canapp *et al.*, 2016; Mc Dougall *et al.*, 2018) الى ان حقن الPRP مع الخلايا الجذعية الموجودة في نخاع العظم والنسيج الدهني عن طريق استعمال الامواج فوق الصوتية كدليل لعملية الحقن لعلاج اعتلال وتر فوق الشوكية ادى الى تحسين في حجم الوتر، وظيفته ونمط اليافه Fiber pattern. في حين اشار (Albano and Alexander, 2011) الى ان استعمال مستحضر قوالب التجدد الذاتية المنشأ Autologous regenerative matrix والمسمى بمستحضر ARM ادى الى تسريع التئام تمزق وتر الرضفة في الكلاب، التمزق الجزئي والكلي للوتر، داء الاوتار Tendinosis والتمزق الخلالي Interstitial tear، وهذا المستحضر مكون من الPRP، الخلايا السلفية او الجذعية المشتقة من النسيج الدهني، السقالة الحيوية المشتقة من الخلايا الدهنية والقوالب المشتقة من المادة خارج الخلوية Extracellular matrix وسدى العناصر الوعائية Stromal vascular elements وقد ادت عوامل النمو والحركات الموجودة في الPRP الى تحفيز الخلايا الجذعية لتكوين نسيج الوتر. لقد اشار (Mautner & Kneer, 2014) الى ان الحقن الموضعي للبلازما الغنية بالصفائح حول الوتر ادى الى زيادة هجرة الخلايا الجذعية للوتر Tendon stem cells والخلايا الجذعية المشتقة من الدورة الدموية الى مكان الاذى وتكاثرها مع زيادة الفعالية الايضية للوتر وزيادة انتاج الكولاجين وتحسين نوعيته مما ادى الى زيادة قوة شد الوتر. في حين اشار (Yuan *et al.*, 2013) الى ان الPRP تعمل على زيادة فعالية خلايا الوتر وانتاج الكولاجين وكذلك زيادة انتاج عامل نمو البطانة الوعائية VEGF الذي يعمل على زيادة تكاثر الاوعية الدموية في مكان الاذى وهذا ماتمت ملاحظته من قبل اخرين مثل (Man *et al.*, 2012; Nazhvani *et al.*, 2013) فقد اشاروا الى ان الPRP ادت الى زيادة تكوين الاوعية الدموية وانتاج الكولاجين وهو المادة الاساسية للوتر عند استعمالها في بحوث اجريت داخل الجسم وخارجه.

لقد اشار (Gamradt *et al.*, 2007; Sampson *et al.*, 2011; Yuan *et al.*, 2013) الى ان عوامل النمو الموجودة في البلازما والحركات الخلوية والكيميائية لها دور ايجابي في علاج اصابات الوتر كداء الاوتار Tendinosis، التهابك الجزئي و التهابك الداخلي إذ ان عامل نمو بطانة الاوعية الدموية يساعد في تكوين الاوعية الدموية الجديدة أما عامل نمو الارومات الليفية،

عامل نمو مشتق الصفائح وعامل نمو شبيه الانسولين مع بعضهم البعض فيسهلون الالتئام والتكاثر بينما عامل النمو التحولي نوع بيتا يزيد من قوة الشد وظهور سابقة كولاجين I وIII، وقد اشار (Virchenko and Aspenberg, 2006) الى ان هذه العوامل تعمل على السيطرة وتنظيم عملية التئام الوتر من خلال زيادة تكاثر الخلايا المحيطة به خلال ٣-٧ ايام الاولى من الالتئام وكذلك زيادة انتاج الكولاجين في الايام ال ١٤ الاولى مع زيادة الاوعية الدموية، المادة خارج خلوية وقوة الشد للوتر فيما اشار (Mishra et al., 2009; Sampson et al., 2011 ; Andia and Abate, 2012) الى ان استعمال الPRP افضل من علاجات اخرى مثل الدم الكلي، الستيرويدات القشرية ومحلول الملح الفسيولوجي في علاج اعتلال وتر المرفق، وتر العضلة ذات الراسين القاصية Distal biceps tendon ووتر الرضفة وقد اشاروا الى ان عوامل النمو والحركات الخلوية والكيميائية الموجودة في البلازما تحفز الالتئام إذ تعمل كسقالة تساعد على التصاق وهجرة الارومات الليفية الضرورية لعملية الاصلاح. وقد استعملت الPRP لعلاجات الوتر Tendon lesions الناتجة عن التعرض لمواد الاستروجين مثل ثنائي الفينول Bisphenol (Bellido et al., 2018)، في اصلاح وتر الكف الدوارفي الانسان من خلال زيادة التئام الوتر بالعظم Tendon –bone healing، وعلاج اعتلال وتر العرقوب الحاد والمزمن، اعتلال وتر المرفق المزمن chronic elbow tendinopathy، اعتلال وتر الرضفة وفي علاج آفات وتمزق وترالقبضة الاصبعية Flexor tendon والعرقوب في الحيوان والانسان (Gamradt et al., 2007 Andia and Abate, 2012; Zuffova et al., 2013; Hsu et al., 2013; Mautner and Kneer, 2014; Walden et al., 2017; Kuffler, 2019; Cai et al., 2019). وعلى النقيض من ذلك اظهرت دراسات متعدّدة عدم حصول اي تاثير ايجابي للبلازما الغنية بالصفائح على اصلاح الوتر من حيث تقليل الالم او التئام بنية الوتر وقد عزوا سبب ذلك الى الاختلاف في الطرائق المستعملة للتحضير والعلاج (De Long et al., 2011; Yuan et al., 2013).

استعملت الPRP في مجالات جراحية متعددة اخرى منها اصلاح قطع الاربطة وعيوبها (Seijas et al., 2013; Hsu et al., 2013; Sample et al., 2018)، التئام كسر الغضروف الصغير (Milano et al., 2012)، جراحة الاوعية الدموية (Anitua et al., 2007; Lawlor et al., 2011)، التهاب المفاصل (Lin et al., 2019) وفي جراحة الاعصاب والجراحة التجميلية (Kuffler, 2019). كذلك استعملت الPRP لعلاج الجروح الجلدية المختلفة فقد ادى استعمالها الى تسريع الالتئام، تقليل الخمج والالم إذ استعملت في علاج تقرحات السكري المزمنة للقدم Chronic diabetic foot ulcer، الجروح الكدمية الحادة Acute traumatic wound، تقرحات الساق المزمنة والجروح المزمنة المقاومة للعلاجات الاخرى (Driver et al., 2006; Kazakos et al., 2008; Carter et al., 2011; de Leon et al., 2011).

١١-٢: الوريد الوداجي الخارجي External jugular vein

يتموضع الوريد الوداجي الخارجي بالقرب من زاوية الفك السفلي فوق الحافة البطنية للغدة اللعابية النكفية حيث يتكون من اتحاد الوريدين الوجهي اللساني Linguofacial والفكي Maxillary، يتجه الوريد الخارجي على طول الرقبة و يشغل الاخدود الوداجي jugular groove الذي يحدده العضلتان القصية الدماغية Sterno cephalic بطنياً والعضدية الدماغية Brachio cephalic ظهرياً. يكون موقع الوريد في الثلث الامامي والوسطي من الرقبة سطحياً تحت الجلد ولهذا يعدّ هذان الموقعان المكان المفضل للحقن داخل الوريد سواء لاعطاء المحاليل او لاختذ عينات الدم في معظم الحيوانات. يغطي الوريد الوداجي سطحياً بالجلد، اللقافة والعضلة الجلدية العنقية Cutenous coli muscle اما السطح الغائر للوريد فتلامسه العضلتان الكتفية اللامية Omohyoideus والرأسية المنحرفة الخلفية Posterior oblique capitis muscle (Getty et al., 1975; Konig et al., 2007).

يتألف الوريد من ثلاث طبقات هي الغلالة الداخلية Tunica interna، الغلالة الوسطى Tunica media، الغلالة الخارجية (البرانية) Tunica externa، وتتكون الغلالة الداخلية من البطانة الوعائية Endothelium وتحت البطانة الوعائية وغشاء مرن داخلي Internal elastic membrane، والبطانة تتكون من خلايا حرشفية بسيطة متعددة الاضلاع Polygonal اما طبقة تحت البطانة فتتكون من نسيج رابط ليفي يتكون من الالياف الكولاجينية والارومات الليفية، اما الغشاء المرن الداخلي فيحتوي على الياف مرنة. الغلالة الوسطى تتكون من العضلات الملساء وكميات من الكولاجين وهذه الطبقة تفتقر اليها الاوردة الصغيرة. اما الغلالة البرانية فتعد من اثنى الطبقات وتتألف من حزم طويلة من الالياف المرنة والعضلات الملساء والياف الكولاجين التي تشكل شبكة تلتف حول الاوعية (Dyce et al., 2002; Singh, 2011). لقد اشار (Hosgood, 2003) الى أن خلايا البطانة تفرز عوامل نمو متعددة منها عامل نمو مشتق الصفيحات PDGF، عامل النمو التحولي نوع بيتا TGF-B، عامل نمو الارومات الليفية نوع الفا FGF- α وعامل نمو النسيج الرابط Connective tissue growth factor، فضلاً عن ذلك العضلات الملساء تفرز حركيات خلوية وعوامل نمو منها PDGF و TGF.

استعملت رقع الوريد في جراحة الجهاز القلبي الوعائي ومنها الوريد الصفني Saphenous الذي استعمل لترقيع الشريان التاجي Coronary في الانسان والشريان السباتي Carotid artery في الكلاب (Greca et al., 2005; Moshkovitz and Raanani, 2016; Winkler et al., 2016;)، اما في جراحة الاوتار فقد اشار (Daradka et al., 2016) الى ان استعمال رقع الوريد الصفني الذاتية لاصلاح وتر القابضة الاصبعية السطحية Superficial flexor digital tendon في الكلاب ادى الى تسريع التئام الوتر وتقليل الالتصاقات، إذ ان رقع

الوريد عملت كمصدر للعناصر الخلوية المهمة والضرورية لعملية الالتئام اضافة لذلك فقد عملت كغلاف واقى احاط بالوتر ومنع من حدوث التصاقات بينه وبين الانسجة المجاورة .اما في الانسان فقد تم استعمال الرقع الذاتية للوريد الصفي لترقيع الاوتار القابضة للاصابع لعلاج اذى الاوتار وتمت ملاحظة ان هذه الرقع عملت على تقليل الالتصاقات وتحسين وظيفة الوتر وذلك من خلال تحسين حركة الاصابع (Moosavi et al., 2005) .

٢-١٢: غشاء الخلب Peritoneal membrane

الخلب عبارة عن غشاء مصلي مرن، ناعم ولماح يغطي معظم الاحشاء البطنية ، ويتكون من طبقتين الطبقة الجدارية Parietal layer التي تبطن جدار التجويف البطني والطبقة الحشوية Visceral layer التي تغطي الاحشاء البطنية ،ويوجد بين الطبقتين حيز كاف يعرف بالتجويف الخلبي Peritoneal cavity يحتوي على كميات قليلة من السائل المصلي الذي تفرزه خلايا الخلب والتغيرات التي تحصل في تركيبة هذا السائل تعد علامة تشخيصية للعديد من الامراض. يتألف غشاء الخلب من حزم الاليف الكولاجينية المنسوجة مع الاليف الشبكية وقليل من الاليف المرنة التي تكون شبكة واسعة الفتحات وتشارك مع هذا النسيج مناطق من النسيج الضام الشبكي والشحمي الذي يحتوي على خلايا متعددة منها البدينة Mast cell ، اللمفية والبلعمية. يغطي الغشاء المصلي بطبقة واحدة من الظهارة البسيطة التي تنشأ من طبقة الاديم المتوسط للجنين ولهذا يطلق عليها بالظهارة المتوسطة Mesothelium. تتكون الظهارة المتوسطة اعتيادياً من خلايا حشوية ولكنها قد تصبح مكعبة او عمودية كرد فعل لدخول مواد غريبة الى الجسم او في حالات الالتهابات وغالباً ما يتميز السطح الخارجي لهذه الخلايا بوجود اهداب او زغابات دقيقة، اما السطح القاعدي فيتميز بوجود نتوءات طويلة تمتد نحو الجسم الضام الواقع تحتها (Getty et al., 1975; Dyce et al., 2002; Bellenger, 2003)، وقد اشار (Caldwell et al., 2018) الى أن هذه الخلايا لها القابلية على صنع القوالب خارج خلوية وصنع الكولاجين نوع I، II، وIV والمرنين وافراز بروتينات متعددة والسيطرة على ترسب الفايبيرين. لقد اشار (Singh, 2011) الى أن خلايا البلعميات تكون تجمعات في غشاء الخلب وهذه التجمعات تكون على شكل نقاط حليبية Milk spots وعند تعرض هذه البلعميات الى عوامل خارجية مؤثرة مثل الInterferon تحفزها على افراز حركيات خلوية لها دور في عملية الالتئام والاصلاح.

وقد اشار (Hosgood, 2003) الى أن الخلايا البلعمية تفرز عوامل متعددة منها عامل مولد الحمى Pyrogen factor ،عامل نمو الارومات الليفية، عامل النمو التحولي، عامل نمو بطانة الاوعية الدموية وعامل النمو شبيه الانسولين وانترلوكين ١- Interlukin-1. فضلاً عن

ذلك ان الخلايا اللمفية والبدينة تفرز عوامل نمو منها عامل النمو التحويلي، عامل تنخر الورم Tumor necrosis factor وعامل تحفيز المستعمرات Colony stimulating factor فيما اشار (Guo and Xie, 2016) الى أن الخلب يعدّ حاجزاً فسلجياً يعمل على منع التصاقات البطن وبسبب هذه الخاصية استعمل في الانسان لاصلاح عيوب اليد والقدم. وقد تم كذلك استعمال رقع الخلب الذاتية لاصلاح العديد من الانسجة ومنها الوريد الاجوف في الانسان (Leon *et al.*, 2019)، اصلاح ملتحمة العين وتسرب الهواء من الرئة في الانسان (Collin, 1975; Andrade *et al.*, 2014) وعلاج تقرح القرنية في الكلاب (Barros and Safatle, 2000)، واصلاح الامعاء الدقيقة في الارانب (Castillo *et al.*, 2019). بينما في جراحة الاوتار فقد تم استعمال رقع الخلب المتباينة لترقيع وتر القابضة الاصبعية في الارانب (Elenes *et al.*, 2012).

المواد وطرائق العمل

Materials and methods

٣-١: الحيوانات

شملت الدراسة استعمال (٣٦) كلباً محلياً بالغاً تراوحت اعمارها من ١,٥-٢ سنة وأوزانها من ١٥-٢٠ كغم. تم فحص جميع الحيوانات سريرياً للتأكد من خلوها من الامراض وخاصة من امراض الجهاز العصبي والهيكلية وقد كانت جميعها تتمتع بصحة جيدة ولا تعاني من اي مرض ظاهر خلال مدة استعمالها في التجربة، وتمت معالجتها قبل اجراء التجربة بمدة لا تقل عن اسبوعين بمضاد الطفيليات الخارجية والداخلية بعقار اليفرمكتين Ivermectin وبجرعة ٠,٢ ملغم /كغم من وزن الجسم. تم وضع الحيوانات في المكان المخصص لايواء الحيوانات التابع للمستشفى التعليمي البيطري / كلية الطب البيطري / جامعة الموصل لمدة ثلاثة اسابيع قبل استعمالها في التجربة ليتكيف الحيوان على ظروف التجربة .

٣-٢: المواد المستعملة

٣-٢-١: الادوية والمواد الكيميائية المستعملة

تم استعمال الادوية والمواد الكيميائية المدرجة اسماؤها وعناوين جهة صنعائها في الجدول رقم (٣-١) .

جدول ٣-١: الادوية والمواد الكيميائية المستعملة .

التسلسل	اسم الدواء او المادة الكيميائية	جهة صنعائها
١	عقار الزايلازين ٢ % Xylazine	هولندا
٢	عقار هيدروكلورايد الكيتامين ٥ % Ketamine hydrochloride	المانيا
٣	مضاد حيوي من مزيج البنسلين والستربتومايسين Penicillin streptomycin	انكلترا
٤	ميتالجين Metalgen	سوريا
٥	رذاذ الجروح OTC	ايران
٦	مانع التخثر Sodium citrate dehydrate	ايطاليا
٧	مضاد حيوي جنتامايسين تركيز ١٠ % Gentamycin	الاردن

السويد	كحول مطلق (ايثانول) Absolute alcohol (Ethanol)	٨
فرنسا	محلول يود البوفيدون Povidone iodine solution	٩
رومانيا	خيطة جراحي غير ممتص نوع حرير وباحجام مختلفة صفر، ١، ٢	١٠
الصين	خيطة جراحي ممتص نوع قصابة الكروميك رقم (٣ - (٠	١١
الاردن	جبيرة Plaster of paris	١٢
سويسرا	محاليل صبغة الهيماتوكسيلين والايوسين	١٣
الهند	زايلول Xylool	١٤
ايطاليا	شمع البارافين Paraffin wax	١٥
انكلترا	محلول كلوريد الكالسيوم Calcium chloride	١٦

٢-٢-٣ :- الاجهزة والادوات المستعملة في الدراسة

تم استعمال مجموعة الادوات والاجهزة الاتية المدرجة اسماؤها وجهة صناعتها في

الجدول رقم (٢-٣).

جدول ٢-٣ :- الاجهزة والادوات المستعملة .

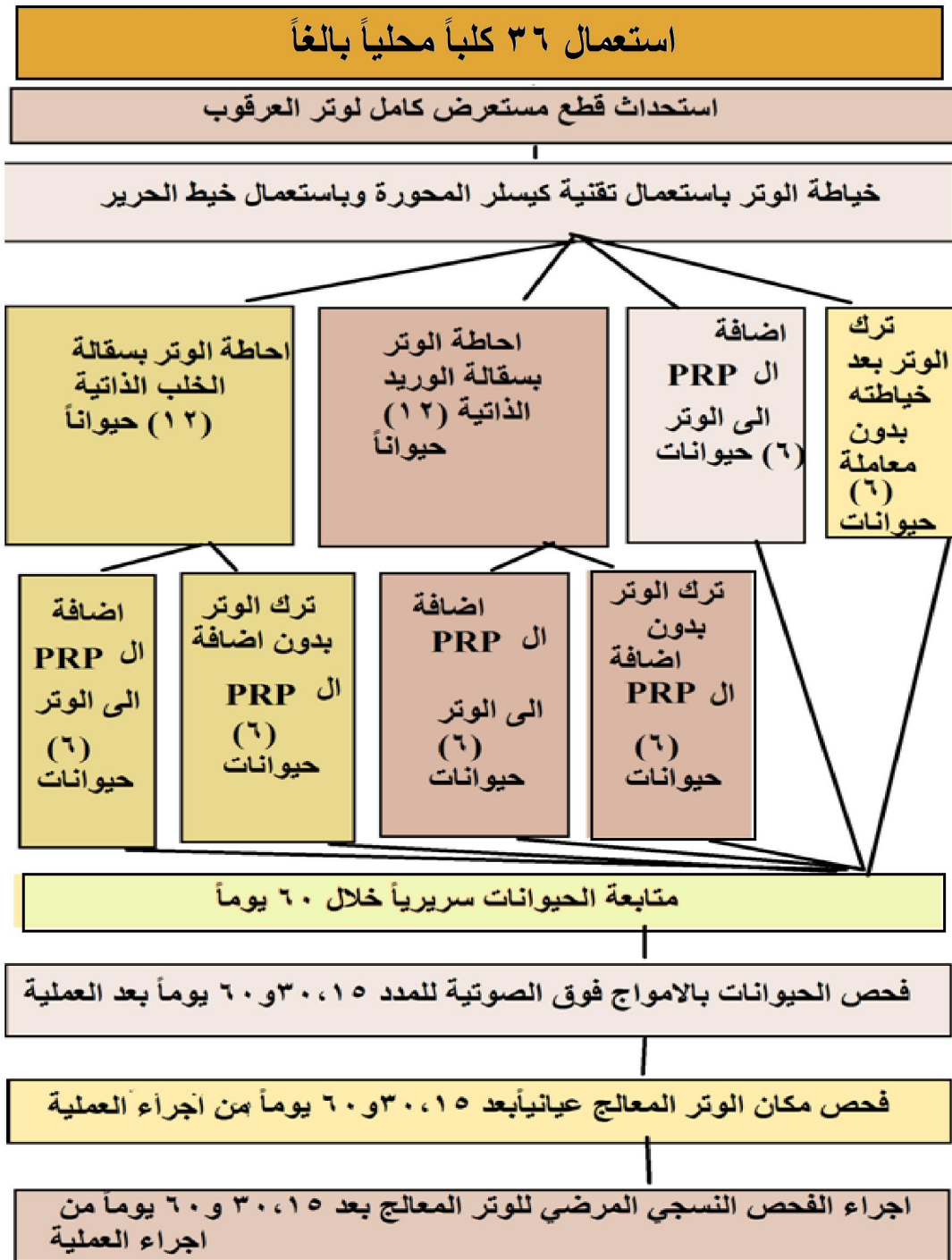
التسلسل	اسم الجهاز او الاداة	جهة صناعتها
١	جهاز التعقيم او الموصدة Autoclave	المملكة المتحدة
٢	جهاز الطرد المركزي Centrifuge	المانيا
٣	جهاز التقطيع النسيجي Rotary microtome	ايطاليا
٤	سيت جراحي متكامل لاجراء العمليات الجراحية التقليدية	مناشئ مختلفة
٥	جهاز الامواج فوق الصوتية من نوع Real time	الولايات المتحدة

الامريكية	Ultrasound scanner	
الولايات المتحدة الامريكية	المجهر الضوئي	٦
الصين	انابيب اختبار باحجام مختلفة	٧
الصين	محاقن طبية معقمة مختلفة الاحجام Disposable syringe	٨

٣-٣: تصميم التجربة Experimental design

اجريت العمليات الجراحية في هذه التجربة تحت تأثير التخدير العام باستعمال خليط مكون من مزيج الزايلازين والكيثامين، وتم اجراء عملية قطع كامل ومستعرض لوتر العرقوب وخطاؤه باستعمال تقنية كيسلر المحورة Modified Kessler technique (Sylvestre, 2019) وباستعمال خيط الحرير رقم ٢ وقد تم تقسيم الحيوانات عشوائيا الى اربع مجاميع رئيسه ومجموعتين ثانويتين تضم كل من المجموعة الاولى والثانية (٦ حيوانات) والمجموعة الثالثة والرابعة تضم كل منها (١٢ حيواناً) اعتمادا على نوع المعاملة التي اجريت للوتر وكما يأتي :

- ١- المجموعة الاولى (سيطرة) :- تمت خياطة الوتر بتقنية كيسلر المحورة فقط .
 - ٢- المجموعة الثانية :- خياطة الوتر مع اضافة الPRP على الوتر .
 - ٣- المجموعة الثالثة:- خياطة الوتر مع احاطته بسقالة الوريد الذاتية، وقسمت حيوانات هذه المجموعة الى مجموعتين ثانويتين متساويتين ضمت كل منهما ٦ حيوانات في المجموعة الاولى تركت بدون اضافة الPRP اما المجموعة الثانية فقد تم تدعيمها باضافة الPRP على الوتر.
 - ٤- المجموعة الرابعة :- خياطة الوتر كما في المجموعة الاولى ومن ثم احاطته بسقالة الخلب الذاتية بعد ذلك تم تقسيم الحيوانات الى مجموعتين ثانويتين متساويتين ضمت كل منهما ٦ حيوانات في المجموعة الاولى تركت بدون اضافة الPRP اما المجموعة الثانية فقد تم تدعيمها باضافة الPRP على الوتر.
- تم في كافة المجاميع تثبيت الطرف المعالج لمدة اسبوعين ومتابعة الحيوانات سريريا مدة ٦٠ يوم بعد العملية الجراحية وتم اجراء الفحص العياني، النسجي المرضي والفحص بالامواج فوق الصوتية للمدد ١٥، ٣٠، و٦٠ يوماً بعد العلاج (شكل ٣-١) .



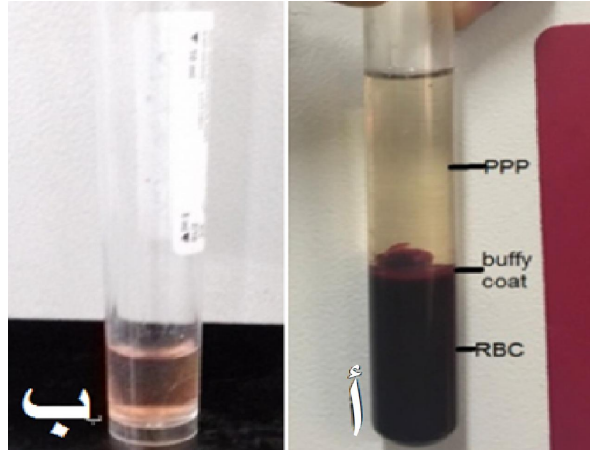
شكل ١-٣ : مخطط تصميم التجربة.

٣-٤: تحضير الحيوانات

تم منع الحيوانات قبل اجراء العملية مدة ٦-١٢ ساعة عن الطعام و٦ ساعات عن الماء وقبل اجراء العملية مباشرة تم تخدير الحيوانات بالمخدر العام المتكون من مزيج الكيتامين هيدروكلورايد بتركيز ٥% وبجرعة ١٠ ملغم / كغم من وزن الجسم والزايلازين بتركيز ٢% وبجرعة ٣ ملغم / كغم من وزن الجسم وقد تم حقن المزيج بعضلة الفخذ وتم تكرار حقن المزيج اثناء العملية الجراحية كلما اقتضت الحاجة ، تم في جميع الحيوانات تحضير مكان اجراء عملية قطع الوتر وهي منطقة النصف السفلي من الساق الواقعة من منتصف عظم القصبة Tibia والشظية Fibula الى حدبة العقب، وكذلك مكان اخذ سقالات الوريد وهي منطقة الجهة الوحشية للنصف العلوي من الرقبة في المجموعة المعاملة بسقالات الوريد، ومكان اخذ سقالة الخلب وهي منطقة البطن السفلى الممتدة من منطقة السرة Umbilicus الى منطقة الحوض في المجموعة المعاملة بسقالة الخلب باتباع المبادئ الاساسية للجراحة .

٣-٥: تحضير سقالة البلازما الغنية بالصفائح الدموية

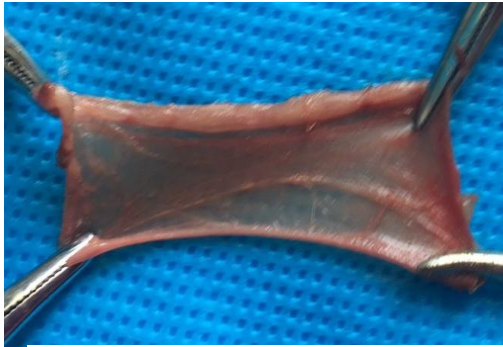
قبل الشروع بالتخدير تم سحب دم بمقدار ٢٠ مل من الوريد الوداجي في حيوانات المجاميع التي استعملت فيها الPRP وقد تم وضع الدم في انبوتي اختبار سعة ١٠ مل تحتوي كل منهما على (١مل) من مانع التخثر Sodium citrate dihydrate بتركيز ٣,٨% وتم بعد ذلك وضع الأنابيب في جهاز الطرد المركزي مدة ١٠ دقائق وبسرعة ١٥٠٠ دورة / دقيقة ليتم فصل الدم اوليا الى ثلاث طبقات العليا تمثل البلازما الفقيرة بالصفائح الدموية (PPP) والوسطى تمثل طبقة الطلاء العازل Buffy coat والطبقة السفلى تمثل كريات الدم الحمراء. تم سحب طبقة البلازما الفقيرة بالصفائح الدموية وطبقة الطلاء العازل وقسم من الجزء العلوي من طبقة كريات الدم الحمراء من كلا الانبوبيين ووضعهم في انبوب فارغ ومن ثم وضعه في جهاز الطرد المركزي مدة ١٥ دقيقة وبسرعة ١٥٠٠ دورة / دقيقة إذ تم فصل المحتويات الى جزأين العلوي الذي يمثل الPPP والسفلي يمثل الPRP، اذ تم التخلص من الPPP والاحتفاظ بالPRP بمقدار (٢مل) لغرض وضعها على الوتر (Malik et al., 2008) (شكل ٣-٢) . وقد تم فحص عينات من دم الحيوان والPRP لحساب عدد الصفائح الموجودة فيهما. قبل وضع البلازما على الوتر ب١٠ دقائق تم اضافة ٢-٤ قطرة من كلوريد الكالسيوم بتركيز ١٠% لغرض تنشيطها (Casati et al., 2006) .



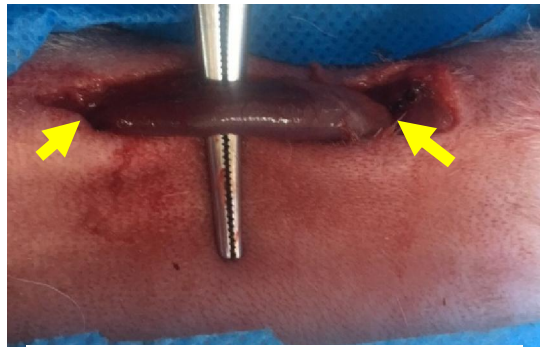
شكل ٣-٢ : خطوات تحضير ال PRP. أ : العزل الاولي للدم الى ثلاث طبقات. ب: ال PRP.

٦-٣: تحضير سقالة الوريد الوداجي الذاتية

تم في حيوانات المجموعة الثالثة تحضير سقالات الوريد الوداجي الذاتية قبل إجراء عملية قطع الوتر وذلك بعد تخدير الحيوان و تحضير الجهة الوحشية لمنطقة النصف العلوي من الرقبة للعملية الجراحية باتباع المبادئ الاساسية التقليدية للجراحة تم عمل قطع في الجلد على مسار الوريد الوداجي بعدها تم فصل النسيج تحت الجلد ثم عزل الوريد الوداجي وربطه بعقدتين من امام وخلف الجزء المراد ازالته (تقريبا بطول ٣ سم) باستعمال خيط الحرير حجم صفر (شكل ٣-٣) ثم تم قطع جزء الوريد بين هذه العقد وازالته خارج الجسم، وبعدها تم فتح جزء الوريد المستأصل طولياً وازالة الانسجة الزائدة المحيطة به (شكل ٣-٤) ووضعه بمحلول الملح الفسيولوجي المحتوي على المضاد الحيوي جينتاميسين ١٠ % (Daradka et al., 2016). اما بالنسبة لمكان العملية فقد تم غلقه باتباع الطرائق الجراحية التقليدية المعتمدة .



شكل ٣-٤ : سقالة الوريد الوداجي الذاتية



شكل ٣-٣ : ربط جزء من الوريد الوداجي بخيط الحرير (السهم) لغرض

٧-٣: تحضير سقالة الخلب الذاتية

تم في حيوانات المجموعة الرابعة تحضير سقالة الخلب الذاتية بحجم (٢-٣) سم قبل إجراء عملية قطع الوتر وذلك بعد تخدير الحيوان و تحضير منطقة البطن السفلى تم عمل شق طولي على طول الخط المتوسط Midline للبطن بطول ٥ سم شمل طبقات البطن جميعاً، وبعدها تم سحب جزء من الطبقة الجدارية للخلب parietal layer خارج جرح البطن (شكل ٣-٣-٥) وقطع جزء منه بطول (٣) سم وازالته من الجسم وتنظيفه من الانسجة المحيطة به ووضعه بمحلول الملح الفسيولوجي المحتوي على المضاد الحيوي جينتاميسين ١٠ % لحين استعماله لاحاطة الوتر (شكل ٣-٦) ، وتم فيما بعد غلق جرح البطن باتباع الطرائق التقليدية الاساسية المتبعة للجراحة .



شكل ٣-٦: سقالة الخلب الذاتية



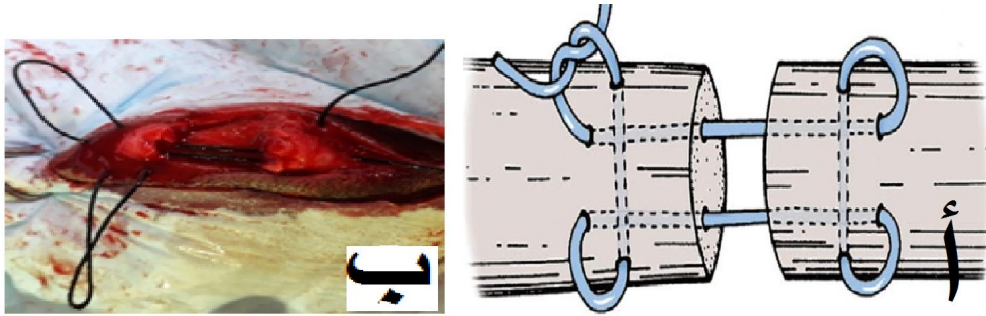
شكل ٣-٥: سحب جزء من الخلب خارج جرح البطن لغرض استئصاله

٨-٣: العملية الجراحية Surgical operation

بعد تخدير الحيوان و تحضير مكان العملية باتباع المبادئ الاساسية للجراحة تم في جميع حيوانات التجربة عمل جرح في الجلد فوق منطقة وتر العرقوب في الجهة الوحشية لمنطقة الساق فوق حدة العقب بمسافة ٣ سم و بطول ٥ سم، وتم بعدها فصل النسيج تحت الجلد ثم اجراء قطع طولي في جنب الوتر. تم عزل وتر العرقوب وقطعه قطعاً مستعرضاً كاملاً وحاداً باستعمال المشروط وبعدها قسمت الحيوانات الى اربع مجاميع اعتماداً على طريقة اصلاح الوتر المستعملة وكالاتي :

١- المجموعة الاولى (مجموعة السيطرة)

استعمل في هذه المجموعة ٦ حيوانات تم فيها تقريب حافات الوتر وخطاؤها باستعمال تقنية كيسلر المحورة وباستعمال خيط جراحي غير ممتص نوع حرير Silk حجم ٢ (شكل ٣-٧) وبعدها تمت خياطة جنب الوتر والنسيج تحت الجلد باستعمال تقنية الخياطة البسيطة المستمرة Simple continuous pattern وباستعمال خيط جراحي ممتص نوع قصابة الكروميك حجم صفر (Catgut No-0)، وبعدها تمت خياطة الجلد بواسطة الخياطة البسيطة المتقطعة Simple interrupted pattern وباستعمال خيط الحرير حجم ١ (No. 1).



شكل ٣-٧: خطوات خياطة الوتر بتقنية كيسلر المحورة أ: مخطط تقنية كيسلر المحورة ب: تطبيق خياطة كيسلر. (Sylvestre, 2019).

٢- المجموعة الثانية

استعمل في هذه المجموعة ٦ حيوانات تمت فيها خياطة الوتر كما في المجموعة الاولى بعد ذلك تم إضافة (٢مل) من ال PRP على الوتر، وبعدها تم غلق الجرح كما في المجموعة الاولى.

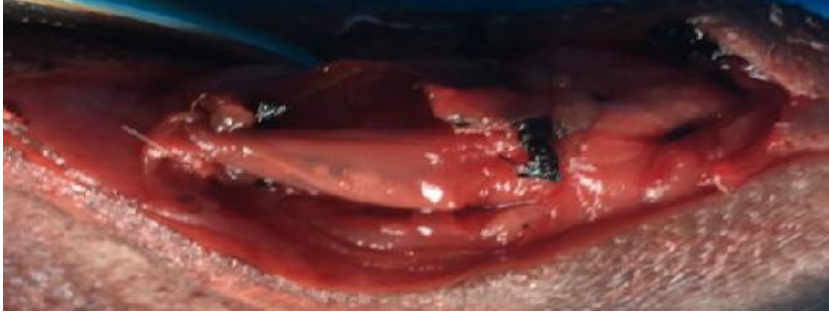
٣- المجموعة الثالثة

استعمل في هذه المجموعة ١٢ حيواناً تم فيها خياطة الوتر كما في المجموعة الاولى وبعدها تمت احاطة الوتر لتدعيمه برقع الوريد الذاتية بشكل مستعرض مع قلب الوريد بحيث كانت طبقة الغلالة البرانية ملاصقة للوتر والغلالة الداخلية مواجهة لجنب الوتر وتم تثبيت جهتي سقالة الوريد على الوتر من الاعلى والاسفل مباشرة بعدة غرز من الخياطة البسيطة المتقطعة باستعمال خيط الحرير حجم ٣- صفر (شكل ٣-٨). قسمت حيوانات هذه المجموعة الى مجموعتين ثانويتين وبشكل متساو، ضمت كل منها ٦ حيوانات وكالاتي:

١- المجموعة الثانوية الاولى : تم فيها ترك الوتر بعد قطعه وخطاؤه وإحاطته بسقالة الوريد الذاتية من دون اضافة ال PRP.

٢- المجموعة الثانوية الثانية :. بعد قطع الوتر وخطاطته وإحاطته بسقالات الوريد تمت إضافة (٢مل) من الPRP مباشرة على الوتر.

تم بعدها غلق الجرح في كلا المجموعتين الثانويتين كما في المجموعة الاولى .



شكل ٣-٨ : احاطة الوتر بسقالات الوريد الوداجي الذاتية وتثبيتها بالوتر.

٤- المجموعة الرابعة

استعمل في هذه المجموعة ١٢ حيواناً تمت فيها خياطة الوتر كما في المجموعة الاولى وبعدها تمت احاطته بسقالات الخلب الذاتية بحيث كانت طبقة الظهر المتوسطة مواجهة لجنب الوتر وتم تثبيت رقعة الخلب على الوتر من الاعلى والاسفل بغرز من الخياطة البسيطة المتقطعة باستعمال خيط الحرير حجم ٣-٣ صفر (شكل ٣-٩) . قسمت الحيوانات فيما بعد الى مجموعتين ثانويتين بشكل متساو، ضمت كل منها ٦ حيوانات وكما يأتي

١- المجموعة الثانوية الاولى : تم فيها ترك الوتر بعد قطعه وخطاطته وإحاطته بسقالات الخلب الذاتية من دون اضافة الPRP .

٢- المجموعة الثانوية الثانية : بعد قطع الوتر وخطاطته وإحاطته بسقالات الخلب الذاتية تم في هذه المجموعة إضافة (٢مل) من الPRP مباشرة على الوتر.

بعدها في حيوانات هذه المجموعة كافة تم غلق الجرح كما في المجموعة الاولى .



شكل ٣-٩ : احاطة الوتر برقعة الخلب الذاتية وتثبيتها بالوتر.

تم بعد العملية مباشرة في جميع حيوانات التجربة تثبيت الطرف المصاب بطريقة التثبيت الخارجي وباستعمال الجبيرة الخارجية Gypsona وقد تمت احاطة مفصل العقب بالكامل وصولاً الى منتصف الساق مع ترك نافذة Window فوق الجرح لغرض التضميد اليومي للجرح.

٩-٣ : العناية بالحيوان بعد العملية الجراحية Post operative care

تمت متابعة الحيوانات في كل المجاميع مدة ٦٠ يوماً بعد العملية وتم اعطاء الحيوانات في اليوم الاول بعد العملية عقار الدايبيرون (الميتالجين) عن طريق الحقن العضلي وبجرعة ١٠ ملغم / كغم من وزن الجسم وكذلك تم اعطاؤها المضاد الحيوي بنسلين ستربتومايسين بالحقن العضلي بجرعة ١٠٠٠٠ وحدة دولية و ١٥ ملغم / كغم من وزن الجسم على التوالي مدة خمسة ايام متتالية، كذلك تم التطهير اليومي للجرح برذاذ الجروح OTC من خلال النافذة الموجودة على الجبيرة لحين التئام الجرح. تم ازالة الخيط الجراحي من الجلد بعد ١٠-١٢ يوماً، وتمت ازالة الجبيرة الخارجية تماما بعد اسبوعين من اجراء العملية .

١٠-٣ : الفحوصات المتبعة بعد اجراء العملية

تم اجراء الفحوصات الاتية لحيوانات المجاميع كافة بعد اجراء العملية الجراحية ولحين الانتهاء من التجربة وقد شملت الاتي:

١٠-٣-١ : الفحص السريري Clinical examination

تم اجراء الفحص السريري اليومي لحيوانات التجربة لمعرفة الحالة الصحية من وقت اجراء العملية الجراحية ولحين اخذ الخزع النسيجية للوتر المعالج لغرض الفحص النسيجي المرضي وشمل الفحص فعالية الحيوان ، نشاطه وشهيته للاكل وتم فحص مكان العملية وملاحظة التغيرات الحاصلة بمكان العملية من ناحية حصول الخمج من عدمه او انفتاح الجرح وكذلك تورم المكان والتئخ الموجود في مكان العملية ، وتم ايضا ملاحظة حركة الحيوان اثناء المشي والهولة لمعرفة هل هناك عرج وفي حالة وجود العرج تم تقييمه وتصنيفه اعتماداً على نظام درجات العرج Lameness scores system (Gamble et al., 2017) لمعرفة مدى قدرة الحيوان على استعمال الطرف المعالج في حالة الوقوف والمشي والهولة خلال مدة ٦٠ يوماً بعد العملية وكما هو موضح في الجدول (٣-٣).

جدول ٣-٣ : يبين نظام درجات العرج المستعمل لتقييم حركة الحيوان.

الدرجة Grade	الوصف Description
I	عرج غير مدرك Imperceptible بالمشي لكنه مدرك بالهرولة trot
II	عرج مدرك في المشي لكنه واضح Apparent في الهرولة
III	عرج واضح في المشي والهرولة
IV	عرج واضح في المشي وشديد لدرجة عدم القدرة على حمل الجسم عند الهرولة
V	عدم القدرة على حمل وزن الجسم Non weight bearing في حالة المشي والهرولة
VI	عدم القدرة على النهوض Rise والمشي

٣-١٠-٢: الفحص بالامواج فوق الصوتية Ultrasound examination

تم استعمال جهاز الامواج فوق الصوتية من نوع Real time ultrasound scanner وباستعمال المجس الخطي ٧,٥ ميكاهرتز لفحص الحيوانات للمدد ١٥، ٣٠، و ٦٠ يوماً بعد العملية، وقد تم فحص الوتر بمنظر وحشي انسي latero-medial view وباتجاه طولي شاقولي Longitudinal مع وضع الطرف المفحوص بوضع السكون Static، اذ تمت ازالة الشعر وتنظيف السطح الوحشي للساق فوق مكان وتر العرقوب ووضع الهلام المخصص للفحص بالامواج فوق الصوتية على المكان المراد فحصه بعدها تم وضع المجس فوق مكان الوتر لغرض الفحص وسجلت القراءات وحفظت في الجهاز ثم نقلت الى قرص خاص لاعتمادها في التشخيص .

٣-١٠-٣: الفحص العياني المرضي Gross pathological examination

تم اجراء الفحص العياني لمكان الوتر المقطوع ووثقت التغيرات المرضية العيانية والتي شملت الالتصاقات بين الوتر والانسجة المجاورة ونوع الالتئام بين جزأي الوتر الذي تم قطعه وعلاجه، واستعمل نظام درجات الالتصاقات Adhesions Score (Daradka et al., 2016) لمعرفة نوع الالتصاق وبالتالي المقارنة بين المجاميع كما هو مبين في الجدول (٣-٤) .

جدول ٣-٤: يوضح نظام الدرجات المستعمل في تقييم نوع الالتصاقات المتكونة بين الوتر والانسجة المحيطة به.

العلامات Criteria	الدرجة Grade
إلتصاقات الجلد وتحت الجلد عند القطع طبيعية والوتر يتحرك بصورة حرة دون مقاومة	صفر
نسيج ليفي و رابط موجود حول الوتر لكن الوتر حر الحركة ووظيفته طبيعية	١
نسيج ليفي و رابط معتدل والوتر متضخم وحركة محددة للوتر خلال النسيج المحيط به	٢
كمية كبيرة من الإلتصاقات،النسيج الرابط والوتر ملتصق على النسيج المحيط وحركة محددة للمفصل .	٣
إلتصاقات جداً كثيرة ونسيج رابط كثيف و الالتصاقات تامة وبشكل كامل للوتر مع النسيج المحيط به مع كبر نهايات الوتر وفقدان وظيفة المفصل والوتر	٤

٣-١٠-٤: الفحص النسيجي المرضي Histopathological examination

أخذت نماذج نسيجية من مكان العملية شملت جزئي الوتر المقطوع ووضعت في محلول الفورمالين الدارى المتعادل بتركيز ١٠ % مدة ١٠-١٥ يوماً لغرض الحفظ بعدها اجريت عليها سلسلة من التمريرات بالكحول والزايول وشمع البارافين وحضرت منها قوالب شمعية ثم قطعت بجهاز المشراح Microtome الى شرائح نسيجية بسمك (٦) مايكرون. صبغت الشرائح النسيجية بصبغة الهيماتوكسيلين والايوسين Hematoxylin and Eosin وحسب طريقة (Luna, 1968). فحصت الشرائح باستعمال المجهر الضوئي وتم تصويرها باستعمال الكاميرا الرقمية .

٣-١١: التحليل الاحصائي للنتائج

تم تطبيق جميع التحليلات الاحصائية في هذه الدراسة باستعمال برنامج التحليل الاحصائي Sigmastat وقد تم التعبير عن النتائج على اساس الوسط الحسابي Mean والخطأ القياسي $\pm S.E.$ باستعمال تحليل التباين One way analysis of Variance واعتماد مستوى المعنوية $P \leq 0,05$ للتمييز بين النتائج.

الفصل الرابع

النتائج

Results

٤-١: تحضير السقالات الذاتية

اظهرت النتائج ان تحضير الPRP تم اجراؤها بسلاسة وبدون اي اجهاد للحيوان والجراح وذات تكلفة بسيطة ومن دون اية عوائق تذكر، وكان معدل عدد الصفائح الدموية الموجودة في الدم الكامل للحيوانات $340000 \pm 0,05$ صفيحة |مايكروليتر في حين كان معدل عدد الصفائح الدموية الموجودة في الPRP للحيوانات $1130000 \pm 0,45$ صفيحة |مايكروليتر، اما طريقة تحضير سقالات الوريد الذاتية فقد كانت سهلة وسريعة لكن من مساوئها حصول تورم في مكان العملية استمر مدة معدل $7 \pm 0,5$ ايام بعد العملية. بينما امتازت تقنية تحضير الخلب بكونها طريقة سهلة، بسيطة، امينة وسريعة لكن من مساوئها حصول تورم في مكان العملية استمر مدة معدل $4 \pm 0,8$ ايام بعد العملية.

٤-٢: الفحص السريري

اظهرت نتائج الفحص السريري لحيوانات التجربة عودة جميع الحيوانات الى كامل نشاطها في اليوم الثاني من اجراء العملية ماعدا حيوان واحد من مجموعة السيطرة وآخر من مجموعة الحيوانات المعالجة بسقالات الوريد فقد اظهرت الخمول خلال اليومين الاوليين بعد العملية، بعدها بدأت حالة هذه الحيوانات بالتحسن والعودة التدريجية للنشاط الطبيعي اذ اظهرت الحيوانات فعالية طبيعية وشهية جيدة، ولم يلاحظ حدوث اي اعراض جانبية وتعقيدات في مكان العملية من خمج موضعي فقد كان مكان الجرح نظيفا ولم يحصل حالات انفتاح غرز الجرح او تلوثه خلال مدة الدراسة.

عيانيا لوحظ حدوث تورم واضح في مكان العملية خاصة في اليوم الثاني من اجراء العملية والذي استمر مدة معدل $(6,7 \pm 0,3)$ يوم في حيوانات السيطرة، $(16,2 \pm 0,1)$ يوم في الحيوانات المعاملة بالPRP $(14,6 \pm 0,3)$ ايام في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، $(5,4 \pm 0,2)$ ايام في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد مع الPRP، $(16,6 \pm 0,4)$ يوم في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل $(3,4 \pm 0,2)$ ايام في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP جدول (٤-١).

جدول ٤-١ : يبين المعدل الزمني (ايام) لوجود التورم في مجاميع التجربة كافة.

اسم المجموعة	الاولى	الثانية	الثالثة	الثالثة	الرابعة	الرابعة
التورم (الوقت)	٧,٦	٢,١٦	٦,١٤	٤,٥	٦,١٦	٤,٣
	٠,٣±	٠,١±	٠,٣±	٠,٢±	٠,٤±	٠,٢±
	a	b	c	d	c	d

المعدل \pm الخطأ القياسي، الحروف المختلفة تشير الى اختلاف معنوي بين المجاميع عند مستوى $P \leq 0,05$.

لوحظ وجود نتخن في مكان العملية في اليوم التالي بعد العملية في جميع حيوانات التجربة وبدرجات متفاوتة بين المجاميع، اذ لوحظ ان النتخن كان شديداً Sever thickness مدة معدل (١٢ \pm ٠,٧) يوماً في مجموعة السيطرة في حين أنه كان (٨,٥ \pm ٠,٢) يوماً في الحيوانات المعاملة بالPRP، (١٧,٧٥ \pm ٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، (١٥,٧٥ \pm ٠,٢٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد مع الPRP، (١٥,٥ \pm ٠,٢) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل (١٤ \pm ٠,٤) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP، وبعدها بدأ بالتراجع حيث كان بدرجة معتدلة في اليوم معدل (٣٥,٥ \pm ٠,٥) يوماً في مجموعة السيطرة، (٢٧ \pm ٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بالPRP، (٣٣ \pm ٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، (٣٠,٥ \pm ٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد مع الPRP، (٣١ \pm ٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل (٢٨,٥ \pm ٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP، وبعد هذا بدأ النتخن بالاختفاء تدريجياً واصبح غير واضح بمعدل (٤٤,٥ \pm ٠,٥) يوماً في مجموعة السيطرة، (٣٦ \pm ٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بالPRP، (٤٤ \pm ٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، (٤٠,٥ \pm ٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد مع الPRP، (٤٢ \pm ٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل (٣٨,٥ \pm ٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP جدول (٤-٢).

جدول ٤-٢ : يبين المعدل الزمني (ايام) لوجود التئخن لمجاميع التجربة كافة.

اسم المجموعة	الاولى	الثانية	الثالثة	الثالثة	الرابعة	الرابعة	اسم المجموعة
نوع التئخن	السيطرة	PRP	الذاتية	الذاتية	الذاتية	الذاتية	نوع التئخن
تئخن شديد	١٢ ٠,٧± a	٨,٥ ٠,٢٨± b	١٧,٧٥ ٠,٢٥± c	١٥,٧٥ ٠,٢± d	١٥,٥ ٠,٢± d	١٤ ٠,٤± e	تئخن شديد
تئخن معتدل	٣٥,٥ ٠,٥± a	٢٧ ٠,٠± b	٣٣ ٠,٥± c	٣٠,٥ ٠,٠± d	٣١ ٠,٠± d	٢٨,٥ ٠,٥± e	تئخن معتدل
عدم وضوح التئخن	٤٤,٥ ٠,٥± a	٣٦ ٠,٠± b	٤٤ ٠,٠± a	٤٠,٥ ٠,٥± d	٤٢ ٠,٠± e	٣٨,٥ ٠,٥± f	عدم وضوح التئخن

المعدل \pm الخطأ القياسي، الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير الى اختلاف معنوي

بين المجاميع عند مستوى $P \leq ٠,٠٥$.

أظهرت الحيوانات بعد العملية جميعاً العرج الشديد والذي يصنف من النوع الثاني في جميع حيوانات الدراسة اعتماداً على نظام درجات العرج Lameness Score System والمتمثل بالعرج الواضح عند المشي والظاهر المميز عند الهولة ، وقد استمر مدة معدل (٠,٣٦±١٤) يوماً في مجموعة السيطرة، (٠,٣±٧,٦) أيام في الحيوانات المعاملة بالPRP، (٠,٥±١١) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، (٠,٢±٧,٦) أيام في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد مع الPRP، (٠,٣٤±٩,٣) أيام في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل (٠,٢±٧,٣) أيام في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP. بعد هذه المدد أظهرت الحيوانات تحسناً تدريجياً في المشي والحركة إذ تراجعت شدة العرج إذ يمكن تصنيفه من النوع الأول المتمثل بالعرج غير الواضح عند المشي ولكن واضح عند الهولة والركض في معدل (٠,٥±٢٩,٥) يوماً في مجموعة السيطرة، (٠,٢±٢٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بالPRP، (٠,٤±٢٠,٧) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، (٠,٦±١٦,٢) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد مع الPRP، (١٩,٢)

±٠,٣٤) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل (١٥,٧ ±٠,٢) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP، وقد استمرت حركة الحيوانات بالتحسن التدريجي من ناحية الهرولة واصبحت الحركة طبيعية من ناحية المشي بعد معدل (٥٥,٥ ±٠,٥) يوماً في مجموعة السيطرة، (٤٤ ±٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بالPRP، (٤٣ ±٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد، (٣٩,٥ ±٠,٥) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب، في حين استمر مدة معدل (٣٩ ±٠,٠) يوماً في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والPRP جدول (٣-٤).

جدول ٣-٤ : يبين المعدل الزمني (ايام) لوجود العرج في مجاميع التجربة كافة.

اسم المجموعة	الاولى	الثانية	الثالثة	الثالثة	الرابعة	الرابعة
نوع العرج	السيطرة	PRP	سقالات الوريد الذاتية	سقالات الوريد الذاتية	سقالات الخلب الذاتية	سقالات الخلب الذاتية والPRP
عرج من الدرجة الثانية	١٤ ٠,٣٦± a	٧,٦ ٠,٣± b	١١ ٠,٥± c	٧,٦ ٠,٢± b	٩,٣ ٠,٣٤± e	٧,٣ ٠,٢± b
عرج من الدرجة الاولى	٢٩,٥ ٠,٥± a	٢٠,٥ ٠,٢± b	٢٠,٧ ٠,٤± b	١٦,٢ ٠,٦± c	١٩,٢ ٠,٣٤± b	١٥,٧ ٠,٢± c
تحسن الحركة	٥٥,٥ ٠,٥± a	٤٤, ١,٠± b	٤٣ ٠,٠± b	٣٩,٥ ٠,٥± d, c	٤٢ ٠,٠± b, c	٣٩ ٠,٠± d

المعدل ± الخطأ القياسي، الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير الى اختلاف معنوي بين المجاميع عند مستوى $P \leq ٠,٠٥$.

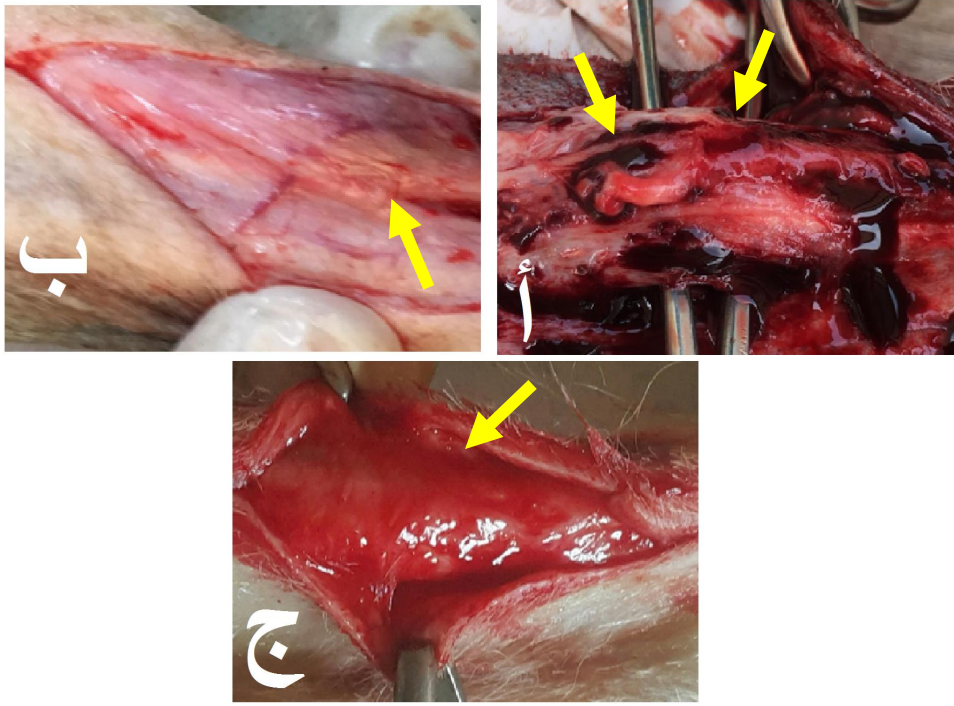
٣-٤: التغيرات المرضية العيانية

أظهر الفحص العياني لمكان العملية في مجموعة السيطرة وجود التصاقات كانت من الدرجة ال٤ و٣ في اليوم ١٥ بعد العملية وحصول التحام غير كامل لجزأي الوتر المقطوع وفي اليوم ٣٠ بعد العملية كانت الالتصاقات من الدرجة ال٣ و٢ وحصول التحام كامل لجزأي الوتر

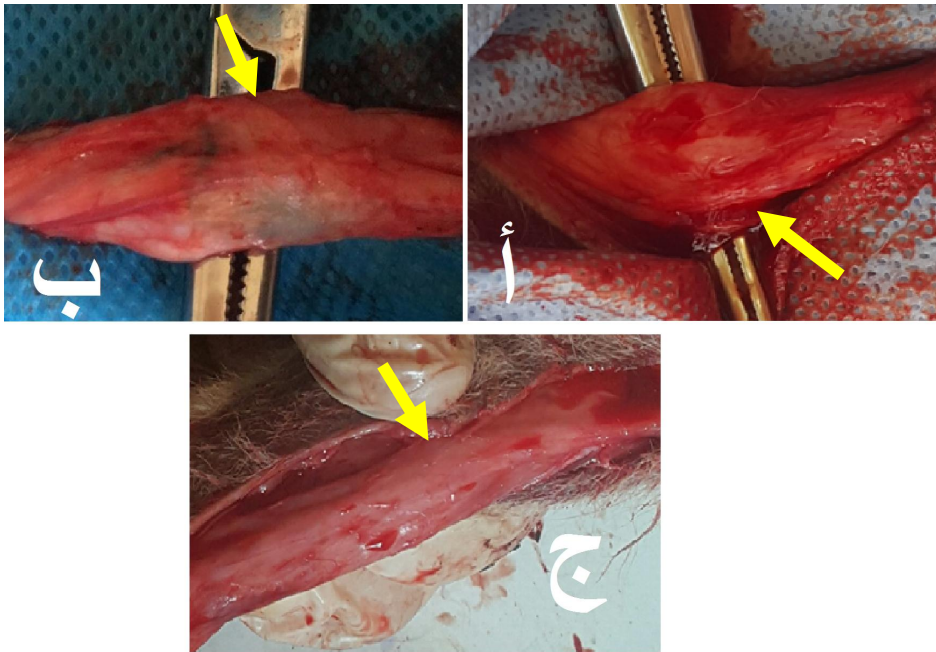
المقطوع، أما في اليوم ٦٠ بعد العملية فقد كانت الالتصاقات من الدرجة ال ١ و ٢ (شكل ٤ - ١). أما في الحيوانات المعاملة بال PRP فقد كانت الالتصاقات من نوع الدرجة ال ٢ في اليوم ١٥ بعد العملية مع التحام كامل لجزأي الوتر المقطوع، وفي المدة ٣٠ و ٦٠ بعد العملية كانت الالتصاقات من الدرجة ١ او صفر على التوالي (شكل ٤-٢)، في حين كانت الالتصاقات في المجموعة المعاملة بسقالات الوريد من الدرجة ال ٣ في اليوم ١٥ بعد العملية مع التحام كامل لجزأي الوتر المقطوع والدرجة ٢ و ١ لليوم ٣٠ و ٦٠ بعد العملية على التوالي (شكل ٤-٣). أما في الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد وال PRP فقد كانت الالتصاقات من الدرجة ال ٣ و ٢ للمدة ١٥ يوماً بعد العملية مع التحام كامل لجزأي الوتر المقطوع والدرجة ال ٢ و ١ للمدة ٣٠ يوماً بعد العملية، في حين كانت من الدرجة صفر في مدة ال ٦٠ يوماً بعد العملية (شكل ٤-٤)، بينما في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب لوحظ حدوث التحام كامل لجزأي الوتر المقطوع في المدة ١٥ يوم مع وجود التصاقات من الدرجة ٣، اما في مدة ٣٠ و ٦٠ يوم بعد العملية فقد لوحظ حدوث التصاقات من الدرجة ١ او صفر على التوالي (شكل ٤-٥). وفي حيوانات المجموعة المعاملة بالخلب وال PRP فقد كانت الالتصاقات من الدرجة ال ٢ للمدة ١٥ يوم بعد العملية مع التحام كامل لجزأي الوتر المقطوع والدرجة ال ١ للمدة ٣٠ يوماً بعد العملية، في حين كانت من الدرجة صفر في مدة ال ٦٠ يوماً بعد العملية (شكل ٤-٦). ان الفروقات في نوع الالتصاقات موضحة في الجدول (٤-٤).

جدول ٤-٤ : يبين نوع درجة الالتصاقات حول الوتر في مجاميع التجربة كافة.

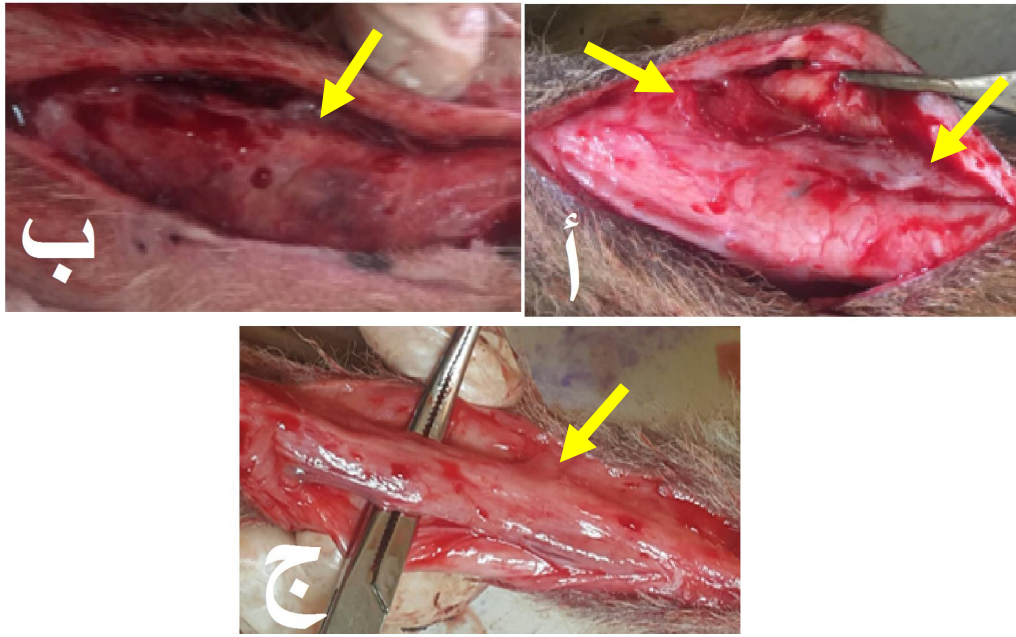
اسم المجموعة	الاولى	الثانية	الثالثة	الثالثة	الرابعة	الرابعة
المدة بعد العملية	السيطرة	ال PRP	الوريد الذاتية	الوريد الذاتية	الخلب الذاتية	الخلب الذاتية
١٥ يوم	٣ و ٤	٢	٣	٣ و ٢	٣	٢
٣٠ يوم	٢ و ٣	١	٢	٢ و ١	١	١
٦٠ يوم	١ و ٢	صفر	١	صفر	صفر	صفر



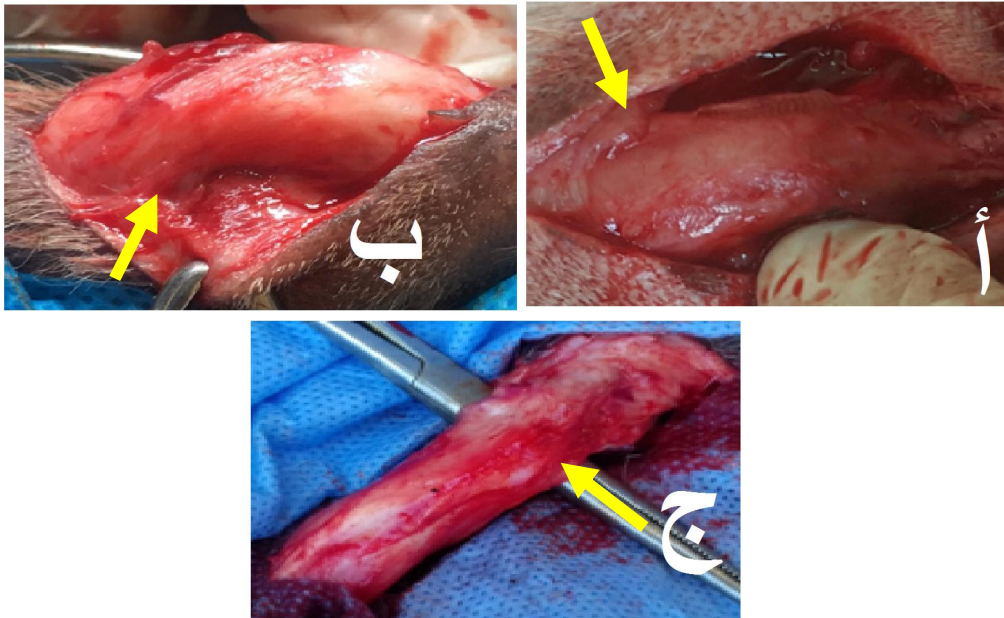
شكل ٤-١: يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات السيطرة (أ): ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال٤ والتحام غير كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال٣ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال٢(السهم).



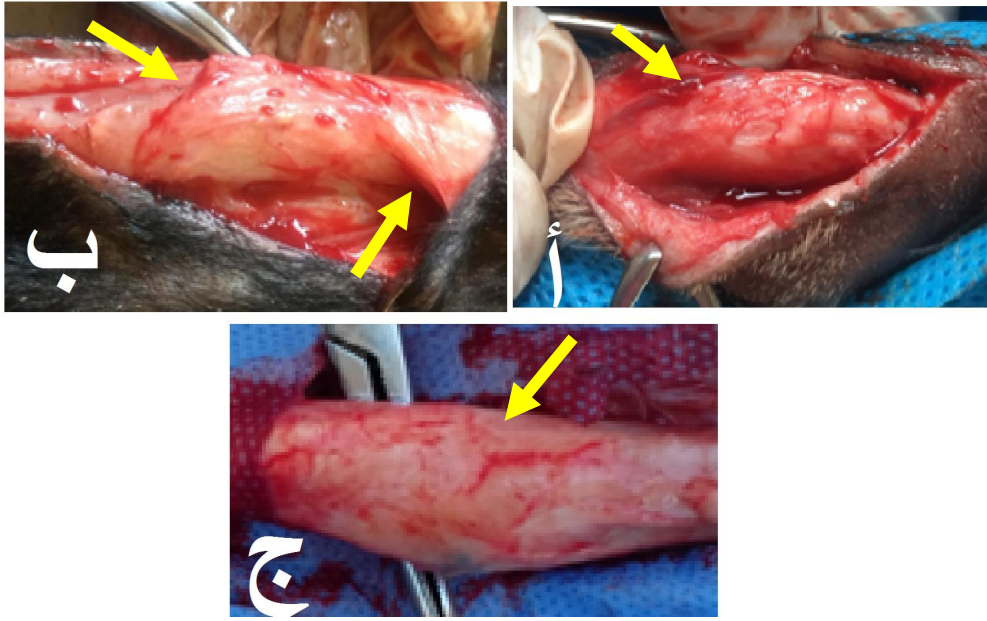
شكل ٤-٢: يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP (أ) : ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال٢ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال١(السهم) (ج) : ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر(السهم).



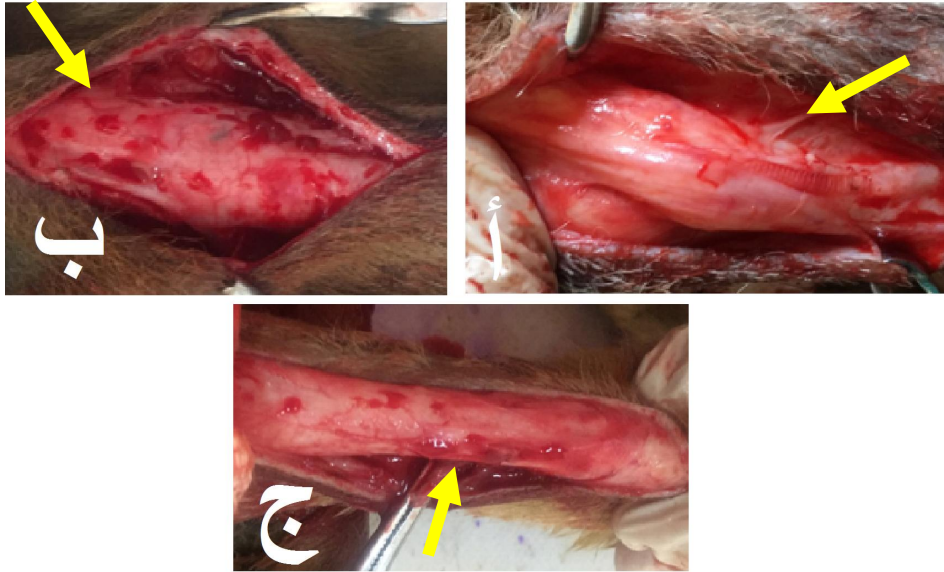
شكل ٤-٣: يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) (أ): ١٥ يوما بعد العملية وبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتئام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية وبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢ (السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية وبين وجود التصاقات من الدرجة ال (السهم) ١.



شكل ٤-٤: يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد وال PRP) (أ): ١٥ يوما بعد العملية وبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتئام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب): ٣٠ يوما بعد العملية وبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢ (السهم) (ج): ٦٠ يوما بعد العملية وبين وجود التصاقات من الدرجة صفر (السهم).



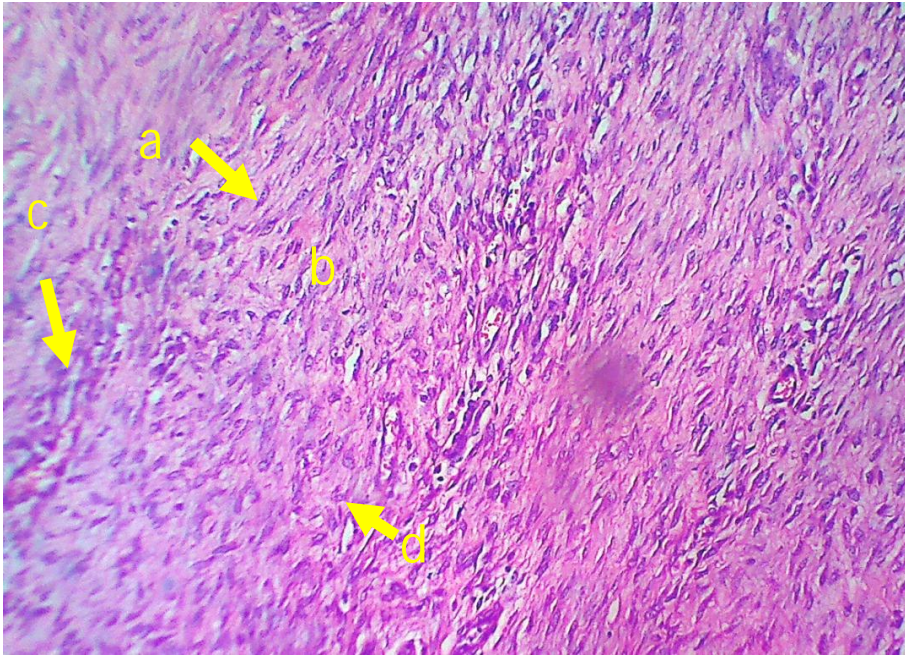
شكل ٤-٥: يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى) والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب (أ) : ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٣ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب) : ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢ (السهم) (ج) : ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر (السهم).



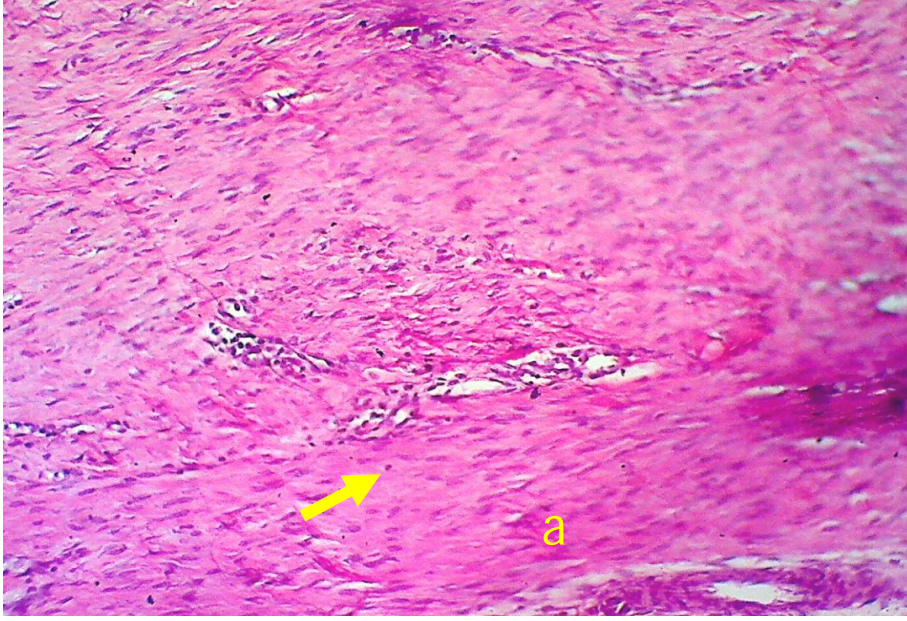
شكل ٤-٦: يوضح وتر العرقوب عيانيا في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية) والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب وال PRP (أ) : ١٥ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ٢ والتحام كامل لجزأي الوتر المقطوع (السهم) (ب) : ٣٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة ال ١ (السهم) (ج) : ٦٠ يوما بعد العملية يبين وجود التصاقات من الدرجة صفر (السهم).

المجموعة الأولى

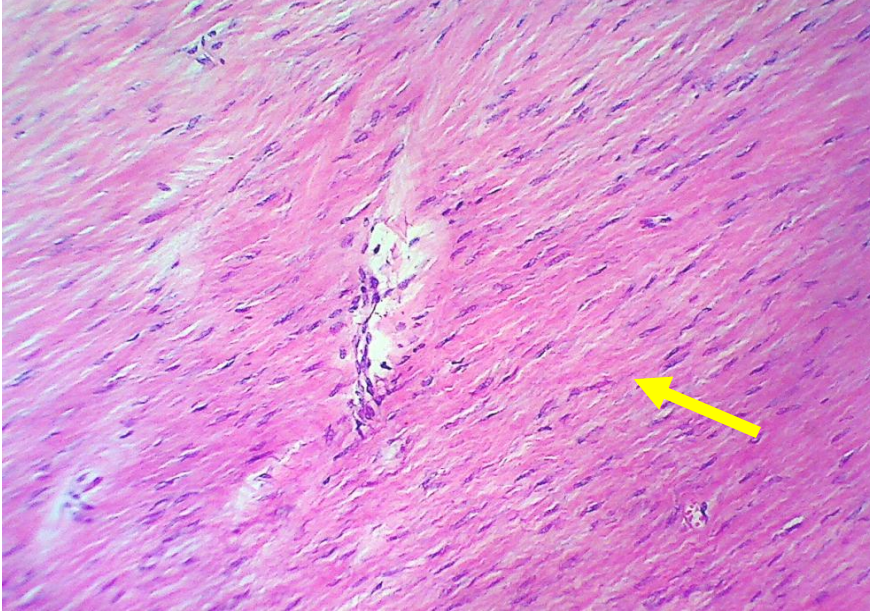
أوضح الفحص النسجي المرضي لحيوانات السيطرة بعد ١٥ يوماً من العملية تكون النسيج الحبيبي المتكون من فرط تنسج الخلايا الليفية ذات الانوية الكبيرة المغزلية مع قلة في كثافة الألياف الكولاجينية فضلاً عن تكون الأوعية الدموية حديثة التكوين بين نهايتي القطع الجراحي، كما لوحظ ارتشاح الخلايا الالتهابية احادية النواة Mononuclear inflammatory cells والمتمثلة بالخلايا البلعمية واللمفية والبلازمية (شكل ٤-٧)، وبعد مرور ٣٠ يوماً من العملية اظهر الفحص النسجي المرضي نضجاً في النسيج الحبيبي فقد تميز بكثافة الألياف الكولاجينية Dense collagen fibers مع قلة في أعداد الارومات الليفية، فضلاً عن ارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية احادية النواة بين الألياف الكولاجينية (شكل ٤-٨)، فيما اظهر الفحص بعد مرور ٦٠ يوماً من العملية وجود النسيج الضام الناضج Mature connective tissue في منطقة الالتئام فقد لوحظ انتظام في أشكال الألياف الكولاجينية Organization of collagen fibers مع وجود أعداد قليلة من خلايا الارومات الليفية، اما خلايا التفاعل الالتهابي فقد كانت اقل شدة مقارنة بالمدتين السابقتين (شكل ٤-٩).



شكل ٤-٧: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات مجموعة السيطرة في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح فرط تنسج الارومات الليفية ذات الانوية الكبيرة المغزلية (a) مع قلة في كثافة الألياف الكولاجينية (b) فضلاً عن تكون الأوعية الدموية حديثة التكوين والتي ظهرت متوسعة بين نهايتي القطع الجراحي (c)، كما لوحظ ارتشاح الخلايا الالتهابية احادية النواة (d). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100X.



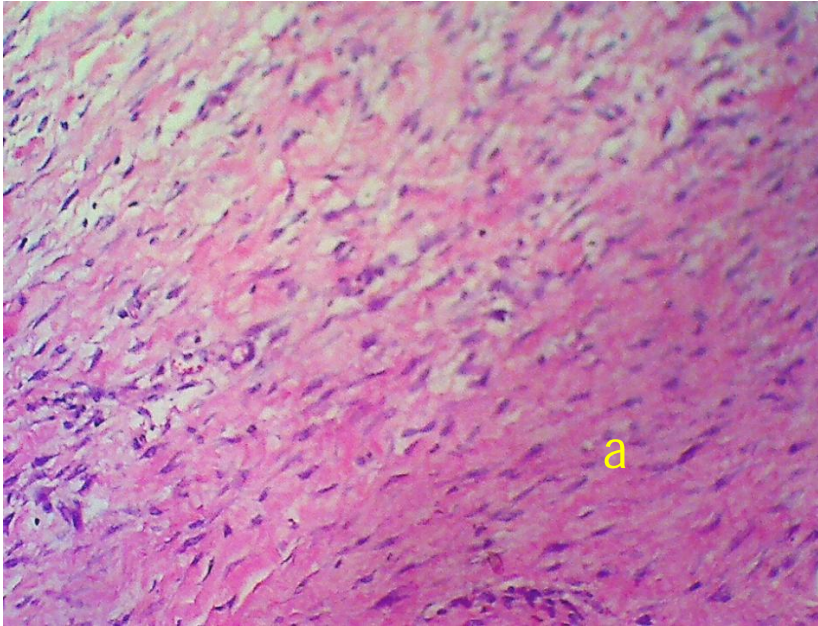
شكل ٤-٨: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات مجموعة السيطرة في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضج في النسيج الحبيبي (a) فقد تميز بكثافة ونضوج الألياف الكولاجينية مع قلة في اعداد الارومات الليفية الفعالة ، فضلاً عن ارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية احادية النواة بين الألياف الكولاجينية (السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100 .



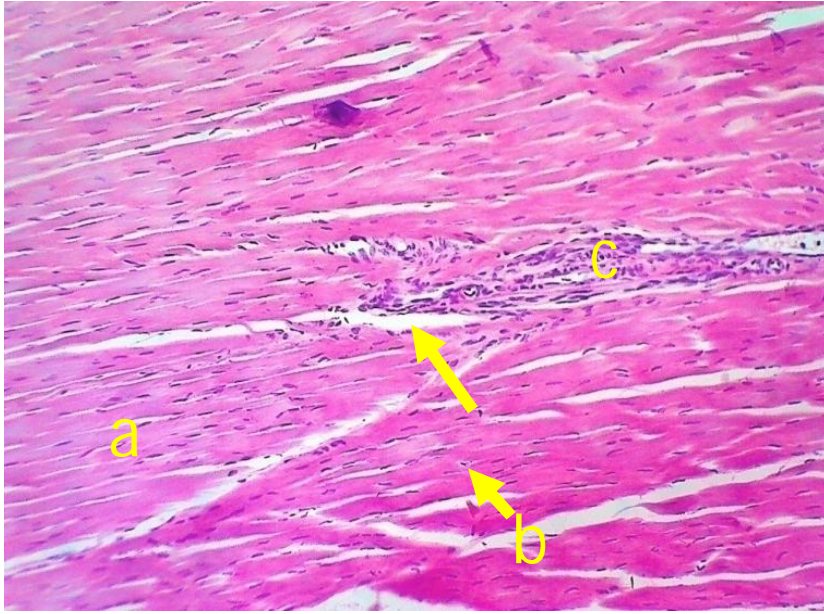
شكل ٤-٩: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات مجموعة السيطرة في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح وجود النسيج الضام الناضج في منطقة الالتئام (السهم) وانتظام في أشكال الألياف الكولاجينية مع وجود اعداد قليلة من خلايا الارومات الليفية، وقلة في ارتشاح الخلايا الالتهابية. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100 .

٤-٤-٢:- المجموعة الثانية

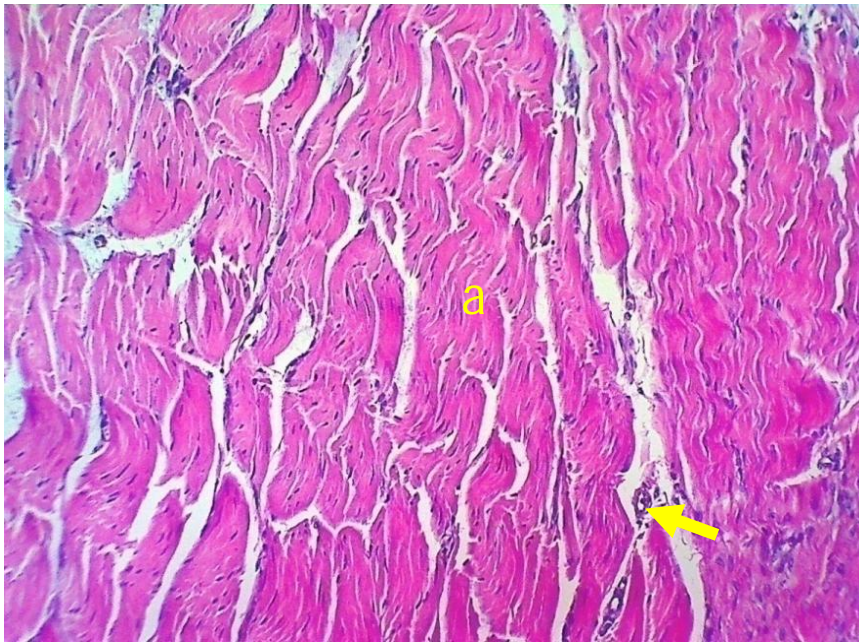
اظهر الفحص النسجي المرضي لحيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP بعد ١٥ يوماً من العملية وجود تغيرات نسجية تمثلت بوضوح عملية الالتئام وذلك من خلال تكوين النسيج الحبيبي المتكون من الألياف الكولاجينية وخلايا الارومات الليفية والتي ظهرت أكثر نضوجاً في هذه المدة مقارنة مع مجموعة السيطرة وقد كانت النسبة بين أعداد خلايا الارومات الليفية مع كثافة الألياف الكولاجينية تقريباً متساوية، فضلاً عن وضوح ارتشاح الخلايا الالتهابية احادية النواة اللمفية، البلعمية والبلازمية (شكل ٤-١٠) ، اما بعد ٣٠ يوماً من العملية فقد اظهر الفحص تكون الألياف الكولاجينية الأكثر حامضية More eosinophilic بأخذها صبغة الايوسين بشدة مع قلة في اعداد الارومات الليفية مقارنة مع المجموعة السابقة اضافة إلى وضوح الودمة بين الألياف الكولاجينية فضلاً عن الارتشاح الطفيف جداً للخلايا الالتهابية مع احتقان الأوعية الدموية الشعرية (شكل ٤-١١)، بينما بعد ٦٠ يوم يوماً من العملية فقد اظهر الفحص اكتمال نضوج النسيج الحبيبي والذي تمثل بنضوج الألياف الكولاجينية وانتظامها بشكل افضل من مجموعة السيطرة مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية وتوسع الشعيرات الدموية واحتقانها وعدم وجود للخلايا الالتهابية (شكل ٤-١٢).



شكل ٤-١٠: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح وجود النسيج الحبيبي المتكون من الألياف الكولاجينية وخلايا الارومات الليفية (a) والتي ظهرت أكثر نضوجاً في هذه المدة مقارنة مع مجموعة السيطرة الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 400 X.



شكل ٤-١١: مقطع نسيجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح تكون الألياف الكولاجينية الأكثر حامضية بأخذها صبغة الايوسين بشدة مع قلة في اعداد الارومات الليفية (a) اضافة الى وضوح الودمة (السهم) بين الألياف الكولاجينية فضلاً عن الارتشاح الطفيف جداً للخلايا الالتهابية (b) مع احتقان الأوعية الدموية الشعرية (c). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100X.

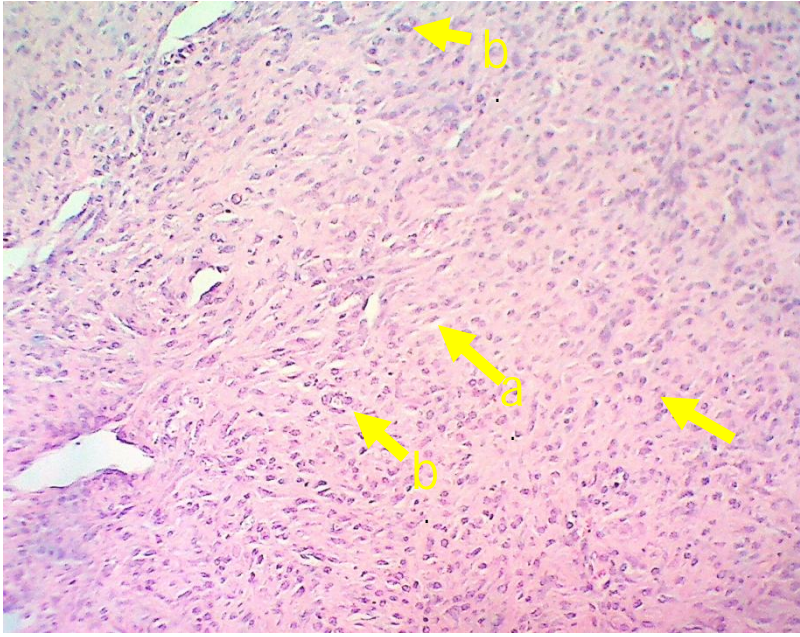


شكل ٤-١٢: مقطع نسيجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثانية المعاملة بالPRP في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح نضوج النسيج الحبيبي (a) المتمثل بنضوج الألياف الكولاجينية مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية وتوسع الشعيرات الدموية واحتقانها (السهم) وعدم وجود للخلايا الالتهابية. الصبغة ماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100X.

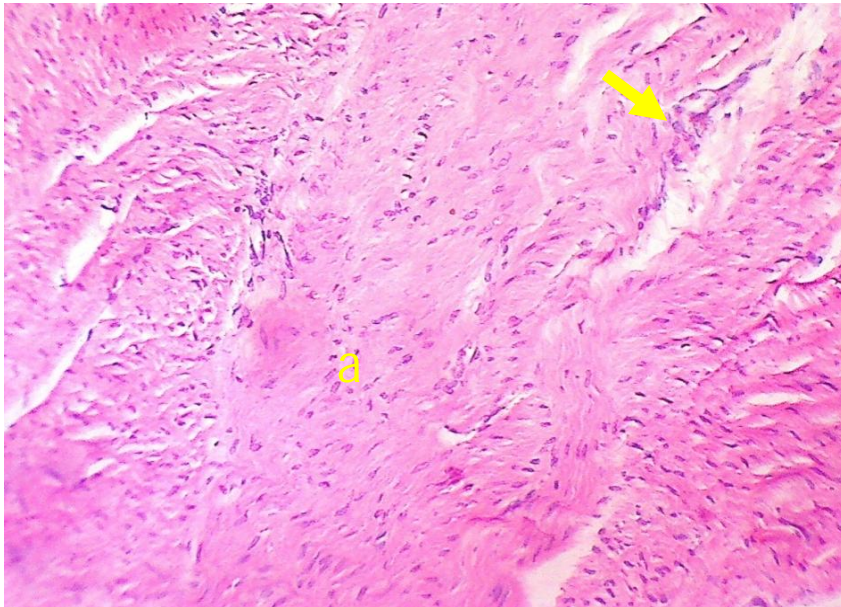
٤-٤-٣: المجموعة الثالثة

اظهر الفحص النسجي المرضي لحيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الاولى) والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد بعد مرور ١٥ يوماً من العملية وجود تفاعل التهابي في منطقة القطع والذي تمثل بارتشاح للخلايا الالتهابية فضلاً عن وضوح عملية الالتئام بين جزأي الوتر المقطوع والتي تمثلت بفرط تنسج الارومات الليفية اضافة الى نشوء اوعية دموية شعرية حديثة التكوين (شكل ٤-١٣). اما بعد مرور ٣٠ يوماً من العملية فقد اظهر الفحص النسجي المرضي نضوج النسيج الحبيبي في منطقة الالتئام والذي تميز باحتوائه على اليف الكولاجين الكثيفة، الناضجة والاكثر حامضية Dense mature oesinophilic collagen fiber مع وجود اعداد طفيفة لخلايا الارومات الليفية التي ظهرت بكثافة اقل من المجموعة السابقة فضلاً عن احتقان وتوسع الشعيرات الدموية (شكل ٤-١٤)، بينما شوهد في اليوم ٦٠ بعد العملية وضوح عملية الالتئام وذلك بتكوين الألياف الكولاجينية المنتظمة بشكل اكبر مقارنة بمجموعة السيطرة ووجود الوذمة بين الألياف الكولاجينية مع الارتشاح الطفيف لخلايا الارومات الليفية مقارنة مع المجاميع السابقة ، فضلاً عن عدم وجود تفاعل التهابي في منطقة الالتئام (شكل ٤-١٥).

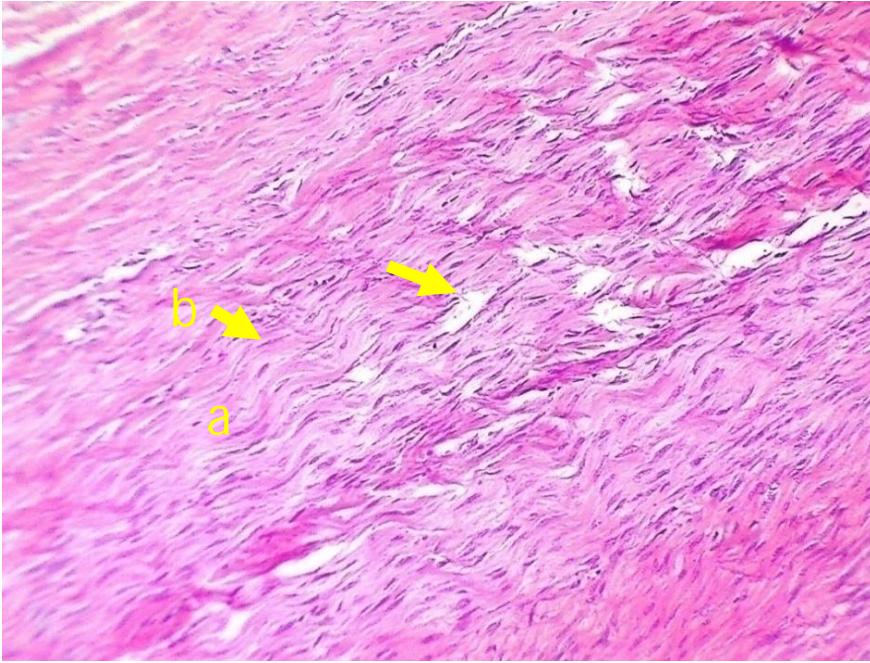
اظهر الفحص النسجي المرضي للحيوانات المجموعة الثانوية الثانية التي تم فيها احاطة الوتر بالوريد والPRP بعد ١٥ يوماً من العملية وجود تغيرات نسجية تمثلت بتكوين النسيج الحبيبي الحديث في منطقة الالتئام بين جزئي الوتر المقطوع، والذي تميز بفرط تنسج الارومات الليفية مع كثافة الألياف الكولاجينية المتموجة غير الناضجة Immature waved collagen fibers مقارنة بالمجاميع السابقة، وشوهد أيضاً احتقان Congestion شديد للأوعية الدموية الشعرية الحديثة (شكل ٤-١٦) ، اما بعد مرور ٣٠ يوماً من العملية الجراحية فقد لوحظ تقدم في عملية الالتئام والتي تمثل بكثافة ونضوج الألياف الكولاجينية مع تكاثر متوسط Moderate proliferation of fibroblast للارومات الليفية، كما لوحظ وجود الوذمة وارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية حول الأوعية الدموية (شكل ٤-١٧)، اما بعد مرور ٦٠ يوماً من العملية فقد اظهر الفحص النسجي المرضي تقدم وتحسن الالتئام بين طرفي الوتر المقطوع مقارنة مع المجموعة السابقة والذي تميز بنضوج الألياف الكولاجينية والتي ظهرت اكثر حامضية وانتظاماً ، اضافة الى وجود الوذمة بين الألياف الكولاجينية مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية (شكل ٤-١٨).



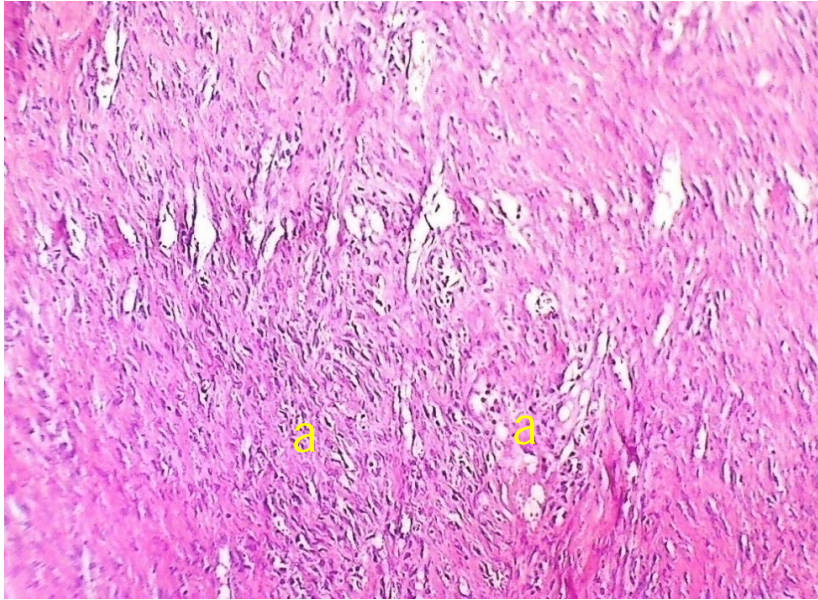
شكل ٤-١٣: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الأولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح وجود تفاعل التهابي في منطقة القطع والمتمثل بارتشاح للخلايا الالتهابية (السهم) مع وضوح عملية الالتئام والمتمثلة بفطر تنسج الارومات الليفية (a) وتكوين اوعية دموية شعرية حديثة (b).
الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



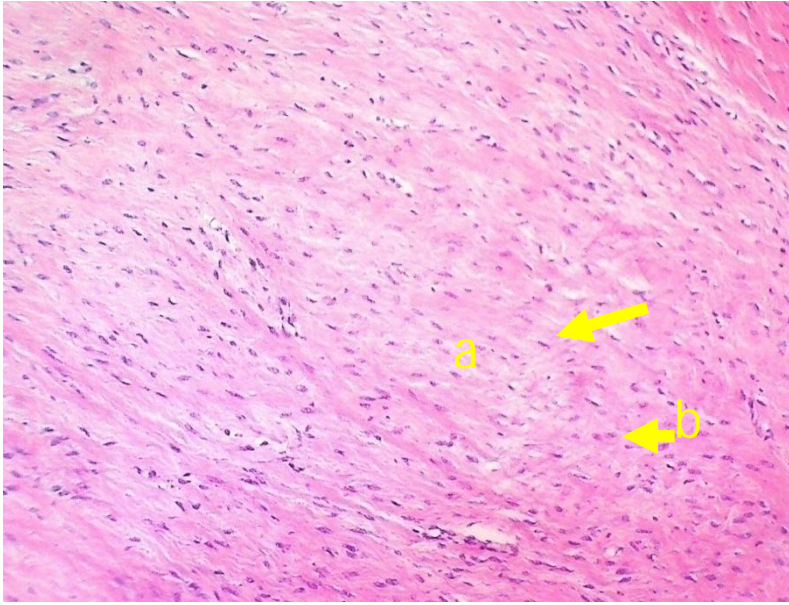
شكل ٤-١٤: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الأولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضوج النسيج الحبيبي في منطقة الالتئام والذي تميز باحتوائه على الياف الكولاجين الكثيفة الناضجة والاكثر حامضية ووجود اعداد طفيفة لخلايا الارومات الليفية (a) مع احتقان الشعيرات الدموية وتوسعها (السهم).
الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



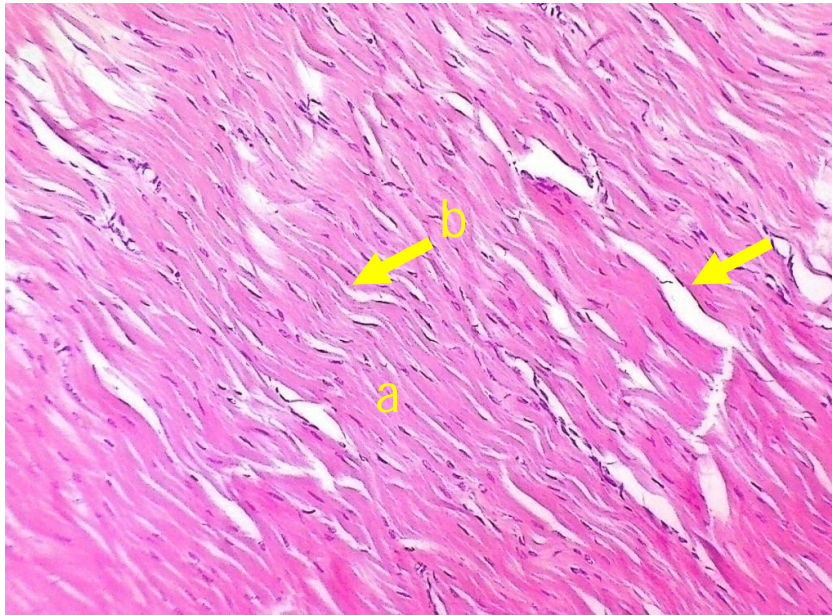
شكل ٤-١٥: مقطع نسيجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الأولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح تكوين الألياف الكولاجينية المنتظمة (a) ووجود الوذمة (السهم) بين الألياف الكولاجينية مع الارتشاح الطفيف لخلايا الارومات الليفية (b) مقارنة مع المجاميع السابقة، فضلاً عن عدم وجود تفاعل التهابي. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



شكل ٤-١٦: مقطع نسيجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح وجود تغيرات نسيجية تمثلت بتكوين النسيج الحبيبي (a) في منطقة الالتئام بين جزأي الوتر المقطوع، والذي تميز بفرط تنسج الارومات الليفية مع الألياف الكولاجينية المتموجة غير الناضجة. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



شكل ٤-١٧: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح تقدم في عملية الالتئام والتي تمثلت بكثافة الألياف الكولاجينية ونضوجها (a) مع تكاثر متوسط للارومات الليفية (السهم) وارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية (b). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100 .

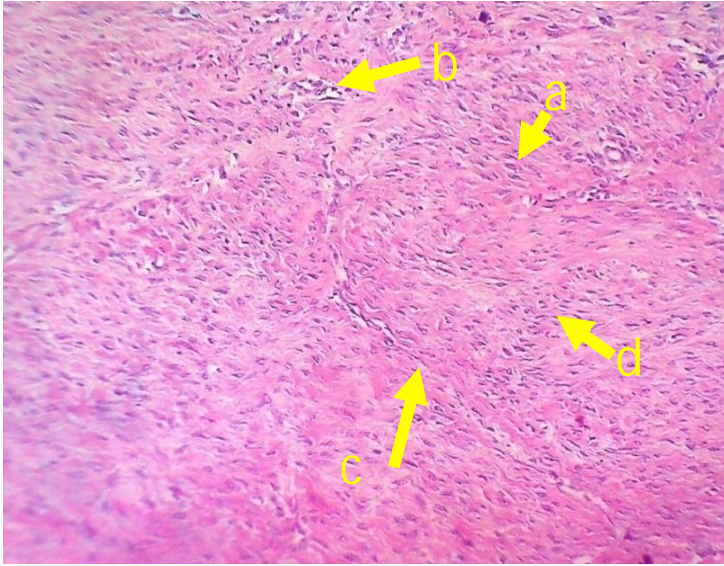


شكل ٤-١٨: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الثالثة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الوريد والPRP) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح تحسن الالتئام بين طرفي الوتر المقطوع والذي تميز بنضوج الألياف الكولاجينية (a) والتي ظهرت أكثر حامضية مع وجود الودمة بين الألياف الكولاجينية (السهم) مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية (b). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير X 100 .

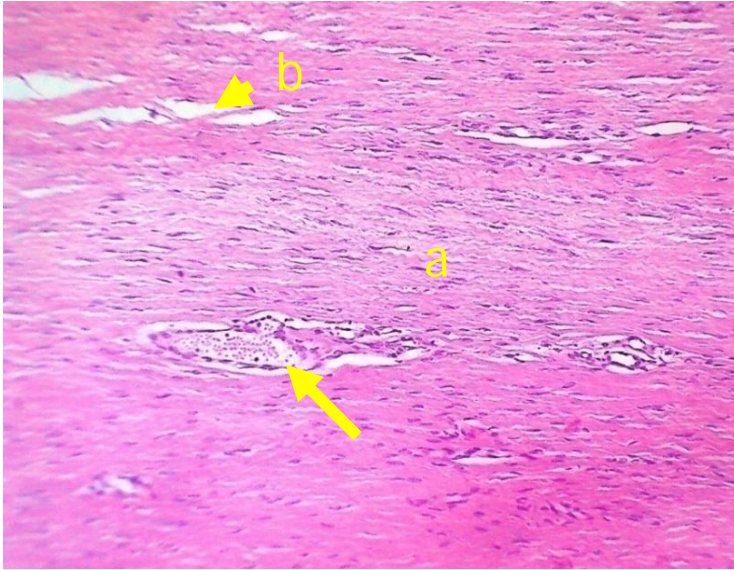
المجموعة الرابعة

اظهر الفحص النسجي المرضي لحيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى) والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب بعد ١٥ يوماً من العملية وضوح عملية الالتئام بفرط تنسج الارومات الليفية مع وجود اعداد قليلة من الأوعية الدموية الشعرية، فضلاً عن قلة في كثافة الألياف الكولاجينية في منطقة الالتئام مقارنة بالمجموعة الثالثة والثانية مع وجود ارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية احادية النواة (شكل ٤-١٩). اما بعد مرور ٣٠ يوماً من العملية فقد لوحظ نضوج النسيج الضام في منطقة الالتئام المتكون من الألياف الكولاجينية المنتظمة والمرتبة والاكثر حامضية، مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية فضلاً عن توسع واحتقان الشعيرات الدموية ووضوح الودمة بين الألياف الكولاجينية (شكل ٤-٢٠) ولم يلاحظ وجود تفاعل التهابي في المنطقة. اما بعد ٦٠ يوماً من العملية فقد لوحظ تحسن في نضج النسيج الضام في منطقة الالتئام، وقد ظهرت الألياف الكولاجينية اكثر حامضية مع قلة في اعداد الارومات الليفية فضلاً عن عدم وجود تفاعل التهابي في منطقة الالتئام (شكل ٤-٢١).

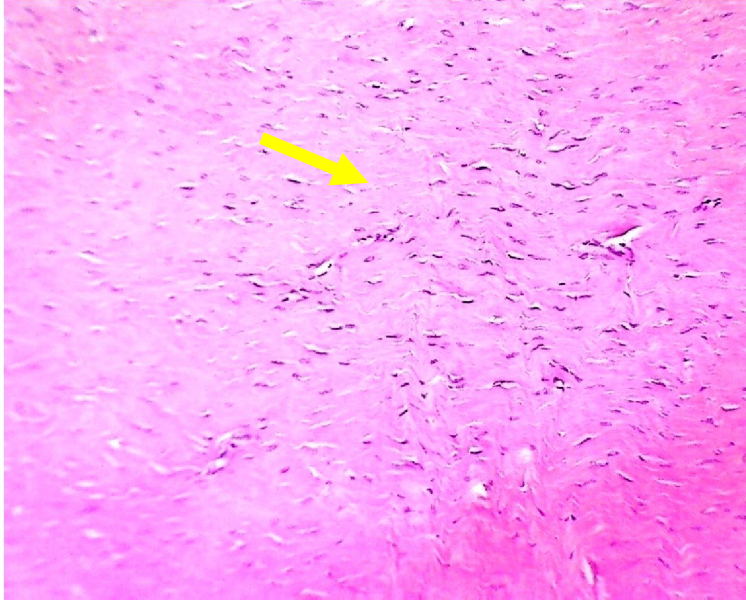
اظهر الفحص النسجي المرضي لحيوانات المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP بعد ١٥ يوماً من العملية تكون النسيج الحبيبي في منطقة الالتئام والمتكون من اعداد كثيفة من الارومات الليفية وباشكال مختلفة بين الألياف الكولاجينية مع وضوح الودمة (شكل ٤-٢٢). وبعد مرور ٣٠ يوماً من العملية شوهد نضوج وكثافة في النسيج الضام المتكون من الألياف الكولاجينية مع قلة في اعداد الارومات الليفية، اضافة الى عدم وجود التفاعل الالتهابي (شكل ٤-٢٣). اما بعد مرور ٦٠ يوماً من العملية فقد اظهر الفحص النسجي لهذه المجموعة تقدم وتحسن عملية الالتئام من خلال وجود الألياف الكولاجينية الناضجة والاكثر حامضية وانتظامها بصورة افضل من المجموعة السابقة مع قلة في اعداد الارومات الليفية ووضوح الودمة بين الألياف الكولاجينية (شكل ٤-٢٤).



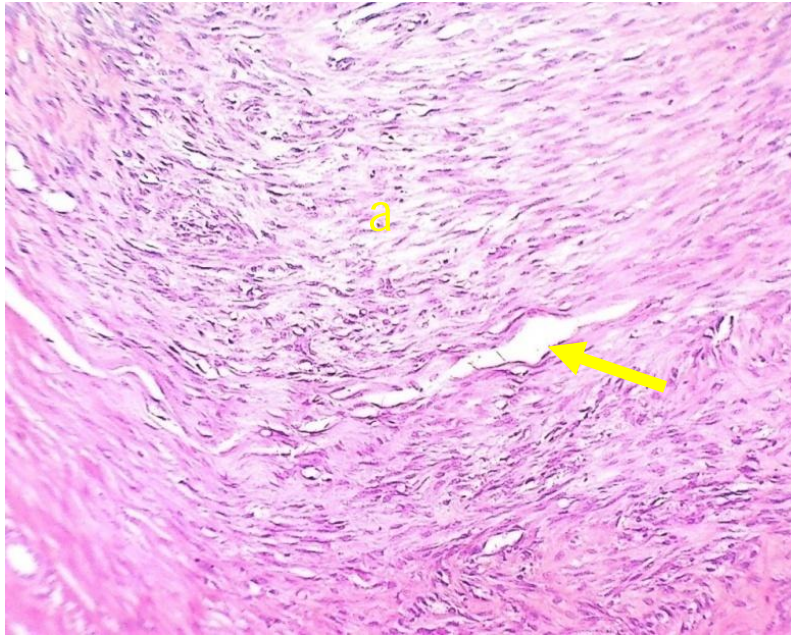
شكل ٤-١٩: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) في اليوم ١٥ بعد العملية يبين وضوح عملية الالتئام من خلال فرط تنسج الارومات الليفية (a) مع وجود اعداد قليلة من الأوعية الدموية الشعرية (b) فضلاً عن قلة في كثافة الألياف الكولاجينية (c) في منطقة الالتئام مع وجود ارتشاح طفيف للخلايا الالتهابية احادية النواة (d). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



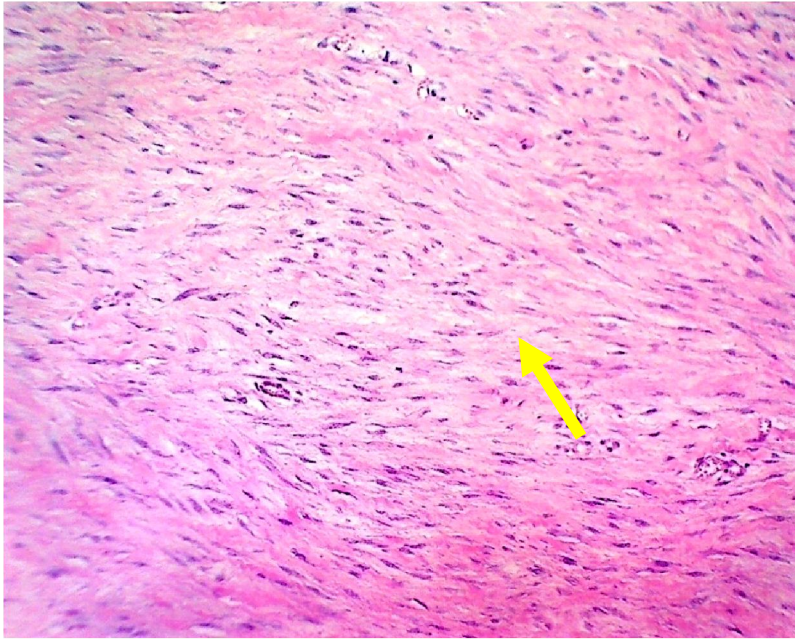
شكل ٤-٢٠: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الاولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضوج النسيج الضام في منطقة الالتئام المتكون من الألياف الكولاجينية المنتظمة، المرتبة والاكثر حامضية، مع وجود اعداد قليلة من الارومات الليفية (a) فضلاً عن توسع الشعيرات الدموية واحتقانها (السهم) ووضوح الودمة بين الألياف الكولاجينية (b) لم يلاحظ وجود تفاعل التهابي في المنطقة. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



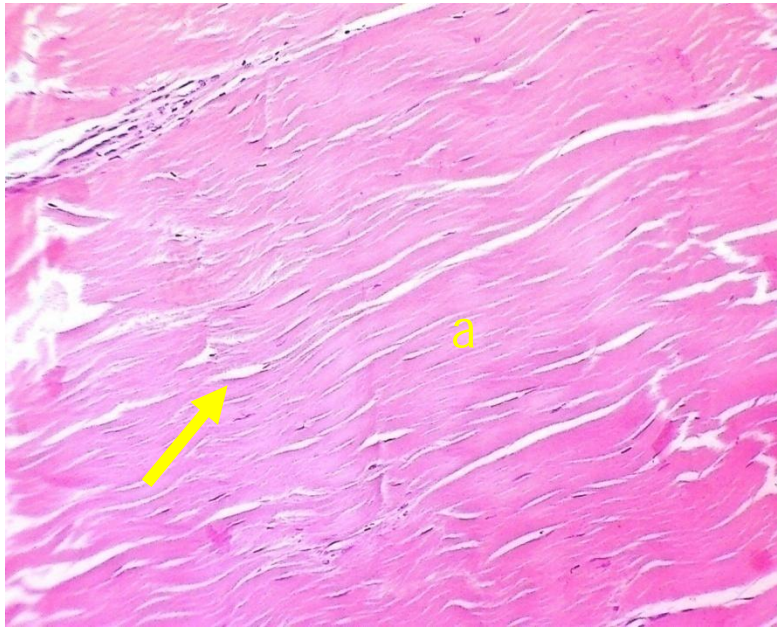
شكل ٤-٢١ : مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الأولى والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح اكتمال نضوج النسيج الضام في منطقة الالتئام (السهم) وقد ظهرت الألياف الكولاجينية أكثر حامضية مع قلة في اعداد الارومات الليفية فضلا عن عدم تفاعل التهابي في منطقة الالتئام. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



شكل ٤-٢٢ : مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP) في اليوم ١٥ بعد العملية يوضح تكون النسيج الحبيبي في منطقة الالتئام والمتكون من اعداد كثيفة من الارومات الليفية وباشكال مختلفة بين الألياف الكولاجينية (a) مع وضوح الودمة (السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100 X.



شكل ٤-٢٣: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية) والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP) في اليوم ٣٠ بعد العملية يوضح نضوج وكثافة في النسيج الضام (السهم) المتكون من الألياف الكولاجينية مع قلة في اعداد الارومات الليفية اضافة الى عدم وجود التفاعل الانتهابي. الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100X.



شكل ٤-٢٤: مقطع نسجي لوتر العرقوب في حيوانات المجموعة الرابعة (المجموعة الثانوية الثانية) والتي تم فيها احاطة الوتر بسقالات الخلب والPRP) في اليوم ٦٠ بعد العملية يوضح نضوج الألياف الكولاجينية الاكثر حامضية مع قلة في اعداد الارومات الليفية (a) ووضوح الودمة بين الألياف الكولاجينية (السهم). الصبغة هيماتوكسيلين ايوسين قوة التكبير 100X.

٤-٥: الفحص بالامواج فوق الصوتية

المجموعة الاولى

اظهرت نتائج الفحص بالامواج فوق الصوتية لمجموعة السيطرة تتخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى Hyperechoic mass محتوية على مركز قليل الصدى Hypoechoic center في اليوم ١٥ بعد العملية (شكل ٤-٢٥-أ)، اما في اليوم ٣٠ بعد العملية فقد لوحظ استمرارية تتخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على منطقة قليلة الصدى وبشكل اقل من مدة ال ١٥ يوما ومحاطة بخط من التليف الكثير الصدى Hyperechoic line of fibrosis (شكل ٤-٢٦-أ)، بينما شوهد في اليوم ٦٠ بعد العملية وجود خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية مع تتخن الوتر (شكل ٤-٢٧-أ).

المجموعة الثانية

لوحظ في حيوانات هذه المجموعة المعاملة بالPRP في اليوم ١٥ بعد العملية تتخن الوتر مع وجود خط من التليف الكثير الصدى اضافة الى وجود منطقة صغيرة قليلة الصدى مقارنة بالمجاميع الاخرى (شكل ٤-٢٥-ب)، اما في اليوم ٣٠ بعد العملية شوهد تتخن الوتر مع وجود كتلة نسجية متجانسة الصدى Homogenous mass (شكل ٤-٢٦-ب)، بينما لوحظ في اليوم ٦٠ بعد العملية ان تتخن الوتر كان قليل مع وجود منطقة نسيج وتري ذي صدى مشابه للوتر الطبيعي (شكل ٤-٢٧-ب).

المجموعة الثالثة

اظهر الفحص بالامواج فوق الصوتية لحيوانات المجموعة الثالثة والمعاملة بسقالات الوريد في اليوم ١٥ بعد العملية تتخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (شكل ٤-٢٥-ج)، اما في اليوم ٣٠ بعد العملية فقد لوحظ استمرار تتخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى ومحاطة بخط من التليف المفرط الصدى (شكل ٤-٢٦-ج)، في حين شوهد في اليوم ٦٠ بعد العملية وجود خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية مع تتخن الوتر (شكل ٤-٢٧-ج).

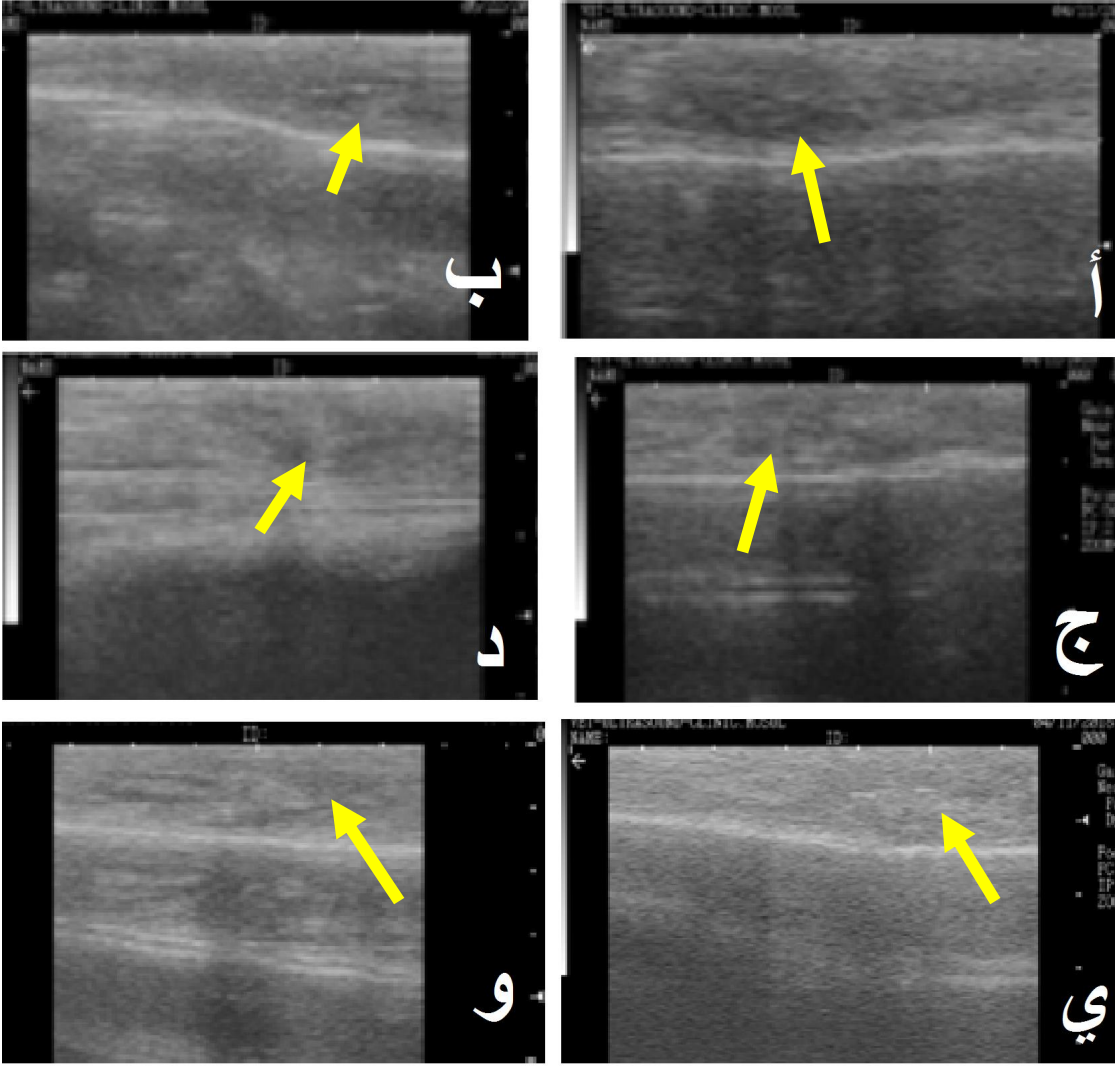
اما في حيوانات المجموعة المعاملة بسقالات الوريد والPRP في اليوم ١٥ تتخن الوتر مع وجود كتلة قليلة الصدى محاطة بمنطقة مفرطة الصدى (٤-٢٥-د)، اما في اليوم ٣٠ بعد العملية فقد لوحظ وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى وتتخن بسيط

في سمك الوتر (شكل ٤-٢٦- د) في حين لوحظ في مدة ال ٦٠ يوم بعد العملية وجود كتلة متجانسة الصدى (شكل ٤-٢٧-د).

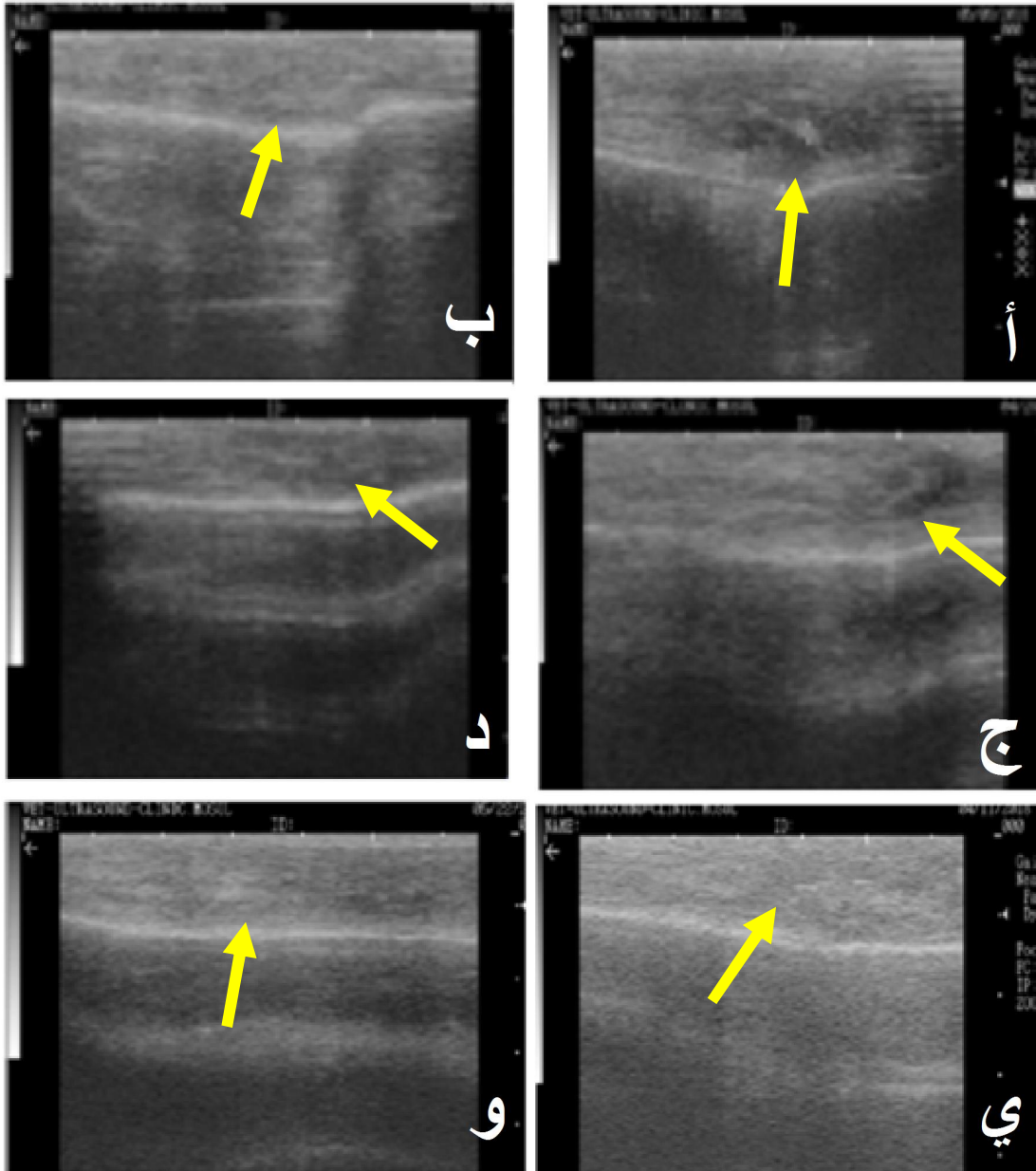
المجموعة الرابعة

اظهر الفحص لحيوانات هذه المجموعة والمعاملة بسقالات الخلب في اليوم ١٥ بعد العملية تثخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (شكل ٤-٢٥- ي)، اما في اليوم ٣٠ بعد العملية فقد لوحظ استمرارية تثخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى (شكل ٤-٢٦- ي)، بينما شوهد في اليوم ٦٠ بعد العملية وجود كتلة مفرطة الصدى من التليف (شكل ٤-٢٧-ي).

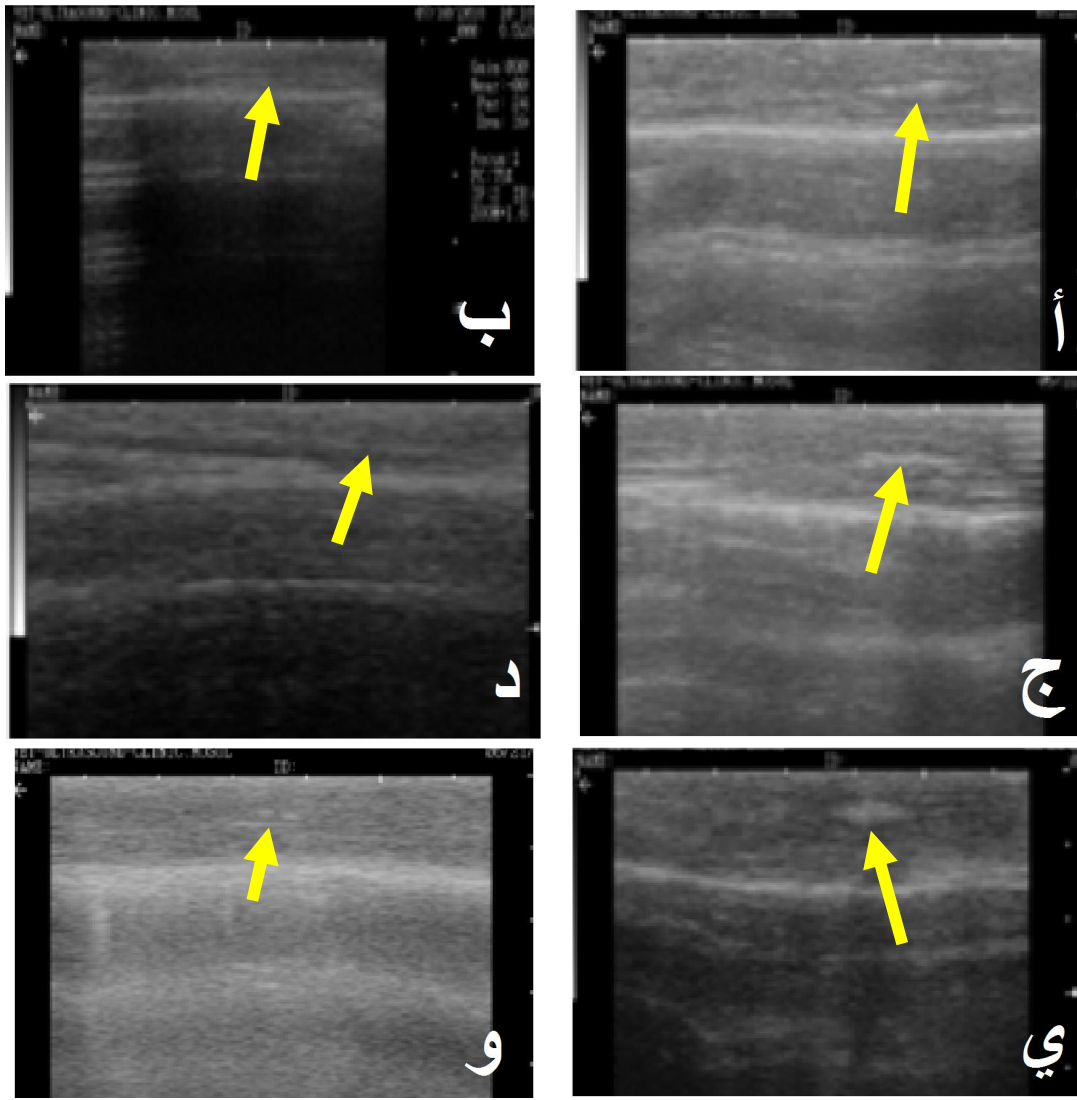
لوحظ في هذه المجموعة المعاملة بسقالات الخلب والPRP في اليوم ١٥ بعد العملية تثخن الوتر مع وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (شكل ٤-٢٥- و)، اما في اليوم ٣٠ بعد العملية فقد شوهد تثخن بسيط للوتر مع وجود كتلة متجانسة الصدى تحوي على خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (شكل ٤-٢٦- و)، بينما في اليوم ٦٠ بعد العملية لوحظ وجود كتلة متجانسة الصدى مع وجود بقع مفرطة الصدى من التليف (شكل ٤-٢٧- و) .
اما بالنسبة لجنيب الوتر فقد لوحظ في جميع حيوانات التجربة وجود نسيج كثير الصدى في مدة ال ١٥ يوم بعد العملية في المجاميع كافة مع زيادة فرط الصدى للمدد ٣٠ و ٦٠ يوم بعد العملية.



شكل ٤-٢٥: صورة طولية بالامواج فوق الصوتية لوتر العرقوب من الجهة الوحشية للساق في اليوم ١٥ بعد العملية أ: مجموعة السيطرة: تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم). ب: مجموعة الPRP : تبين وجود خط من التليف الكثير الصدى (السهم). ج: مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم). د: المجموعة المعاملة بسقالات الوريد وPRP تبين وجود كتلة قليلة الصدى (السهم) ي: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية أ : تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى(السهم). و: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية والPRP : تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم).



شكل ٤-٢٦: صورة طولية بالأمواج فوق الصوتية لوتر العرقوب من الجهة الوحشية للساق في اليوم ٣٠ بعد العملية أ: مجموعة السيطرة: تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى (السهم). ب: مجموعة الPRP : تبين وجود كتلة نسجية متجانسة الصدى (السهم). ج: مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى ومحاطة بخط من التليف الكثير الصدى (السهم). د: المجموعة المعاملة بسقالات الوريد وPRP تبين وجود كتلة مفرطة الصدى مع احتوائها على مركز قليل الصدى. (السهم). ي: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية تبين وجود كتلة مفرطة الصدى. (السهم). و: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية والPRP : تبين وجود كتلة متجانسة الصدى مع احتوائها على خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (السهم).



شكل ٤-٢٧: صورة طولية بالأمواج فوق الصوتية لوتر العرقوب من الجهة الوحشية للساق في اليوم ٦٠ بعد العملية أ: مجموعة السيطرة: تبين وجود خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (السهم). ب: مجموعة الPRP : تبين وجود نسيج وتري ذي صدى مشابه للوتر الطبيعي (السهم) . ج: مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد تبين وجود خط كثير الصدى من التليف في مكان العملية (السهم). د: المجموعة المعاملة بسقالات الوريد وPRP تبين وجود كتلة متجانسة الصدى (السهم). ي: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية تبين وجود كتلة مفرطة الصدى من التليف (السهم). و: المجموعة المعاملة بسقالات الخلب الذاتية والPRP : تبين وجود كتلة متجانسة الصدى مع وجود بقع مفرطة الصدى من التليف (السهم).

الفصل الخامس

المناقشة

Discussion

٥-١: تحضير السقالات الحيوية

كانت تقنيات تحضير سقالات الوريد الوداجي والخلب في هذه الدراسة سهلة، بسيطة، غير مكلفة وسريعة، لوحظ بعد استئصال هذه السقالات حدوث تورم في مكان العملية والذي تم اختفاؤه خلال معدل (0.8 ± 0.4) و (0.5 ± 0.7) يوم بعد العملية في مجموعة الحيوانات التي حضرت منها سقالات الخلب والوريد على التوالي، ان حدوث تورم في مكان العملية هو نتيجة للالتهاب الحاصل بعد العملية اذ ان الالتهاب يعدّ مرحلة من مراحل التئام الجرح وهذا يتفق مع ما ذكره (Flanagan, 2000; Matsuno, 2010; Laurent *et al.*, 2018) بان اخذ السقالات الذاتية ينتج عنه حدوث خلل واصابة في المكان المأخوذة منه هذه السقالات ولهذا نلاحظ محدودية مصادر الحصول عليها على الرغم من كونها أمينة عند غرسها في الاماكن المراد علاجها، لاتودي إلى حدوث تفاعلات فرط الحساسية وغير مكلفة مقارنة بالسقالات المغايرة والمتباينة التي تكون مكلفة وقد تحدث تفاعلات التهابية وفرط حساسية شديد مما يستوجب معالمتها بمواد تجعلها عالية الكلفة مقارنة بالسقالات الذاتية. وقد امتازت تقنية تحضير الPRP بعدم احداث اي تأثير سلبي على الحيوان بعد سحب الدم منه فهي امينة، غير مكلفة ولا تودي إلى حدوث اي مضاعفات جانبية على الحيوان وهذا يتطابق مع ما أشار اليه اخرون (De Long *et al.*, 2018; Taniguchi *et al.*, 2013; Yuan *et al.*, 2011) بان الPRP امينة، غير مكلفة، سهلة التحضير وذات تأثير ايجابي في علاج الكثير من الاصابات الحادة والمزمنة. لقد لوحظ ان معدل عدد الصفائح الموجودة بالPRP اكثر من الدم الكامل للحيوانات ب ٣ مرات وهذا يدعم ما أشار اليه (Casati *et al.*, 2006; Sommeling *et al.*, 2013) بان الPRP الغنية بالصفائح ذات التأثير العلاجي الفعال يجب ان تحوي على عدد مركز من الصفائح اكثر مما هو موجود بالدم الكامل ب ٢-٣ مرات وقد يصل التركيز في بعض الطرائق المستعمل بها الاجهزة الحديثة والمتطورة إلى ١٠ مرات واكثر. لقد تم استعمال كلوريد الكالسيوم لتنشيط الPRP ويعود سبب ذلك لكونه آمناً ولا يحدث تفاعلات جانبية كاعتلال التخثر Coagulopathy نتيجة لتكوين اجسام مضادة للمادة المنشطة (Souza *et al.*, 2011).

٥-٢: العملية الجراحية

إن عملية التئام وتر العرقوب من العمليات الطويلة التي قد تستغرق سنوات، وتعدّ من العمليات المعقدة والتي يصاحبها تعطيل الوظيفة الميكانيكية وتغير في الطبيعة التركيبية للوتر ويعزى ذلك إلى قلة خلوية الوتر ووعائية إضافة إلى حركته السالبة والفعالة والتي ينتج عنها حدوث فجوة بين نهايتي الوتر المقطوع الأمر الذي يرافقه حدوث التصاقات شديده بينه وبين الأنسجة المجاورة تتعطل معها حركته الانزلاقية (Spinella et al., 2010; Gabler et al., 2018) ولهذا فقد تم استعمال تقنيات متعددة لغرض اصلاح الوتر الهدف منها تقليل التعقيدات التي ترافق عملية الالتئام ومنها الالتصاقات، رجوع القطع مرة أخرى واستئالة الوتر وهذا ما أكده كثير من الباحثين (Lomas et al., 2015; Walden et al., 2016)، ولهذا جاءت هذه الدراسة لاستعمال سقالات حيوية ذاتية مأخوذة من الحيوان نفسه، سهلة الحصول والتحصير، غير مكلفة ويمكن الحصول عليها في الوقت المراد به علاج الحيوانات وهي الPRP، الوريد الوداجي وسقالات الخلب، وقد اشار (Atalan et al., 2003) إلى ان السقالات المستعملة لاصلاح الوتر يجب ان تمتاز بمواصفات ومنها ان تكون خاملة مناعياً Inert تعمل على تحفيز تكوين الكولاجين الضروري لعملية الالتئام وأن لا تؤدي الى زيادة مطردة وكبيرة في حجم وسمك الوتر إضافة إلى كونها مرنة وهذه المواصفات تتوافر في السقالات المستعملة في هذه الدراسة. أجريت في هذه الدراسة بعد قطع الوتر خياطته باستعمال تقنية كيسلير المحورة ولوحظ انها كانت سهلة التطبيق وكفاءة في تقريب نهايتي الوتر المقطوع وهذا ما تم ملاحظته من قبل آخرين (Strickland, 1995; Piskin et al., 2007; Alam et al., 2013) فقد أشاروا إلى ان خياطة كيسلر المحورة سريعة التطبيق ومقاومة لتكوين الفجوة بين نهايتي الوتر المقطوع على الرغم من أن عدد اذرع الخيط المارة من مكان قطع الوتر اثنان Two strand. ان معظم التقنيات المستعملة لخياطة وتر العرقوب إضافة إلى اوتار اخرى مثل القابضة الاصبعية والوتر الدوار قد تمت مناقشتها بشكل متناقض ومثير للجدل فقد أشار (Gabler et al., 2018) الى ان الخياطات المعقدة والمحتوية على عدد كثير من اذرع الخيط المارة من مكان جرح الوتر تعطي نتائج افضل من حيث تحسين الالتئام ومقاومة الشد، في حين أشار (Howard et al., 1997; Haralambos et al., 2000) بأن مثل هذه الخياطات تعمل على زيادة مطردة وكبيرة في حجم الوتر وسمكه وبالتالي حدوث التئام غير منتظم وان زيادة مرور اذرع الخيط في مكان الجرح تعمل على اضعاف التجهيز الدموي وبالنتيجة زيادة تكوين الفجوة بين نهايتي الوتر المقطوع ولهذا يفضل استعمال تقنيات لايتجاوز فيها عدد اذرع الخيط المرة في مكان الجرح عن ٤-٦ اذرع وهذه الصفة تتطابق مع تقنية كيسلر المحورة.

استخدم في هذه الدراسة خيط الحرير الجراحي Surgical Silk لإصلاح الضرر الحاصل بالوتر وتقريب نهايتي الوتر وهومن الخيوط الطبيعية غير الممتصة، وقد أشار (Hajipour, 2016) إلى ان من مواصفات الخيط المثالي لخياطة الوتر ان يكون سهل في التعامل، يمتاز بقوة شد ومتانة عالية ولا يحدث له استطالة بعد خياطة الوتر المقطوع به، غير ممتص خاصة في المرحلة الاولى من الالتئام ويحدث له تحلل وامتصاص فيما بعد، ان تكون عقدته قوية ويفضل الخيوط المغلفة بمواد تجعلها قوية العقدة مثل مادة السليكون إضافة إلى انه لا يحدث تفاعل مناعي والتهابي كبير، ان معظم هذه المواصفات موجودة في خيط الحرير ماعدا كونه يحدث تفاعل التهابي اكثر من انواع اخرى من الخيوط غير الممتصة مثل خيط النايلون والبولي ايبستر Polyester وعلى الرغم من هذا فقد أشار العديد من الباحثين إلى استعماله في خياطة الوتر واعطاه نتائج جيدة من ناحية تقريب نهايتي الوتر المقطوع وحصول الالتئام بمدة مناسبة (Carlstedt, 1987; Lomas *et al.*, 2015; Abid and Abid., 2015; Humadi and Shekho, 2015) وفي هذه الدراسة اظهر استعمال خيط الحرير كفاءة في تقريب حافات جرح الوتر وهذا يتطابق مع ما أشار اليه هولاء الباحثون. ان التفاعل الالتهابي الناتج عن استعمال الخيط قد تم الحد منه من خلال استعمال السقالات وقد اشار (Galliera *et al.*, 2012) الى ان الPRP تعد مادة مضادة للالتهاب ولهذا قد ساعدت من تقليل الالتهابات الناتجة عن الخيط ، كذلك سقالات الخلب والوريد التي تمتاز بافراز عوامل نمو وحركيات خلوية مضادة للالتهاب (Woodward *et al.*, 2019; Castillo *et al.*, 2016).

ثبتت الاطراف المصابة بعد اكمال العمليات الجراحية بالثثبيت الخارجي الجبيرة مدة اسبوعين وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Sabiza *et al.*, 2016) بان تثبيت الطرف المصاب بعد العملية الجراحية باستعمال طرائق تثبيت مختلفة وخاصة في المرحلة الاولى من الالتئام ضروري وذلك للحد من الحركة المفرطة للطرف المعالج والتي قد تعمل على تكوين فجوة بين نهايتي الوتر المقطوع وتقلل من التجهيز الدموي للوتر وتزيد من تكوين النسيج الليفي الذي يضعف الالتئام والأداء الوظيفي للطرف المصاب، وكذلك ينطبق مع ما أشار اليه (Nielsen and Pluhar, 2006; Johnson *et al.*, 2018) بأن التثبيت مدة لا تتجاوز ٤ اسابيع تزيد من قوة الشد للوتر المعالج ولا تحدث تأثيراً مؤذياً على المفصل وان السماح للحيوان المصاب بالحركة واستعمال الطرف المصاب بشكل تدريجي يعمل على تحسين عملية اصلاح الوتر بشكل افضل ويقلل من درجة ضمور العضلات والتنكس الغضروفي للمفاصل ويسرع من التئام الوتر .

٣-٥: الفحوصات السريرية

اظهرت نتائج الفحص السريري لحيوانات التجربة عودة جميع الحيوانات إلى كامل نشاطها في اليوم الثاني من اجراء العملية ماعدا حيواناً واحداً من مجموعة السيطرة و اخر من مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد فقد اظهرت الخمول خلال اول يومين بعد العملية وقد يعزى سبب ذلك إلى الألم الناتج عن الكلم الذي تعرض اليه الحيوان نتيجة العملية الجراحية التي اجري خلالها قطع الوتر واصلاحه في الوقت ذاته مما ادى الى اجهاد الحيوان ويعدُّ الألم من علامات الالتهاب الذي يحدث نتيجة للاذى الذي يتعرض اليه الحيوان والذي يعبر عنه الحيوان بدرجات مختلفة وحسب تحمله وطبيعته وهذا يتطابق مع ما اشار اليه (Sharma and Maffulli, 2006; Rio et al., 2014) بان اصابات الاوتار وخاصة في الاجزاء السفلية من الاطراف ينتج عنها حدوث التهاب يمتاز بالتورم والحرارة والألم، وان الألم يحدث نتيجة لاسباب متعددة منها زيادة انتاج البروستاغلاندين، تغير في تركيب ووظيفة الخلايا الوترية، الكيمياءات المخرشة، التغييرات الايضية للوتر ونتيجة لافراز مواد متعددة اخرى منها عامل تنخر الورم Tumor necrosis factor والانترلوكين Interlukine. وقد تحسنت حالة الحيوانات تدريجياً مع انحسار الالتهاب واختفائه وهذا يتفق مع ما اشار اليه (Kamalakar et al., 2015) بان الألم تقل حدته مع زوال الالتهاب .

لقد لوحظ حدوث تورم واضح في مكان العملية خاصة في اليوم الثاني بعد العملية والذي استمر مدداً مختلفة وهذا يتوافق مع ما اشار اليه (Mc Dougall et al., 2018) بان تكون الوذمة والتورم في مكان الوتر المقطوع يعدّ استجابة طبيعية لقطع الوتر واصلاحه اذ ان استجابة النسيج للكدمة تكون عن طريق الالتهاب الذي يتميز بحدوث الوذمة والألم والوذمة ناتجة عن تجمع الافرازات الخلوية للخلايا الميتة والنضحة الالتهابية الناتجة عن زيادة جريان الدم للمنطقة وزيادة نضوح اغشية الشعيرات الدموية الشعرية وهذا يتفق مع ما اشار اليه (Flanagan, 2000; Hajipour, 2016). لقد كانت مدة اختفاء التورم متباينة بين المجاميع فقد لوحظ انها كانت معنوياً مدة قصيرة في الحيوانات المعاملة بالPRP مقارنة بالمجاميع الاخرى (جدول ٤-١) ويعزى ذلك إلى الPRP التي تساهم في تقليل الوذمة عند استعمالها فوق الجروح او فوق الوتر المصاب بالوذمة عند اجراء العمليات الجراحية وهذا مطابق لما أشار اليه (Sampson et al., 2011; Docheva et al., 2015; Lin et al., 2019; Kuffler, 2019) ، وان سبب تقليل الالتهاب نتيجة لاستعمال الPRP يعزى كما أشار (Mishra et al., 2009) إلى احتواء الPRP على عوامل نمو وحركيات خلوية لها دور في السيطرة على الالتهاب إذ ان في بداية إضافة الPRP على النسيج يتم تثبيط انترلوكين -١ الذي تنتجه الخلايا البلعمية ويقلل من تكاثرها وفي اليوم الرابع من وقت إضافة الPRP يتحول التثبيط إلى تحفيز للانترلوكين -١ وتكاثر الخلايا البلعمية، وان التثبيط

الاولي للانترلوكين والخلايا البلعمية له دور كبير في تراجع حدة الالتهاب. وقد يعزى التأثير المضاد للالتهاب لـ PRP كما اشار (Monto, 2012) إلى تثبيط انتاج انزيم اوكسيجينيز المداري-٢ ٢-cylco-oxygenase. ان مدة وجود التورم في الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والوريد كانت اقل من مجموعة السيطرة وقد يعزى ذلك إلى كون خلايا الظهارة المتوسطة لسقالات الخلب تمتلك خاصية مضادة للالتهاب وهذا ما أشار اليه (Castillo *et al.*, 2019) عند استعمال سقالات الخلب الذاتية لترقيع الامعاء، إضافة لذلك قد يعزى السبب إلى كون سقالات الخلب والوريد من السقالات الحيوية التي تعدُّ مصدراً خلويًا لعوامل النمو التي لها دور في تقليل الالتهاب وبالتالي تقليل الوذمة وهذا يتفق مع ما اشار اليه (Anderson *et al.*, 2017) بان السقالات الحيوية تعد مصدراً لعوامل النمو والحركيات الخلوية التي تمتلك خاصية مضادة للالتهاب ومقللة للألم.

ان التئخن الحاصل بعد العملية في مكان الوتر المقطوع هو بسبب حدوث الاذى للوتر والانسجة المحيطة به إضافة إلى التفاعلات والتغيرات الحاصلة اثناء مراحل الالتئام ومنها تكون النسيج الندبي وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Feibel and Bernacki, 2003; Margetic *et al.*, 2007). لقد كان التئخن كبيراً ومدته اطول في مجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد والخلب وسبب ذلك قد يعود إلى السقالات التي تم استعمالها إذ ان السقالات الحيوية تضيف تئخن للنسيج وهذا مطابق لما أشار اليه (Atalan *et al.*, 2003)، وقد لوحظ ان التئخن في المجاميع المعاملة بالسقالات مع استمرار عملية الالتئام بدا بالتراجع وقد يعزى سبب ذلك الى عملية الانحلال Degradation والامتصاص التي حصلت للسقالات الحيوية إذ ان السقالات بعد غرسها في الانسجة يحدث لها تحلل وتكسر ويتم غزوها من قبل خلايا النسيج المغروسة فيه وهذا ما أشار اليه (Gilbert *et al.*, 2007 ; Matsuno, 2010)، وقد كان التئخن مدته اقل في مجموعة الحيوانات المعالجة بالـ PRP مقارنة بالمجاميع الأخرى وقد يعزى ذلك إلى ان الهلام مادة شبه سائلة ولا تضيف تئخناً كبيراً للوتر وبما ان الهلام والمتكون نتيجة لعملية تحفيز الصفائح الدموية الموجودة في الـ PRP عبارة عن ليفيين يحتوي على اعداد كبيرة من عوامل النمو والمستخدم هنا كسقالة لربط نهايتي الوتر يبدأ عمله في الساعات الأولى من إضافته على الوتر ويكون تأثيره بصورة كبيرة في المراحل الاولية من الالتئام لهذا كان التئخن اقل في هذه المجموعة، اما التئخن في الحيوانات المعالجة بإضافة الـ PRP إلى سقالات الخلب والوريد فقد كان اقل مقارنة بالمجاميع المعالجة بسقالات الوريد والخلب فقط ويعزى ذلك الى محتوى الـ PRP من عوامل النمو التي لها دور في سرعة اندماج الرقع النسجية وانضاجها Maturation (De Long *et al.*, 2011; Yuan *et al.*, 2013) ، إضافة إلى ذلك ان الالتهاب يزيد من تئخن النسيج وبسبب كون الـ PRP مادة تقلل الالتهاب نلاحظ ان التئخن كان اقل في المجاميع التي تمت

اضافة ال PRP اليها وهذا يتفق مع ما لاحظته (Sample *et al.*, 2018) عند استعماله ال PRP مع سقالات الكولاجين لعلاج تمزق الاربطة في الكلاب.

اظهرت الفحوصات السريرية بعد العملية العرج من الدرجة الثانية في جميع الحيوانات وقد استمر مدة اطول في حيوانات السيطرة مقارنة بحيوانات المجاميع الاخرى ويعزى سبب ذلك الى ان استعمال السقالات الحيوية الذاتية قد أسهم بشكل فاعل في تسريع عملية التئام الوتر وتحسينه وبالتالي تحسين الاداء الوظيفي الميكانيكي له وهذا يتفق مع ما لاحظته (Atalan *et al.*, 2013; Moshiri and Oryan, 2013; Alkattan *et al.*, 2003) من تحسن في حركة طرف الحيوانات المعاملة بالسقالات الحيوية مع تقدم عملية الالتئام وقد عزوا سبب ذلك الى ان السقالات تسهم في تكوين النسيج الرابط بين جزأي الوتر المقطوع والمتكون من الكولاجين الذي له دور كبير في ترابط جزأي الوتر المقطوع وبالتالي تسرع من رجوع وظيفته الميكانيكية وحركته، إضافة إلى ان ازالة التثبيت الخارجي الجبسون اعطى مدى من حرية الحركة للوتر وبالتالي قد عمل على تقليل الالتصاقات التي قد حدثت من حركة الطرف المصاب ولهذا لاحظنا ان الحركة لهذا الطرف قد تحسنت وهذا يتطابق مع ما اشار اليه (Strickland, 1995; Olsson, 2013) بان تحمل الطرف المصاب لوزن الجسم مبكراً يؤدي الى شفاء سريع وكبير لقوة الشد، تقليل الالتصاقات، زيادة التغذية والتهوية للوتر ويقلل من تشوهات الوتر الملتهب ويسرع من التئامه من خلال تحفيز نضوج جرحه وترميم النسيج الندبي له وبالتالي تسريع ادائه الوظيفي وتحسينه ، وهذا يتطابق ايضا مع ما أشار اليه (Sharma and Maffulli, 2006) بان التثبيت مدة طويلة للوتر له تأثير ضار على الوتر إذ يقلل من محتوى الوتر للماء والبروتينوكلايكان ويؤدي الى زيادة ضموره Tendon atrophy. وقد لوحظ في الحيوانات المعاملة بال PRP ان ال PRP قد سرعت وحسنت من وظيفة الوتر مقارنة بمجموعة السيطرة ويعزى سبب ذلك إلى كون ال PRP بعد تنشيطها باستعمال كلوريد الكالسيوم ادت إلى تكوين هلام عمل كسقالة تربط نهايتي الوتر المقطوع وساعدت على هجرة الارومات الليفية وتكاثرها، إضافة لذلك ان ال PRP تحتوي على اعداد كبيرة من الحركيات الخلوية وعوامل النمو والتي لها دور كبير في تسريع عملية التئام الوتر وتحسين ادائه الوظيفي من خلال تقليل الالتهاب وموت الخلايا وتقليل الانزيمات التي تعمل على تحلل المواد البروتينية وزيادة انتاج الكولاجين وتكاثر الارومات الليفية وزيادة تكوين الاوعية الدموية ومن هذه العوامل عامل نمو اشتقاق الصفائح PDGF ، عامل نمو شبيه الانسولين I-GF عامل النمو التحولي TGF (Mishra *et al.*, 2009; Sampson *et al.*, 2011). ان تسريع التئام الوتر وتحسين ادائه الوظيفي بعد معاملته بالبلازما الغنية بالصفائح قد تمت الاشارة اليه من قبل اخرين مثل (Sanchez *et al.*, 2007; De Long *et al.*, 2011; Walden *et al.*, 2017) الذين أشاروا إلى الدور الايجابي الفعال لل PRP لعلاج التمزق الكامل لوتر العرقوب

في الحيوان والانسان وعلاج وتر القابضة الاصبعية السطحية في الخيول فقد ذكروا ان اضافة الPRP للوتر تحسن من ادائه الوظيفي والرجوع المبكر للفعاليات الرياضية وذلك من خلال زيادة تجدد الوتر وقوته خلال ال3-5 ايام الاولى من العلاج. ان احاطة الوتر بسقالات الوريد والخلب قد أسهم في تسريع الاداء الوظيفي للوتر وتحسينه ويعزى سبب ذلك الى كون هذه السقالات حيوية المصدر تحوي مواد كولاغينية وبما ان مادة الكولاجين قد تم استعمالها في كثير من البحوث لتحسين التئام الوتر فنعتقد ان محتوى هذه السقالات من الكولاجين له دور في تسريع عملية الالتئام وتحسين الاداء الوظيفي وهذا مطابق لما اشار اليه آخرون (Docheva et al., 2015). ايضا قد يعزى سبب التحسن الوظيفي إلى كون هذه السقالات (الوريد والخلب) قد عملت كواقى للوتر من الانسجة المحيطة به وقللت بذلك من درجة الالتصاقات التي لها دور سلبي في الحركة الوظيفية للوتر ويتطابق ذلك مع ما اشار اليه (Moshiri and Oryan., 2016; Daradka et al., 2013) بان السقالات الحيوية تقلل الالتصاقات وبالتالي تحسن من الاداء الوظيفي للوتر، اضافة لذلك تعد خلايا الظهارة المتوسطة للخلب مصدراً للعديد من الحركيات الخلوية، عوامل النمو ومواد مضادة للالتهابات والتفاعلات المناعية ونعتقد ان لهذا السبب كان لها دور ايجابي في تسريع التئام الوتر وهذا مطابق لما اشار اليه (Collin, 1975; Castillo et al., 2019; Kayaalp et al., 2015) الذين استعملوا السقالات الذاتية للخلب في علاج الملتحمة والامعاء والاوردة. وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Caldwell et al., 2018) بأن خلايا الظهارة المتوسطة للخلب بعد تعرضها للادى تقوم بصنع جزيئات القوالب خارج خلوية ومنها الكولاجين نوع I، II وIV وبروتين الفايبرونكتين Fibronectin والمرنين Elastin و تنظم سرعة تجدد هذه القوالب من خلال افراز الانزيمات البروتينية ومضادات بعض الانزيمات، وإضافة لذلك تعمل على ترسب الليفين وتفصيله، ايضا سقالات الوريد تعد وكما أشار الى ذلك باحثون آخرون حين استعملوها لعلاج قطع الاوتار مصدراً لعناصر خلوية لها دور في تسريع التئام الوتر (Moosavi et al., 2005; Daradka et al., 2016). لقد أظهرت النتائج أن إضافة الPRP إلى سقالات الخلب والوريد قد سرعت من التئام الوتر وبالتالي قد حسنت من وظيفته الميكانيكية ونعتقد ان سبب ذلك ان هذه السقالات قد ساعدت على الارتباط الميكانيكي لنهايتي الوتر المقطوع فيما وفرت الPRP المصادر الخلوية المهمة لتسرع الالتئام ومنها عوامل النمو وبروتينات خلوية أخرى لها دور في زيادة سرعة الالتئام وتحسينه من خلال زيادة إنتاج الكولاجين وتكاثر الارومات الليفية وزيادة تكوين الأوعية الدموية وهذا يعزز ما أشارا ليه (Smith et al., 2007) بأن التحسن الوظيفي المبكر الناتج عن إضافة الPRP إلى السقالات الحيوية قد يعزى إلى كون الPRP عملها يشابه عمل لاصقات الانسجة الليفية Fibrin tissue adhesive بامتلاكها صفات لوقف النزف وختم الانسجة إذ تعمل على توفر تثبيت اولي للنسيج

المغروس في مكان الغرس وذلك لامتلاكها صفات التماسك والتلاصق Cohesive and adhesive إضافة إلى امتلاكها صفة فريدة في تسريع التئام الجروح من خلال زيادة تكاثر الخلايا الوترية وزيادة إنتاج الكولاجين والايوية الدموية، وهذا يتطابق أيضاً مع ما تمت الإشارة إليه من قبل آخرين مثل (Zellner et al., 2018) فقد أشار بأن إضافة ال PRP إلى السقالات تحسن من اندماجها وتعظيمها وتزيد من قوة شد الوتر وهو يتطابق مع ما لاحظته (Sarrafiian et al., 2010) من أن استعمال ال PRP مع رفق ادمة الجلد لعلاج قطع وتر العرقوب في الاغنام قد سرع من التئام الوتر وحسن من وظيفته ولم يود. إلى حدوث تعقيدات للجرح من ناحية الخمج وانفتاح الجرح، وهذا يتفق أيضاً مع ملاحظته (Albano and Alexander, 2011) حين استعمل ال PRP مع الرقع الشحمية الذاتية Autologous fat grafts ووجد انها قد سرعت من التقبل النسجي لهذه الرقع وقوة من الترابط بين المادتين و عملت تاثيرات تحفيزية لعوامل النمو والحركيات الخلوية على الخلايا ، وهذا يتفق كذلك مع ما اشار اليه (Smith et al., 2007;) إلى السقالات المستعملة لترقيع العظام سرعت من عملية التئام العظم في المرحلة المبكرة من الالتئام. ان تحسن حركة الحيوان كانت بصورة افضل في الحيوانات المعاملة بال PRP والخلب مقارنة بالحيوانات المعالجة بال PRP وسقالات الوريد وقد يعزى سبب ذلك إلى كون الخلب غشاءً رقيقاً مقارنة بالوريد اي انه يمتاز بقابلية ميكانيكية حيوية اوطاً وبالتالي نسبة تحلل واندماج اكبر مع نسيج الوتر مقارنة بسقالات الوريد التي تكون ميكانيكيته الحيوية اكبر مما ادى بالتالي إلى حدوث التئام افضل وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Moshiri and Oryan., 2013) بان السقالات التي تمتلك قابلية ميكانيكية عالية لها نسبة تحلل واندماج واطنة مما يؤدي إلى الانفصال وتمزق النسيج الملتحم على المدى البعيد.

٥-٤: الفحص العياني المرضي

اظهرت نتائج الفحص العياني المرضي في اليوم ١٥ بعد العملية حدوث التصاقات حول الوتر، ان الالتصاق هو نسيج رابط يتكون بين الوتر والنسيج المحيط به بعد الاذى او في حالة الاصلاح والالتصاقات الحاصلة هي واحدة من التعقيدات التي تحدث اثناء عملية التئام الوتر وتحد من حركته وتعيق وظيفته الميكانيكية وهذا يتوافق مع آخرين (Sharma and Maffulli, 2013; Moshiri and Oryan., 2006) إذ أشاروا إلى ان عملية التئام الوتر تشمل ميكانيكية داخلية واخرى خارجية والتي تتضمن حركة الخلايا الالتهابية والارومات الوترية من محيط الوتر إلى مكان الالتئام للمساهمة في عملية الاصلاح والتجدد، والخلايا الخارجية المصدر تكون بارزة مقارنة بالخلايا الوترية الداخلية مما يسمح للنسيج المحيط بالوتر للالتصاق بموقع الاذى

وينتج عن ذلك تكون الالتصاقات، ويتطابق كذلك مع ما أشار اليه (Lomas *et al.*, 2015) بأن من نتائج الالتئام الخارجي للوتر تكون وترسب كميات كبيرة من الكولاجين غير المتعطي ينتج عنه تكون نسيج ندبي والتصاقات بين النسيج الجديد المتكون والانسجة المحيطة، والالتصاقات تحدث أيضا كما أشار (Alam *et al.*, 2013) نتيجة لضعف حمل الخيط الجراحي في منطقة الالتئام بسبب فقدان الكولاجين المتصالب والذي يؤدي إلى قلة في قوة الشدّ ينتج عنها تكون فجوة يترافق معها تكون الالتصاقات. ان حدوث الالتصاقات بدرجة اقل في مدة ١٥ يوماً بعد العملية في الحيوانات المعاملة بالسقالات مقارنة بمجموعة السيطرة قد يعزى إلى استعمال هذه السقالات الحيوية وهذا يتوافق مع ما أشار اليه آخرون (Majewski *et al.*, 2012; Sasaki *et al.*, 2018; Yousefi *et al.*, 2013) بأن منع الميكانيكية الخارجية للالتئام وتثبيط دخول الخلايا الخارجية التكاثرية للمشاركة في عملية التئام الوتر بخلق حاجز بين الوتر والنسيج المجاور نتيجة لاستعمال السقالات يعدّ السبب الرئيسي لتقليل الالتصاقات وقد يعزى سبب ذلك كما اشار (Moshiri and Oryan, 2013) الى ان التركيب الخلوي للسقالات الحيوية يمكن ان يتعاون بشكل جيد خلال عملية الالتئام ويقوم بإنتاج قالب مشابه لما تنتجه الارومات الليفية والكولاجين للسقالات الذاتية يترسب خلال عملية تجدد الوتر اي ان الوتر المعالج بهذه السقالات يستعمل معظم اجزاء القالب للسقالات وبذلك لا يحتاج الى انتاج مواد كولاجينية كثيرة من قبل المضيف وعليه تتراجع خطورة حصول الالتصاقات الكبيرة. ان قلة الالتصاقات المتكونة حول الوتر نتيجة لاستعمال سقالات الوريد قد تمت ملاحظتها من قبل آخرين (Moosavi *et al.*, 2005; Daradka *et al.*, 2016) قد أشاروا إلى ان استعمال سقالات الوريد الصفني و الوداجي لترقيع الاوتار في الانسان والحيوان والتي تم فيها احاطة الوتر بالوريد بشكل طولي ادى إلى تقليل الالتصاقات إذ عمل الوريد كغلاف واق للوتر، وفي هذه الدراسة تم الحصول على النتيجة نفسها عند احاطة الوتر بسقالة الوريد بعد قلبه وبشكل عرضي. اما قلة الالتصاقات المصاحبة لاستعمال سقالات الخلب المتباينة فقد لوحظت عند استعمالها لترقيع الفتوق البطنية وكذلك لترقيع وترالقابضة الاصبعية وقد عملت هذه السقالات على تقليل شدة الالتصاقات المصاحبة للالتئام وامتدادها (Elenes *et al.*, 2012)، وفي هذه الدراسة التي تم فيها استعمال سقالات الخلب الذاتية ولاول مرة لترقيع وتر العرقوب لوحظ ان هذه السقالات قللت من شدة الالتصاقات وامتدادها. اما قلة الالتصاقات نتيجة لاستعمال الPRP فيعزى إلى العديد من عوامل النمو الموجودة في الPRP والتي لها دور في تقليل الالتصاقات ومنها عامل نمو الارومات الليفية- بي FGF-b وعامل النمو التحولي- بي TGF-B (Lomas *et al.*, 2015; Majewski *et al.*, 2018).

لوحظ في حيوانات المجاميع كافة ان الالتصاقات كانت بدرجة كبيرة في مدة ال١٥ يوماً بعد العملية مقارنة بالمدد اللاحقة (٣٠ و ٦٠ يوماً بعد العملية) ويعزى سبب ذلك إلى استعمال

التثبيت إذ ان التثبيت وكما أشار الى ذلك (Piskin *et al.*, 2007; Moshiri and Oryan, 2013;) يودي إلى تليف العضلات وضمورها إضافة إلى تكوين التصاقات بين الوتر والنسيج المحيط به والتي تعمل على تحديد الحركة الانزلاقية للوتر وزيادة قوة الاحتكاك Friction ولهذا قد يحتاج الوتر الى قوة كبيرة لكي يتحرك، وقد أشار (Hajipour, 2016) إلى ان عند الحركة تحدث تغيرات متعددة بالخلايا تودي إلى موت الخلايا المبرمج Apoptosis في الالتصاق وموقع اتصال الالتصاق بالوتر Adhesion –tendon interface وان زيادة موت الخلايا في هذه المواقع يتزامن مع التأثيرات التشووية الحاصلة نتيجة الحركة والتي لها دور في تسريع وشفاء حركة الوتر وهذا يفسر لماذا درجة الالتصاقات قلت تدريجيا في جميع الحيوانات بعد ازالة التثبيت وتعريض الحيوانات للحركة التدريجية. لوحظ ان كمية الالتصاقات قد قلت في مدة ٦٠ يوماً بعد العملية ويعزى سبب ذلك إلى الحركة المبكرة للطرف ينتج عنها تغيرات في بنية الالتصاق وموت خلايا الالتصاق وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Hajipour , 2016) إذ أشار إلى ان بنية الالتصاق، المطاطية والشد تختلف خلال مراحل الالتئام من البداية إلى النهاية حيث ان قدرة النسيج الملتصق لمقاومة الشد تقل ومرونة حركة الوتر تزداد وان الحركة المبكرة تكسر الياف الالتصاق وتقلل من كثافتها وقوة شدتها في المرحلة الاخيرة من الالتئام. إن الالتصاقات المتكونة نتيجة لاستعمال الPRP مع السقالات الذاتية الاخرى كانت بدرجة اقل من المجاميع المستعمل فيها السقالات فقط وقد يعزى سبب ذلك إلى كون الPRP إضافة إلى احتوائها على العديد من عوامل النمو التي لها دور في تقليل الالتصاقات فإن عملها يشابه عمل الليفين الذي يمتاز بختم الانسجة وتحسين التئام الوتر وحركته ولايودي إلى حدوث التصاقات كبيرة وذلك من خلال تحسين تعطي الكولاجين والصفات الميكانيكية لنسيج الوتر (Lomas *et al.*, 2015) وهذا يشير إلى ان استعمال الPRP مع السقالات الذاتية قد قلل من الالتصاقات وحسن من وظيفة الوتر وهذا ما قد تم ملاحظته خلال نتائج الفحص السريري .

٥-٥: الفحص النسجي المرضي

اظهر الفحص المجهرى للمقاطع النسجية في اليوم ١٥ بعد العملية في جميع حيوانات الدراسة تكون النسيج الحبيبي المتكون من الارومات الليفية والألياف الكولاجينية واوعية دموية حديثة التكوين مع ارتشاح الخلايا الالتهابية، ان هذه التغيرات النسجية هي نتيجة لعملية التئام الوتر والمتمثلة بمرحلة الالتهاب وهي المرحلة الاولى والتي تتضمن ارتشاح الخلايا الالتهابية وافراز عوامل النمو والحركيات الخلوية من قبل الصفائح الدموية وتليها مرحلة التكاثرو الاصلاح والتي تبدأ بعد ايام من حدوث الاذى وتستمر من ٦-٨ اسابيع يحدث خلالها تحول وظيفة الخلايا البلعية إلى خلايا فارزة لعوامل النمو التي لها دور في عملية التجدد ويحدث

تكاثر الارومات الليفية التي تقوم بتصنيع الياف الكولاجين من النوع III الذي له دور في عملية التثبيت الاولي للوتر وكذلك صنع القوالب خارج خلوية (Strickland, 1995; Olsson, 2010; Moshiri and Oryan, 2013). ان وجود الخلايا الالتهابية احادية النواة بصورة بارزة في هذه المدة من عملية الالتئام قد تمت الاشارة اليه من قبل آخرين (Zantop *et al.*, 2006; Gilbert *et al.*, 2007) اذ ذكروا ان وجود الخلايا الالتهابية وزيادتها خلال مدة ١٤-٢٨ يوماً يترافق مع ترسب القوالب خارج خلوية وهذا يتطابق مع ما أشار اليه أيضا (Badylak *et al.*, 2008; Moshiri and Oryan, 2013) بان خلايا العدلات والبلعميات هي الخلايا الالتهابية الاولي التي تدخل مكان الجرح وتفرز عوامل نمو متعددة وحركيات خلوية تعمل على تسريع العملية الالتهابية والانتقال إلى مرحلة الالتئام الثانية وهي Fibroplasia في المدة الاخيرة من مرحلة الالتهاب تقل اعداد العدلات وتهاجر الخلايا اللمفية إلى مكان الاذى للسيطرة على تصرفات و استجابة الخلايا البلعية للسقالات من ناحية قبولها او رفضها من قبل الجسم، وهذا يتطابق مع ماتمت ملاحظته في المقاطع النسجية من ارتشاح لخلايا البلعميات في المقاطع النسجية لجميع الحيوانات وخاصة المعاملة بسقالات الوريد والخب. لقد شوهد تكاثر للارومات الليفية والاعوية حديثة التكوين مع وجود الالياف الكولاجينية في هذه المدة وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Hajipour, 2016) بان تكاثر الخلايا الوترية بشكل كبير يحدث في الاسبوع الثاني من زمن بدء الالتئام إذ تقوم بصنع الكولاجين والبروتينات الضرورية للقوالب خارج خلوية ويعتقد ان مصدر هذه الارومات من الخلايا المتبقية Resident cells موضعياً للانسجة حول الاعوية الدموية فيما أشار (Sharma and Maffulli, 2006; Moshiri and Oryan, 2013) بان البلعميات تقوم بتحفيز الخلايا الجذعية على الهجرة وبعدها تقوم عوامل النمو المفترزة خلال مرحلة الالتهاب بتنظيم سلوكيات هذه الخلايا إذ ان تعرض هذه الخلايا لعامل النمو FGF-b يميزها إلى الارومات الليفية وهي الخلايا الاساسية لتكوين الكولاجين بينما تعرضها لعامل النمو VEGF يميزها إلى الخلايا البطانية وهي الخلايا الاساسية لتكوين الاعوية الدموية ، وقد لوحظ كثرة الالياف الكولاجينية في الحيوانات المعالجة بالPRP وقد يعزى ذلك إلى عوامل النمو الموجودة فيها والتي تعمل على هجرة الارومات الليفية وتكاثرها وصنع الكولاجين نوع III في المرحلة الاولي ومن ثم استبداله بنوع 1 وان افراز وترسيب هذا الكولاجين تتم السيطرة عليه من قبل هذه العوامل، إضافة إلى جذب وتكاثر وتمايز الخلايا الجذعية سواء الموضعية او من الدورة الدموية وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Nazhvani *et al.*, 2013; Zuffova *et al.*, 2013; Sommeling *et al.*, 2013; Agir *et al.*, 2017; Chellini *et al.*, 2019) بان الPRP تحتوي على العديد من عوامل النمو ومواد نشطة حيويًا لها دور في زيادة انتاج الكولاجين، تحفيز انجذاب وتمايز الخلايا الجذعية وتجدد الانسجة، بينما كثرة الالياف الكولاجينية وتكاثر

الارومات الليفية وتكوين اوعية دموية جديدة في المجاميع المعاملة بالوريد والخلب فيعزى الى كون هذه السقالات ذاتية المصدر وتحتوي على الكولاجين الذي تتم الاستفادة منه في ميكانيكية التجدد وهذا يتطابق مع ما اشار اليه (Moshiri and Oryan, 2013) بان السقالات الذاتية تمتاز بكونها موصل وتري Tenoconductivity، محفز وتري Tenoinductivity ومولد وتري Tenogenicity ممتاز اذ ان التركيب الخلوي لها يحسن ويسرع من عملية الالتئام اذ ينتج عنه قوالب خارج خلوية مشابهة لما تنتجه الارومات الليفية إضافة إلى ترسب كولاجين السقالة خلال عملية الاصلاح، وهذا يتفق ايضا مع ما أشار اليه (Uquillas *et al.*, 2012; Docheva *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2015) بان السقالات المستعملة لاصلاح الاوتار توفر دعماً ميكانيكياً وبيئة مناسبة لالتصاق الخلايا، هجرتها وتكاثرها وترميم القوالب وتجدها وتعد موزعاً للادوية وواسطة لعوامل التكاثر والخلايا الجذعية ومادة لتعويض الانسجة المفقودة وزيادة الاستجابة الخلوية للانسجة وهذا يتطابق ايضا مع ما لاحظته (Daradka *et al.*, 2016) من ازدياد للالياف الكولاجينية وتكاثر الارومات الليفية عند استعمال سقالات الوريد الذاتية لترقيق وتر القابضة الاصبعية في الكلاب، وفي الوقت نفسه يتفق مع (Elenes *et al.*, 2012) فقد بين ان سقالات الخلب المغايرة لها تأثير ايجابي في اصلاح الوتر، وكذلك ما اشار اليه (Kayaalp *et al.*, 2015; Castillo *et al.*, 2019; Guo *et al.*, 2016) بان لسقالات الخلب الذاتية دور ايجابي وامن في اصلاح الانسجة ومنها الامعاء والاوردة والانسجة الرخوة للساعد Hand. ان تحسين وتسريع عملية التئام الوتر من خلال زيادة الالياف الكولاجينية وتكاثر الارومات الليفية في المجاميع المعاملة بالPRP والسقالات النسجية يدل على الفعل المشترك والايجابي للاستعمال المزدوج لكل من الPRP والسقالات النسجية على التئام الوتر وهذا يتطابق مع ما لاحظته (Sarrafian *et al.*, 2010) عند استعماله للPRP مع رقع ادمة جلد الخنزير لترقيق وتر العرقوب في الاغنام، وكذلك مع ما أشار اليه (Cai *et al.*, 2019) بان استعمال الPRP مع رقع كولاجين ادمة جلد الخنازير لعلاج وتر الكف الدوار في الارانب اسهم بشكل ايجابي في الاسراع من تكوين الكولاجين وتكاثر الارومات الليفية .

لوحظ وجود تفاعل التهابي حول الخيط الجراحي متمثلاً بالخلايا العملاقة ومحفظة النسيج الليفى وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Hajipour, 2016) بان الخيوط الجراحية غير الممتصة والممتصة تحدث تفاعلات التهابية بدرجات مختلفة والخيط الجراحي الحرير واحد من الخيوط التي تحدث تفاعلاً التهابياً، وقد تم التقليل من هذا التفاعل خلال الدراسة باستعمال المضادات الحيوية إضافة إلى ان استعمال الPRP وحدها او مع السقالات الاخرى سواء الوريد او الخلب قد قلل من الالتهاب وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Sampson *et al.*, 2011; Monto, 2012; Docheva *et al.*, 2015; Sample *et al.*, 2018) بان المحتوى العالي للPRP من عوامل نمو

مثل عامل نمو البشري EGF، عامل نمو شبيه الانسولين IGF، عامل نمو الخلايا الكبدية Hepatocyte Growth Factor (HGF) وعامل نمو النسيج الرابط CGF اضافة الى مساهمتها في تكوين الاوعية الدموية الجديدة، تسهيل انقسام الخلايا، زيادة انتاج الكولاجين الموضعي لها تأثير مثبط للالتهاب اولي من خلال تثبيط اوكسيجينيز-المداري ٢- (Cyclo-oxygenase - 2)، وهذا يتفق كذلك مع ما أشار اليه (Najafbeygi *et al.*, 2017) بان عامل نمو الارومات الليفية FGF واحد من العوامل الموجودة في الPRP يعمل على تثبيط الالتهاب الحاد والالم و الوذمة مما يؤدي إلى تحسين الحركة وبدون الم من خلال التقليل من تركيز البروستاغلاندين نوع E2 (Prostaglandine E2) وتصفية الجذور الحرة للاوكسجين. ان الPRP إضافة إلى احتوائها على عوامل النمو فانها تحتوي على مواد مضادة للالتهاب والتي لها تأثير على التئام الانسجة وتجدها فيما بعد مثل الاديونوسين الذي يعمل كمضاد للالتهاب فضلاً عن ذلك يحفز خلايا البلعميات على انتاج انترلوكين-١٠ (IL-10) الذي يعدّ كمؤشر لتغير البلعميات إلى حالة المضادة للالتهاب (Mishra *et al* , 2009). وهذا يتوافق ايضا مع ما اشار اليه (Hsu *et al.*, 2013) بان مرحلة الالتهاب خلال عملية الالتئام مرتبطة بضخ Influx عوامل نمو ومنها PDGF و TGF- β التي ينتج عنها تكاثر الاوعية الدموية وصنع الكولاجين وبسبب كون الPRP تحتوي على هذه العوامل التي تساعد في الاستجابة الالتهابية لهذا استعمالها وفائدتها تكون اكبر في حالة اخذها في المرحلة المبكرة من التئام الوتر. فضلاً عن ذلك اشار كل من (Nazhvani *et al.*, 2018; Uthappa *et al.*, 2017; Bellido *et al.*, 2018) بأن اضافة الPRP يحفز الاستجابة الالتهابية للمضيف ويقلل مدة الالتهاب ويعمل على تكون النسيج الحبيبي وتسهيل صنع القوالب خارج خلوية وتكون الاوعية الدموية وذلك من خلال زيادة هجرة الخلايا، تكاثرها إذ أن عوامل النمو التي تفرزها الصفائح تعطي اشارات للخلايا الجذعية الموضعية وخلايا الظهارة للهجرة والانقسام وتكوين الكولاجين والقوالب خارج خلوية ويساعدها في ذلك محتوى البلازما من الليفين الذي يعمل كسقالة مؤقتة لالتصاق الخلايا المولدة وتكاثرها. ان هذا التأثير الايجابي للبلازما قد تمت ملاحظته نسيجياً من خلال سرعة نضوج الاليف الكولاجينية ووجود الارومات الليفية الناضجة في المجموعة المعالجة بالبلازما وكذلك زيادة اعداد الارومات الليفية والاليف الكولاجينية في الحيوانات المعالجة بالسقالات والبلازما مع قلة اعداد الخلايا الالتهابية وهذا ينطبق مع ما لاحظته اخرون (Pieri *et al.*, 2009; Agir *et al* ,2017) عند استعمالهم الPRP وحدها اومع السقالات لعلاج الاوتار والعظام، ويتطابق ايضا مع ما أشار اليه (Seijas *et al.*, 2013) بان اضافة البلازما الى السقالات النسيجية تحسن من التكامل البايولوجي لهذه السقالات وتزيد من شدتها واندماجها مع انسجة المضيف اضافة الى انها تسرع من اعادة التغذية الدموية المبكرة لها مما يؤدي بالتالي الى تسريع التئام الانسجة وتحسينها. ان قلة حدة الالتهاب

في المجاميع المعاملة بالخلب قد يعزى الى الحركيات الخلية وعوامل النمو التي تنتجها هذه السقالات والتي لها صفات مضادة للالتهاب ولهذا انخفضت لدينا حدة الالتهاب في المجاميع المعاملة بهذه السقالات وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Castillo *et al.*, 2019) بان خلايا الخلب تنتج حركيات خلوية وعوامل نمو لها صفات مضادة للالتهاب ومنظمة للمناعة ، بينما قلة الالتهاب في المجاميع المعاملة بسقالات الوريد فيعزى الى محتواها الخلوي وهذا يتوافق مع ما اشار اليه (Daradka *et al.*, 2016) بان سقالات الوريد تعد مصدراً خلوياً تعمل على تسريع الالتئام وذلك عند استعمالها لترقيع وتر القابضة الاصبعية إذ قلت من التفاعل الالتهابي في الوتر المعامل بهذه السقالات مقارنة بمجموعة السيطرة. لوحظ ان الخلايا الالتهابية في مجموعة الحيوانات المعاملة بالوريد اكثر من المعاملة بالوريد والPRP وقد يعزى ذلك الى عوامل النمو التي تنتجها خلايا هذه الانسجة اضافة الى الاستجابة غير الطبيعية التي تترافق مع ترسب القوالب خارج خلوية بواسطة المضيف وهذا يتفق مع (Zantop *et al.*, 2006) .

لوحظ في المجاميع المعالجة بالخلب والوريد اختفاء للصفات الشكلية لهذه السقالات إذ تم استبدالها بنسيج المضيف الجديد والمتكون من الالياف الكولاجينية والارومات الليفية وارتشاح الخلايا احادية النواة وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Moshiri and oryan, 2013) بان السقالات الذاتية تمتلك خصائص اندماج وتطابق وتكسر حيوي افضل من السقالات المتباينة والمغايرة لاحتوائها على نسيج حيوي مثل المضيف وخلاياها تتعاون مع مراحل مختلفة من الالتئام ولا تحدث تفاعلات مناعية شديدة وان نسبة ارتشاح resorption السقالات الذاتية يكون اقل من السقالات الاخرى ولهذا الالتئام مع استعمال هذه السقالات يكون اسرع، وهذا ينطبق مع ما لاحظته (Gilbert *et al.*, 2007) من ترسب للقوالب خارج خلوية الجديدة في السقالات وعدم وجود ما يميز السقالات عن نسيج الوتر وذلك عند استعماله تحت مخاطية الامعاء لترقيع وتر العرقوب في الكلاب في مدة الـ ١٤ يوماً بعد العلاج، وكذلك يتفق مع ما أشار اليه (Greca *et al.*, 2016; Daradka *et al.*, 2016; Zantop *et al.*, 2006) من حصول تكسر واندماج للسقالات النسجية مع الوتر خلال مدد مختلفة. اظهر الفحص ان نسبة الالياف الكولاجينية المتكونة والارومات الليفية المتكاثرة في مجموعة الPRP كانت متساوية واكثر نضوجاً مقارنة بالمجاميع الاخرى وقد يعزى سبب ذلك إلى الاستعمال المبكر ل الPRP وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Seijas *et al.*, 2013) بان التئام الوتر يتميز بالاستجابة الالتهابية المرتبطة بضخ عوامل نمو ينتج عنها تكاثر الاوعية الدموية وصنع الكولاجين وبسبب كون الPRP تحتوي على هذه العوامل فان فائدتها تكون اكبر فيما لو اخذت في المدة المبكرة من الالتئام وهو يتوافق مع ما أشار اليه (Agir *et al.*, 2017) بان الPRP تؤثر على العملية الالتهابية من مرحلة الالتئام مودية إلى زيادة هجرة الخلايا، تكاثرها، زيادة تكوين الاوعية الدموية وتحسين الصفات الاولية

للدشبذ الوتري Tendon callus مما يساعد على تحمل الحمل الميكانيكي في المرحلة الاولى من الالتئام، وهذا يفسر التحسن المبكر في حركة الحيوانات المعالجة بالPRP مقارنة بالمجاميع الاخرى.

لوحظ في اليوم ٣٠ بعد العملية نضوج النسيج الحبيبي في المجاميع كافة وخاصة في المجموعة المعاملة بالPRP وبدرجة اقل المجاميع المعاملة بسقالات الخلب والPRP والوريد والPRP وتليها الحيوانات المعاملة بسقالات الخلب والوريد وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Yousefi *et al.*, 2018) بان في مرحلة التكاثر من عملية الالتئام يترتب ويتجمع الكولاجين من النوع III عشوائيا كحزم متعظية وان ترتيب هذا النسيج بشكل واضح وسريع في المجاميع المعالجة بالPRP مقارنة بالآخرى قد يعزى ذلك وكما اشار (Bellido *et al.*, 2018) إلى ان في عملية التندب الطبيعية للارومات الليفية ينتج تليف لكن عند تمزق الوتر وعلاجه بالPRP تتحول خلايا الوتر نفسها إلى ارومات خلايا وتربية Tendocytoblast وبدلا من صنع كولاجين III تصنع كولاجين I الذي يترتب على شكل حزم وهو يتفق ايضاً مع ما أشار اليه (Moshiri and oryan, 2013) بان عوامل النمو ومنهاTGF لها دور في سرعة ترميم القوالب وزيادة انتظام الالياف الكولاجينية وكثافتها ، وان سبب وجود الياف كولاجينية كثيرة غيرمتعظية في هذه المدة في المجاميع المعالجة بالسقالات من دون إضافة الPRP يعود إلى كثرة انتاج الكولاجين من النوع III بسبب الاستفادة من مادة الكولاجين الموجودة في السقالات وايضا تحفيز السقالات لنسيج الوتر على انتاج الكولاجين وتكاثر الارومات الليفية مما ادى إلى انتاج كولاجين بكمية اكبر وهذا الكولاجين يحتاج إلى وقت لكي يتعظى ويعاد ترميمه، وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Docheva *et al.*, 2015; Rieu *et al.*, 2017; Alshomer *et al.*, 2018) بان السقالات الحيوية المحتوية على الكولاجين عند استعمالها لاصلاح الوتر تستعمل انسجة المضيف معظم الكولاجين الموجود في اجزاء القالب لهذه السقالات وتعمل على تحفيز الخلايا والتصاقها وتكاثرها وتعمل على جعل الخلايا تتمايز إلى النمط المناسب لانتاج القوالب خارج خلوية، وعند غرس السقالات الحيوية يتم ارتشاحها من قبل الانسجة المحيطة وتتكون اوعية جديدة إلى ان يتم الترميم الكامل للنسيج الجديد وذلك من خلال التوازن بين تكسر السقالات واصلاح النسيج وعملية الترميم تشمل تكون القالب والنسيج الحبيبي يصبح اكثر تليفاً ويتحول كولاجين III إلى كولاجين I.

ان تحسن التئام الوتر خلال المدة ٦٠ يوماً بعد العملية وذلك من خلال تكون نسيج متعظي يمتاز بكثرة وانتظام الالياف الكولاجينية وقلة الخلايا الوترية مقارنة بالمدد السابقة في المجاميع المعالجة كافة يتطابق مع ما شاهده (Barbato *et al.*, 2018) ، وقد لوحظ ان انتظام وتعظي الالياف الكولاجينية كان افضل واحسن في المجموعة المعالجة بالبلازما وقد يعزى ذلك إلى

عوامل النمو والحركات الخلوية المتعددة الموجودة التي تعمل على جذب الخلايا الجذعية والخلايا المحيطة بالوتر والعمل على تمايزها وتكاثرها وزيادة انتاج الكولاجين (Nazhvani *et al.*, 2019) وتحسنها في المجاميع المعاملة بالPRP وسقالات الخلب والوريد فيعزى الى دور البلازما في تحسين التكامل البايولوجي للسقالات النسجية المغروسة وزيادة شد السقالات النسجية (De Long *et al.*, 2011; Seijas *et al.*, 2013; Cai *et al.*, 2019) اما تحسن التئام الوتر في المجاميع المعالجة بالخلب والوريد فيعود إلى محتوى هذه السقالات من الكولاجين الذي يعدّ واحداً من مكونات الوتر وبسبب تطابقه الحيوي وتكسره بواسطة الانزيمات من دون حدوث التهاب قوي وعمله على التصاق الخلايا وتكاثرها تم استعماله لترقيع الوتر واصلاحه (Woo, 2018; Rieu *et al.*, 2017; Alshomer *et al.*, 2018) إضافة إلى ان المحتوى الخلوي لهذه السقالات له دور في سرعة التئام الوتر وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Daradka *et al.*, 2016; Elenes *et al.*, 2012).

لم يلاحظ حدوث تكلس او تكون للغضروف في جميع المقاطع النسجية ولكافة حيوانات التجربة وخلال المدد الزمنية ١٥، ٣٠ و ٦٠ يوماً من اجراء العملية على الرغم من كون المواد الحيوية الكولاجينية لها القابلية على التكلس وهذا يمكن ان يعزى الى ان التجربة مدتها ٦٠ يوماً والحيوان ترك حر الحركة وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Greca *et al.*, 2005) بان التحفيز المبكر لميكانيكية دشبذ الوتر من خلال الحركة يقلل من خطورة تكوين العظم. لم يلاحظ علامات على حدوث الخمج في المقاطع النسجية ولكافة الحيوانات وقد يعزى سبب ذلك إلى إضافة المضادات الحيوية اليها خلال عملية التحضير وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Shanmugam *et al.*, 2019) بان إضافة المضادات الحيوية إلى رقع البايولوجية المحتوية على الكولاجين مهم لتجنب الخمج لان الكولاجين بحد ذاته بروتين وامراضيات الجرح تاخذ الكولاجين كمادة اساسية لنموها .

٥-٦: الفحص بالامواج فوق الصوتية

استعمل في هذه الدراسة الامواج فوق الصوتية من نوع بي B-Mode لتقييم عملية الالتئام وباستعمال المجس الخطي ذي التردد ٧,٥ ميكا هرتز وهو من المجسات العالية التردد المتواجدة تجاريا في القطر ذات الوضوح العالي وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Gibbon *et al.*, 1999; Monto *et al.*, 2012; Gitto *et al.*, 2016; Khasru *et al.*, 2017) بان الامواج فوق الصوتية من الطرائق المفضلة لتقييم وتر العرقوب من ناحية العرض، نسق الالياف، شدة الاذى، التكلس في الوتر وحوله، قابلية الصدى والتغيرات في المحتوى المائي للوتر وجنيب الوتر وذلك بسبب الموقع السطحي للوتر مما يجعل سهولة الوصول اليه للحصول على صورة ذات تفاصيل دقيقة،

وهذا يتطابق ايضاً مع ما أشار اليه (Lamb and Duvernois, 2005; Doherty *et al.*, 2006;) بان المجس الخطي ذا التردد ٧,٥-١٨ ميكا هرتز مفضل على المجس القطعي والمنحني لفحص وتر العرقوب لانهما يمتازان بالزاوية المتغيرة اثناء الفحص مما ينتج عن ذلك اخطاء في التصوير Anisotrophy .

لوحظ في اليوم ١٥ بعد العملية في حيوانات المجاميع كافة تثخن الوتر وعدم تجانس نسق الالياف Fibrillar pattern عند مقارنته بالوتر السليم للطرف الاخر للحيوان نفسه خاصة في مجموعة السيطرة وتليها مجموعة الحيوانات المعالجة بسقالات الوريد والخلب مع وجود منطقة مفرطة الصدى Hyperechoic area تحوي على منطقة قليلة الصدى Hypoechoic area في مكان القطع لكافة الحيوانات، ان وجود منطقة مفرطة الصدى تشير إلى تكون ونمو النسيج الحبيبي المحتوي على الياف الكولاجين التي لها قابلية صدى وتظهر على شكل خيوط مفرطة الصدى عند فحصها بالامواج فوق الصوتية وبسبب التغيرات النسيجية مع نمو النسيج الحبيبي المحتوي على تجهيز دموي يلاحظ اختفاء الترتيب الطولي لحزم الياف الكولاجين وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Lamb and Duvernois, 2005; Mitchell *et al.*, 2009; Nadeau *et al.*, 2016;) بأن تثخن الوتر مع وجود مناطق قليلة الصدى يشير إلى وجود الودمة داخل نسيج الوتر والناجمة عن تمزق نسيج الوتر والتغيير في تركيب الكولاجين نتيجة للقطع الذي تعرض اليه الوتر إضافة إلى الكلم الناتج عن التداخل الجراحي لغرض العلاج والتتكس الحاصل للنسيج وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Gibbon *et al.*, 1999; Bleakney *et al.*, 2005; Margetic *et al.*, 2007; Andia and Abate, 2012; Khasru *et al.*, 2017) بان تثخن الوتر مع وجود مناطق قليلة الصدى داخل الوتر يلاحظ بعد العلاج على الرغم من تحسن العلامات السريرية للحيوانات المعالجة وهي تدل على التمزق لالياف الوتر والتغيير في تركيب الكولاجين ووجود انسجة متنكسة وتترافق هذه العلامات مع اعتلال الوتر.

ان قابلية الصدى القليلة Hypoechoic كانت اكثر في مجموعة السيطرة مقارنة بالمجاميع الاخرى في حين كانت اقل في مجموعة الحيوانات المعالجة بالPRP وهذا يشير كما ذكر (Sampson *et al.*, 2011; Gentile *et al.*, 2016) إلى دور الPRP في تقليل الودمة وسرعة في انتاج الالياف الكولاجينية . ان وجود كتلة كبيرة مفرطة الصدى في المجاميع المعاملة بسقالات الوريد والPRP تشير إلى ان استعمال هذه السقالات قد عمل على زيادة انتاج الكولاجين من خلال زيادة قابلية الصدى المفرطة Hyperechogenicity وهذا يتوافق مع ما أشار اليه (Gilbert *et al.*, 2007; Daradka *et al.*, 2016) بان السقالات البايولوجية المستعملة لترقيع الوتر تزيد من كمية الكولاجين المنتج، وفي المجاميع المعالجة بالPRP وسقالات الوريد والخلب لوحظ تحسن اكثر في قابلية الصدى مقارنة بنظيراتها غير المعاملة

بال PRP وهذا يشير إلى دور ال PRP الداعم للسقالات النسجية المستعملة لاصلاح الوتر وهذا يتطابق مع ما لاحظته (Sarrafiian et al., 2010) وكذلك مع ما أشار اليه (Dallari et al., 2007;) إلى السقالات النسجية والمستعملة لترقيع العظام والاربطة والاورار حسنت وسرعت من التئامها .

لوحظ في اليوم ٣٠ بعد العملية تحسن في التئام الوتر في المجاميع كافة مقارنة بالمدة السابقة من خلال الزيادة في قابلية الصدى وهذا ناتج عن الزيادة في تكوين النسيج الليفي والنسيج الندبي الذي يكون بنسب كبيرة في الوتر الملتئم وهذا يتطابق مع ما لاحظته (Chamberlain et al., 2013) من زيادة في شدة الصدى في مدة ال ٢٩ يوماً مقارنة بمدة ال ١٤ يوماً عند متابعته لالتئام وتر العرقوب في الجرذان، وهذه الزيادة في الشدة ناتجة عن زيادة انتاج الكولاجين وخاصة في المجاميع المعاملة بالسقالات، وهذا يتطابق ايضا مع ما أشار اليه (Nazhvani et al., 2013; Mautner and Kneer, 2014; Sabiza et al., 2016; Ruey Na,) (Cai et al., 2019;) . المحتوى العالي من قابلية الصدى كان احسن في المجموعة المعاملة بال PRP مقارنة بالمجاميع الاخرى وذلك من خلال ملاحظة كتلة متجانسة الصدى وهذا يشير إلى نضج الياف الكولاجين وترتيبها بصورة مشابهة للوتر الاصلي اي ان الكولاجين من نوع 1 كان بكمية اكبر في هذه المجموعة وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Gaweda et al., 2010;) إضافة ال PRP ذات المحتوى العالي من عوامل النمو وخاصة عامل نمو الارومات الليفية FGF تؤثر على التنظيم التركيبي للوتر من خلال نضج الخلايا وتحولها إلى خلايا منتجة لكولاجين نوع 1 وزيادة تمايز ليفيات الكولاجين .

اظهر الفحص بالامواج فوق الصوتية للمجاميع كافة في اليوم ٦٠ بعد العملية تحسن في عملية الالتئام مقارنة بالمدد السابقة وذلك بزيادة فرط الصدى في منطقة الالتئام في مجموعة السيطرة والحيوانات المعالجة بسقالات الوريد والخلب وان فرط الصدى الكثير في المجموعة المعاملة بالخلب والوريد مقارنة بمجموعة السيطرة يعتقد انه ناتج عن زيادة الكولاجين وخاصة كولاجين نوع III نتيجة لاستعمال هذه السقالات ولهذا يحتاج إلى مدة زمنية اطول ليعاد ترميمه ويتحول إلى نوع I وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Seijas et al, 2013) بان اعادة ترميم السقالات قد يستغرق اشهر لكي تترتب الالياف بشكل طبيعي وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Moshiri and Oryan, 2013; Li and Hua, 2016; Arrigo et al., 2017; Blomgran et al.,) (2017) بان عملية ترميم الوتر تبدأ بعد ٦-٨ اسابيع وتستمر لاشهر وتمتاز بالزيادة التدريجية لكولاجين I ونقصان نوع III إذ ان لليفات كولاجين III الفاقدة للارتباط مع بعضها البعض والصغيرة القطر ترتبط مع بعض وتصبح اكبر قطر لتتحول بذلك إلى كولاجين نوع I، وقد

لوحظ ان المجموعة المعاملة بالPRP اظهرت تحسناً في ترتيب الاليف مشابهاً للوتر الاصلي وهذا يشير إلى دور الPRP المحتوية على مواد بروتينية فعالة حيويًا إضافة إلى عوامل نمو وخاصة عامل النمو TGF وPDGF الذي له دور مهم في تحول كولاجين III إلى كولاجين I وهو الاكثر والابرز في بنية الوتر السليم وهذا يتطابق مع ما اشار (Bellido *et al.*, 2018) بان الPRP تقلل من الارومات النديبة وحتى احيانا اختفائها وتحفز تكاثر الخلايا الوترية وترتيبها بشكل مواز، للمحور الطولي للوتر ويؤدي هذا إلى قلة انتاج كولاجين III وزيادة انتاج كولاجين I الذي يترتب طوليا لكون الخلايا المنتجة له كانت طولية الترتيب مع المحور الطولي للوتر . وبما ان شدة الصدى لها علاقة غير خطية مع كولاجين I نلاحظ ان فرط الصدى كان اقل في مجموعة الPRP وهذا يدل على ان كولاجين I كان اكثر في هذه المجموعة (Chamberlain *et al.*, 2013). ايضا قابلية الصدى كانت افضل في المجاميع المعاملة بالPRP والسقالات النسجية مقارنة بنظيرتها غير المعاملة بالPRP خاصة مجموعة الخلب والPRP مقارنة بالوريد والPRP وهذا يشير إلى دور الPRP الايجابي مع السقالات البيولوجية إذ انها تزيد من عملية الترميم وتحسن من تعضي شبكة الكولاجين وتزيد من قوة شد الوتر وهذا يتفق مع (Seijas *et al.*, 2013; Zellner *et al.*, 2018).

لوحظ في احد الحيوانات المعاملة بالخلب والPRP بعض البقع الكثيرة الصدى وهي قد تشير إلى التليف حول بقايا الخيط الجراحي او نسيج ندبي او التكلس وبما انه الفحص النسجي لم يشر إلى وجود تكلس في جميع الحيوانات فهي اذا تشير إلى التليف حول الخيط الجراحي او التندب الذي يمكن ان يحدث عند استعمال السقالات (Greca *et al.*, 2005). اما بالنسبة إلى جنيب الوتر فقد لوحظ ان في مدة الـ ١٥ يوم بعد العملية في منطقة الجنيب فرط صدى اعلى من النسيج الوتري وخلال استمرار عملية الالتئام لوحظ تحسن في قابلية الصدى بحيث في المدة ٦٠ يومًا بعد العملية لوحظ تحسن كبير في استمرارية جنيب الوتر اسرع من نسيج الوتر نفسه وفي كافة المجاميع وهذا يتطابق مع ما أشار اليه (Margetic *et al.*, 2007) بان عملية التئام الوتر تبدأ من جنيب الوتر الذي يكون مفرط الصدى اكثر من مركز الوتر .

الاستنتاجات

Conclusions

١- إن استعمال السقالات الذاتية المتمثلة بال PRP ، الوريد والخلب قد أسهم في تسريع عملية التئام الوتر وتحسينها من خلال زيادة إنتاج الكولاجين وتقليل الالتصاقات وبالتالي تحسين الاداء الوظيفي للوتر

٢- تعدُّ طريقة تحضير ال PRP أسهل وآمن من تحضير السقالات الأخرى (الوريد والخلب) وليس لها اي تأثير سلبي على الحيوان .

٣- تعدُّ هذه أول دراسة حول تأثير كل من سقالات الخلب الذاتية ، التأثير المشترك لل PRP مع سقالات الخلب والوريد على التئام الوتر في الكلاب .

٤- إن استعمال ال PRP له تأثير ايجابي مبكر على التئام الوتر مقارنة بالسقالات الأخرى.

٥- إن استعمال ال PRP مع سقالات الوريد والخلب قد عزز من الدور الايجابي لهذه السقالات على التئام الوتر وذلك من خلال سرعة تحسن الاداء الوظيفي وسرعة نضج وانتظام الالياف الكولاجينية نسيجياً وتحسن نسق الالياف الكولاجينية من خلال الفحص بالامواج فوق الصوتية في مجموعة سقالات الخلب وال PRP وسرعة تحسن نسق الالياف من خلال الفحص بالامواج فوق الصوتية وتحسن انتظام الالياف الكولاجينية ونضجها من خلال الفحص النسجي بالنسبة لمجموعة الحيوانات المعاملة بسقالات الوريد وال PRP .

التوصيات

Recommendations

- ١- اجراء دراسة سريرية لاستعمال سقالات الوريد والخلب الذاتية لوحدهما او مع البلازما الغنية بالصفائح لعلاج قطع الوتر وفي انواع مختلفة من الحيوانات.
- ٢- تقييم التئام الوتر المعالج بسقالات الوريد ، الخلب والPRP باستعمال اختبارات اخرى منها الفحص النسيجي الكيميائي المناعي Immunohistochemistry ، فحص قوة الشد والرنين المغناطيسي.
- ٣- استعمال انواع اخرى من اجهزة الامواج فوق الصوتية مثل الامواج ذات الترددات العالية (١٣-٢٠ميكا هرتز) أو جهاز الأمواج فوق الصوتية نوع التخطيط الاجهادي.
- ٤- اجراء دراسة لاستعمال سقالات الخلب الذاتية وحدها او مع الPRP لعلاج اصابات انواع اخرى من الانسجة مثل قطع العصب او خلل الاوعية الدموية.
- ٥- اجراء التجربة نفسها مع دراسة التئام الوتر لمدد زمنية اطول او مدد زمنية اقل من ١٥ يوماً لمتابعة عملية اندماج السقالات مع الوتر وعملية تحللها .
- ٦- اجراء دراسة لمعرفة تأثير استعمال سقالات الخلب او الوريد مع انواع اخرى من التقنيات المستعملة لتسريع التئام الانسجة (مثل نخاع العظم ، الخلايا الجذعية، الليزر، الامواج فوق الصوتية وغيرها) على التئام الوتر .

References

- Abid, H.H. and Abid, T.A., 2015. The effect of low level laser therapy on tendon healing in male rats . AL-Qadisiya J. Vet. Med. Sci.; 14 (2): 101 -113.
- Agır, I., Aytakin, M.N., Küçükdurmaz, F., Kocaoglu, B., Etine, S. and Karahan, M., 2017. The effect of platelet-rich plasma in bone-tendon integration. Adv. Clin Exp. Med.; 26(2): 193–199.
- Alam, M.R., Gordon, W.J., Heo, S.Y., Lee, K.C., Kim, N.S, Kim, M.S .and Lee, H.B., 2013. Augmentation of ruptured tendon using fresh frozen Achilles tendon allograft in two dogs: a case report .Veterinari Medicina.; 58(1): 50–55 .
- Albano, J. and Alexander, R., 2011. Autologous fat grafting as a mesenchymal stem cell source and living bioscaffold in a patellar tendon tear. Clin. J .Sport Med.; 21: 359–361.
- Alkattan, L.M., Mohammed, F.M. and Bader, O.A., 2013. Rrepairing of transversely cutting Achilles tendon with autogenous small intestinal submucosal layer in dogs. Bas.j.vet.Res.; 12(2): 289-300.
- Al-Kennany, E.R., Allawi, A.H. and Abd- Almaseeh, Z.T., 2006. Effect of aloe vera gel on experimental tendon healing in donkeys. Iraqi J. of Vet. Sci.; 20 (2): 173-180.
- Alrashid, I.M., 2011. A Comparative Study: The Effect of Pulsed and Static Magnetic Field on The Healing of Rupture of Achilles Tendon in Rabbits. Bas. J. Vet. Res.; 37(4) : 56-65.
- Alshomer, F., Chaves, C. and Kalaskar, D.M., 2018. Advances in Tendon and Ligament Tissue Engineering: Materials Perspective. Hindawi J. Materials.; 1-17.
- Alva, A., Kumar, V.R., Sreekumar, R., Yew Ng, C. and Talwalkar, S.C., 2013. Autologous tendon grafts used in upper limb surgery. Open J. Orthop; 3:74-78.
- Amro, S.E. and Ahmed, I. Z., 2018. V-Y plasty and plantaris tendon augmentation repair in treatment of chronic ruptured Achilles tendon. Biomed J. Sci. andTech. Res.; 2(5):1-5.
- Anderson, J.J., Adeleke, A.T., Rice, B. and Swayzee, Z., 2017. Surgical treatment of peroneus brevis tendon repair with and without human amniotic allograft: A comparison study. Clin. Surg.; 2: 1515.

- Andia, I. and Abate, M., 2012. Platelet-rich plasma injections for tendinopathy and osteoarthritis. *Int. J. Clin. Rheumatol.*; 7(4): 1-16.
- Andia, I., Martin, J.I. and Maffulli, N., 2018. Advances with platelet rich plasma therapies for tendon regeneration. *Expert Opin. Biol.*; 18: 389–398.
- Andrade, C.F., Fontena, E., Cardoso, P., Pereira, R. B., Grun,G. , Forgiarini, L. Moreira, J.S. and Felicetti, J.C., 2014. Peritoneal free autologous fat graft for the control of pulmonary air leaks in emphysematous rat lungs. *Ann. Thorac. Surg.*; 98: 271–6.
- Anitua, E., Sanchez, M., Orivea, G. and Andea, I., 2007. The potential impact of the preparation rich in growth factors (PRGF) in different medical fields. *Biomaterials.*; 28 : 4551- 4560.
- Arrigo, D.A., Bottagisio, M., Lopa, S., Moretti, M. and Lovati, A.B., 2017. Tissue engineering approaches to develop decellularized tendon matrices functionalized with progenitor cells cultured under undifferentiated and tenogenic conditions. *AIMS Bioengineering.*; 4(4): 431-445.
- Atalan, G., Cihan, M., Demirkan, I. and Sozmen, M., 2003. Surgical treatment of musculus gastrocnemius tendon rupture by use of tensor fascia lata autograft :An experimental study of rabbit model. *Kafkas Univ .Vet. Fag .Derg.*; 9 (1): 23-28.
- Badylak, S.F., Valentin, J.E., Ravindra, A.K., McCabe, G.P. and Stewart-Akers, A.M., 2008. Macrophage phenotype as a determinant of biologic scaffold remodeling. *Tissue Eng. Part A.*; 14: 1835-1842.
- Bajpayee, P., Gosavi, S. and Vatsalaswamy, P., 2019. Morphological study of Achilles tendon., *Int. J. Anat Res.*; 7(12): 6234-38.
- Baltzer, W.I. and Rist, P., 2009. Achilles tendon repair in dogs using the semitendinosus muscle: surgical technique and short-term outcome in five dogs. *Vet. Surg.*; 38: 770-779.
- Barbato, K.B.G., de Almeida, G., da Prado-Costa, J., Rodriguez, L., Raposo, C., Dias, H., Paiva, R., de Oliveira, L.P. and Carvalho, J., 2018. Complete Achilles tenotomy: A new improved experimental surgical technique in rats. *Open J. Ani. Sci.*; 8: 1-11.
- Barros, P.S. and Safatle, A.M., 2000. Congenital scleralstaphyloma in a dog repaired with preserved homologous peritoneum. *Vet. Ophthalmol.*; 3(1): 27-29.
- Bellenger, C., 2003. Abdominal wall. In: Slatter, D. *Textbook of Small Animal Surgery*. 3rd ed. WB Saunders, Philadelphia, USA., PP. 177.

- Bellido, C., Abellán, C., Molina, A., Blanco, A. and Moyano, R., 2018. Histopathological study of the Achilles tendon after exposure to bisphenol-A and its subsequent treatment with platelet growth factors. *Vet. Arhiv.*; 88 (1): 21-35.
- Best, T.M., Moore, B., Jarit, P., Moorman, C.T. and Lewis, g, k., 2015. Sustained acoustic medicine: wearable, long duration ultrasonic therapy for the treatment of tendinopathy. *Phys Sportsmed.*; 1-9.
- Bleakney, R.R. and White, L.M., 2005. Imaging of the Achilles tendon. *Foot and Ankle Clinics.*; 10 : 239-254.
- Blomgran P., 2017. Inflammation and tendon healing. Ph.D.Thesis, Linköping University, Linköping, Sweden, pp. 2-6.
- Cai, Y., Sun, Z., Liao, B., Song, Z., Xiao, T. and Zhu, P., 2019. Sodium hyaluronate and platelet-rich plasma for partial-thickness rotator cuff tears. *Med. Sci. Sports Exerc.*; 51(2): 227–233.
- Caldwell, K.E., Clark, R.M., Coffman, B.B., Brandenburg, J.S. and Howdieshell, T.R., 2018. Investigation of Open Abdomen Visceral Skin Graft Revascularization and Separation from Peritoneal Contents. *Surg. Sci.*; 9: 24-43.
- Canapp, S.O., Canapp, D.A., Ibrahim, V., Carr, B.J., Cox, C. and Barrett, J.G., 2016. The use of adipose derived progenitor cells and platelet rich plasma combination for the treatment of supraspinatus tendinopathy in 55 dogs: A retrospective study. *Front. Vet. Sci.*; 3:61.
- Carlstedt, C., 1987. Mechanical and chemical factors in tendon healing, *Acta Orthop. Scand.*; 58 (224): 1-75.
- Carter, M.J., Fyelling, C.P. and Parnell, L.K., 2011. Use of platelet rich plasma gel on wound healing: a systematic review and meta-analysis. *Eplasty.*; 11:e38.
- Casati , M.Z., Gurgel, B.C. and Goncalves, P.F., 2006. Platelet rich plasma does not improve bone regeneration around peri-implant bone defect: Apilot study in dog . *Int. J. Oral Maxillofac. surg.*; 6(4):1-5.
- Castillo, J.M., Flores-Plascencia, A., Perez-Montiel, M.D., Garcia, S., Vergara, N., Perez-Blanco, A. and Sanchez-Valdivieso, E.A., 2019. Parietal peritoneum graft for duodenum injuries in an animal model. *ABCD Arq . Bras. Cir. Dig.*; 32(1):e1418.
- Cavallo, C., Roffi, A., Grigolo, B., Mariani, E., Pratelli, L., Merli, G., Kon, E., Marcacci, M. and Filardo, G., 2016. Platelet-Rich Plasma: the choice of

- activation method affects the release of bioactive molecules. *Bio. Med. Res. Int.*; 1-7.
- Chamberlain, C.S., Sarah, E., Duenwald-Kuehl, S.E., Okotie, G., Sabrina, H., Brounts, S.H., Geoffrey, S., Baer, G.S. and Vanderby, R., 2013. Temporal healing in rat achilles tendon: ultrasound correlations. *Ann. Biomed Eng.*; 41(3): 477–487.
- Chellini, F., Tani, A., Zecchi-Orlandini, S. and Sassoli, C., 2019. Influence of platelet-rich and platelet-poor plasma on endogenous mechanisms of skeletal muscle repair/regeneration. *Int. J. Mol. Sci.*; 20 (683) :1-17.
- Chen, J., Xu, J., Wang, A., and Zheng, M., 2009. Scaffolds for tendon and ligament repair: review of the efficacy of commercial products. *Expert Rev.Med. Devices.*; 6(1): 61–73.
- Collin, J. R., 1975. Peritoneal autografts in conjunctival replacement. *Brit. J. Ophthal.*; 59: 288-191.
- Dal-Bo, I.S., Ferrigno, S.R., Macedo, A.S ., Paes, F., dos Santos, J.F. and Marinho, P.T., 2016. Tenorrhaphy of the Common Calcaneal Tendon in Dogs and Cats: case report . *Acta Scientiae Veterinariae.*; 44(1 1): 144 .
- Dallari, D., Savarino, L., Stagni, C., Cenni, E., Cenacchi, A. and Fornasari, P.M., 2007. Enhanced tibial osteotomy healing with use of bone grafts supplemented with platelet gel or platelet gel and bone marrow stromal cells. *J. Bone Joint Surg. Am.*; 89(11): 2413-20.
- Dams, O.C., Akker-Scheek, I.V., Diercks, R.L., Wendt, K.W., Bosma, E., van Raaij, T. M. and Reininga, I.H., 2019. The recovery after Achilles tendon rupture: a protocol for a multicenter prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders.*; 20(1):69-77.
- Daradka, M.H., Malkawi, M.A., Ismail, Z.B. and Alshehabat, M.A., 2016. Autologous venous grafting promotes healing and reduces adhesion formation in experimentally severed canine superficial digital flexor tendons . *Bulg. J. Vet. Med.*; 19(3): 233–241 .
- Davis, C.S. and Smith, R.K., 2006. Diagnosis and Management of Tendon and Ligament Disorders. In: Auer, J. and Stick, J. *Equine surgery*, 3rd ed. Elsevier, Inc. USA, PP.1085-1110.
- de Aro, A.A., Carneiro, G.D., Teodoro, L.F., Da Veiga, F.C., Ferrucci, D.L., Simões, G.F. and Simões, P.W., 2018. Injured Achilles tendons treated with adipose-derived stem cells transplantation and GDF-5. *Cells.*; 7(127): 1-22.

- de Leon, J.M., Driver, V.R., and Fyelling, C.P., 2011. The clinical relevance of treating chronic wounds with an enhanced near-physiological concentration of platelet-rich plasma gel. *Adv Skin Wound Care.*; 24(8): 357-68.
- De Long, J., Beitzel, K., Mazzocca, A.D., Sheperda, D., Rollera, B.L. and Hanypsiak, B.T., 2011. Update on platelet-rich plasma. *Current Orthop Pract.*; 1-10.
- Dietrich, F., Duré, G.L., Klein, C.P., Bampi, V.F., Padoin, A.V., Silva, V.D. and Braga-Silva, J., 2015. Platelet-Rich Fibrin Promotes an Accelerated Healing of Achilles Tendon When Compared to Platelet-Rich Plasma in Rat. *World J. Plast. Surg.*; 4(2):101-109.
- Docheva, D., Muller, S.A., Majewski, M. and Evans, C.H., 2015. Biologics for tendon repair. *Adv. Drug Deliv. Rev.*; 84:222–239.
- Doherty, G.P., Koike, Y., Uthoff, H.K., Lecompte, M. and Trudel, G., 2006. Comparative Anatomy of Rabbit and Human Achilles Tendons with Magnetic Resonance and Ultrasound Imaging. *American Association for Laboratory Animal Science.*; 56(1):68-74.
- Downer, A.H., 1976. Ultrasound therapy for animals. *Modern Vet. Practice.*; 57:523-526.
- Driver, V.R., Hanft, J., Fyelling, C.P. and Beriou, J.M., 2006. A prospective, randomized, controlled trial of autologous platelet-rich plasma gel for the treatment of diabetic foot ulcers. *Ostomy Wound Manag.*; 52(6):68-87.
- Dyce, K.M., Sack, W.D. and Wensing, C.J., 2002. *Textbook of Veterinary Anatomy*. 3rd ed., Elsevier, London, PP. 122,233.
- Elenes, E.Y., Hunter, S.A., Boivin, G.P. and Laughlin, R.T., 2012. Prevention of Peritendinous Adhesions using Peritoneal Membrane Allograft in Flexor Tendon Repair. Poster No. 1343 • ORS 2012 Annual Meeting.
- Eppley, B.L., Woodell, J.E. and Higgins, J., 2004. Platelet quantification and growth factor analysis from platelet-rich plasma: Implications for wound healing. *Plast. Reconstr. Surg.*; 14:1502-1508.
- Evrova, O. and Buschmann, J., 2017. In vitro and in vivo effects of PDGF-BB delivery strategies on tendon healing: a review. *Eur. Cells and Mat.*; 34:15-39.
- Fahie, M.A., 2005. Healing, diagnosis, repair, and rehabilitation of tendon conditions. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*; 35: 1195-1211.
- Falahi, N.H., Salih, S.I. and Obaid, A.H., 2016. A comparative biomechanical study of repaired tendons wrapped with two biological matrices in Bucks. *Iraqi J. Vet. Med.*; 40 (1) :73-78.

- Feibel, J.B. and Bernacki, B.L., 2003. A review of salvage procedures after failed Achilles tendon repair. *Foot Ankle Clin. N. Am.*; 8 : 105–114.
- Fenwick, S.A., Hazleman, B.L. and Riley, G.P., 2002. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arth. Res.*; 4(4): 252-260.
- Flanagan, M., 2000. The physiology of wound healing. *J. Wound Care.*; 9 (6): 299-300.
- Fornage, B.D., Touche, D.H. and Edeiken-Monroe, B.S., 2005. The tendon. In: Rumack, C.M., Wilson, S.R., Charboneau, J.W. and Jobson, J.M. *Diagnostic ultrasound*. 3rd ed. Elsevier H., St Louis, Missouri, USA PP. 909-940.
- Fossum, T.W., 2004. *Small Animal Surgery*. 2nd ed. St. Louis MO: Mosby, PP. 1150–1159.
- Fulton, R.M., 2014. Focused—basic ultrasound principles and artifacts. In: Lisciandro, G. R. *Focused ultrasound techniques for the Small Animal Practitioner*. Wiley Blackwell, USA., PP.1-16.
- Gabler, C., Gierschner, S. and Rainer bader, T.T., 2018. Comparison of different suture techniques for Achilles tendon repair in a rat model using collagen scaffolds. *Acta Bioeng. and Biomech.*; 20(2): 73-77.
- Gabler, C., Gierschner, S. Lindner, T., Tischer, T. and Bader, R., 2017. Magnetic Resonance Imaging as an auxiliary tool for evaluation of tendon repair in an animal model using collagen--based scaffolds, *EORS.*; 13–15.
- Galliera, E., Corsi, M.M. and Banfi, G., 2012. Platelet rich plasma therapy: inflammatory molecules involved in tissue healing. *J. Biol. Regul. Homeost Agents.*; 26:35S–42S.
- Gamble, L.J. , Canapp, D.A. and Canapp, S.O., 2017. Evaluation of Achilles tendon injuries with findings from diagnostic musculoskeletal ultrasound in canines -43 cases. *Vet. Evid.*; 2(3): 1-23 .
- Gamradt, S.C., Rodeo, S.A. and Warren, R.F., 2007. Platelet Rich Plasma in Rotator Cuff Repair. *Tech. Orthop*; 22(1): 26–33.
- Gaweda, K., Tarczynska, M. and Krzyzanowski, W., 2010. Treatment of Achilles tendinopathy with platelet-rich plasma. *Int. J. Sports Med.*; 31(8):577–83 .
- Gayrard, V., Carriere, P. D. and DesCoteaux, L., 2010. Principles and recommendations ,essential concepts and common artifacts in ultrasound imaging . In: DesCoteaux, L., Gnemmi, G. and Colloton, J. *Practical Atlas of Ruminant and Camlied Reproductive Ultrasonography*. 1st ed. Wiley-Blackwell, USA, pp. 3-19.

- Gentile, P., De Angelis, B., Agovino, A., Orlandi, F., Migner, A., Di Pasquali, C. and Cervelli, V., 2016. Use of platelet rich plasma and hyaluronic acid in the treatment of complications of Achilles tendon reconstruction. *World J. Plast. Surg.*; 5(2):124-132.
- Getty, R.S., Grossman, J.D. and Sisson, S., 1975. *Anatomy of the Domestic Animals*. 5th ed..Vol 2. W.B. Saunders, Philadelphia, London., PP. 1322-1342.
- Gibbon, W.W., Cooper, J.R. and Radcliffe, G.S., 1999. Sonographic incidence of tendon microtears in athletes with chronic Achilles tendinosis. *Br. J. Sports Med.*; 33:129–130.
- Gilbert, P., Shmon, C.L., Linn, K. and Singh, B., 2010. Macroscopic and Microvascular blood supply of the canine common calcaneal tendon. *Vet. Com. Orthop Traum.*; 23 (2): 52-81.
- Gilbert, T.W., Stewart-Akers, A.M., Simmons-Byrd, A. and Badylak, S.F., 2007. Degradation and remodeling of small intestinal submucosa in canine Achilles tendon repair. *J. Bone and Joint Surg.*; 89: 621–630.
- Gitto, S., Draghi, A.G., Bortolotto, C. and Draghi, F., 2016. Sonography of the Achilles Tendon After Complete Rupture Repair. *J. Ultrasound Med.*; 35:2529–2536.
- Gomes, L.S., de-Oliveira, V.C., Pinheiro, A.O., Raballo, K.C., de-Araugi, G.S., Veronezi, J.C., Martins, D.S. and Ambrosio, C.E., 2017. Bone marrow stem cell applied in the canine veterinary clinics. *Pesq. Vet. Bras.*; 37(10) :1139-1145.
- Greca, F.C., Ramos, E.J., Dallolmo, V.C., Antonio P.G., Silva, A.P., Mima, W.H., kawa, O. and Alencar, T.H., 2005. Evaluation of porcine small intestinal submucosa in Achilles tendon repair. *J. Appl. Res.*; 5 (1): 115-123.
- Groth, K., Berezansky, T., Aneja, M.K., Geiger, M.J., Schweizer, J., Maucksch, L., Pasewald, T., Brill, T., Tigani, B., Weber, E., Rudolph, C. and Hasenpusch, G., 2017. Tendon healing induced by chemically modified mRNAs. *Eur. Cells and Mat.*; 33: 294-307.
- Gungormus, C., Cetinkaya, M.A. and Demirutku, A., 2013. A new model for partial immobilization of rat hind limb after Achilles tendon excision/reinterposition. *Turkish J. Vet. Ani. Sci.*; 37 :546-552.
- Guo, E.Q. and Xie, Q.F., 2016. A totally laparoscopic peritoneal free flap for reconstruction of hand. *Chinese Journal of Traumatology.*; 19 :302-304.
- Hajipour, M. L., 2016. Gliding properties of the flexor tendon in zone 2: Tendon repair and pulley resection. Ph. D. Thesis, University of Leicester. pp.26-36.

- Hall, M.P., Band, P.A., Meislin, R.J., Jazrawi, L.M. and Cardone, D.A., 2009. Platelet-rich plasma: Current concepts and application in sports medicine. *J. Am. Acad. Orthop Surg.*; 17(10):602-8.
- Haralambos, T., Dinopoulos, M.I., Boyer, M.E., Burns, R.H., Gelberman, M.J. and Silva, M.J., 2000. The resistance of a four- and eight-strand suture technique to gap formation during tensile testing: an experimental study of repaired canine flexor tendons after 10 days of in vivo healing. *J. Hand Surg. Am.*; 25:489-98.
- Hart, L., 2011. Corticosteroid and other injections in the management of tendinopathies : A review. *Clin.J. Sport Med.*; 21(6): 540–541.
- Henderson, R.E., Walker, B.F. and Young, K. J., 2015. The accuracy of diagnostic ultrasound imaging for musculoskeletal soft tissue pathology of the extremities: a comprehensive review of the literature. *Chiropractic and manual therapies.*; 23(1) :31-38.
- Ho, T., Shawn , T., Tsai, H., Yeh, S., Chen, S., Tung, K., Chien, H., Lu, Y., Huang, C. and Tsao, Y., 2019. PEDF-derived peptide promotes tendon regeneration through its mitogenic effect on tendon stem/progenitor cells. *BMC. Stem Cell Res. and Therapy.*; 10:2.
- Hofer, M., Reihls, T., 1999. *Ultrasound teaching manual*. Thieme Stuttgart, New York, USA, PP. 6-11.
- Hosgood, G., 2003. Wound repair and specific tissue .In: Slatter, D . *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Saunders, Philadelphia,USA, PP.66-84.
- Howard, R.F., Ondrovic, L. and Greenwald, D.P., 1997. Biomechanical analysis of four strand extensor tendon repair techniques. *J Hand Surg. Am.*; 22:838-42.
- Hsu, W.K., Mishra, A., Rodeo, S.R., Fu, F., Terry, M.A., Randelli, P., Canale, S.T. and Kelly, F.B., 2013. Platelet-rich Plasma in Orthopaedic Applications: Evidence-based Recommendations for Treatment. *J. Am .Acad. Orthop. Surg.*; 21(12): 739-748.
- Humadi, S.K. and Shekho, H.A., 2015. Effect of low intensity pulsed ultrasound on repair of tenotomized Achilles tendon of rabbit. *Bas.J.Vet.Res.*;14(1):236-249.
- Jahani, S.1., Moslemi, H.R., Dehghan, M., Sedaghat, R., Mazaheri Nezhad, R. and Moghaddam, R., 2015. The effect of butyric acid with autogenous omental graft on healing of experimental Achilles tendon injury in rabbits. *Iranian J.Vet. Res.*; 16(50) : 100-104.

- James, R., Kesturu, G., Balian, G. and Chhabra, A.B., 2008. Tendon: biology, biomechanics, repair, growth factors, and evolving treatment options. *J. Hand Surg.*; 33: 102–112.
- Johnson, M.D., Sobrino, D. F., Lewis, D.D., Shmalberg, J., 2018. Surgical repair of a proximal patellar tendon avulsion in a dog utilizing triple patellar bone tunnels and modified tendon repair technique . *Open Vet. J.*; 8(3): 256-265.
- Jopp, I. and Reese, S., 2009. Morphological and biomechanical studies on the common calcanean tendon in dogs. *Vet. Comp. Orthop Traum.*; 22: 119–124.
- Kamalakar, G.; Suresh Kumer, R.V.; Rao, T.S.C. and Sastry, T.P., 2015. Clinical studies on fibrin-chitosan composite bio casings for cutaneous wound healing in dog . *Int. J. Livest. Res.*; 5(2) :49-53.
- Kannus, P., 2000. Structure of the tendon connective tissue, *Scand. J.Med. and Sci. Sports.*; 10: 312-320.
- Kayaalp, C., Sumer, F., Polat, Y. and Kutlu, R., 2015. Autologous peritoneum graft repair of a superior mesenteric vein defect during pancreaticoduodenectomy *Cureus.*; 7(10): e340.
- Kazakos, K., Lyras, D.N., Verettas, D., Tilkeridis, K. and Tryfonidis, M., 2008. The use of autologous PRP gel as an aid in the management of acute trauma wounds. *Int .J.care injured Injury.*; 40(8): 801 -805 .
- Khasru, M.R., Nazrin, F., Siddiq, M B . Tangila Marzen, T., Anwar, N., Haseen, F., Moniruzzaman, M. Jahan, I. Ullah, M. A., Rahman, S.M. and Salek, M.A., 2017. Diagnosis of Achilles tendon pathology:ultrasonography versus plain x-ray. *Bri. J. Med. and Medical Res.*; 19(12): 1-10.
- Koh, K.L. and Wan Sulaiman, A., 2018. Single stage soft tissue and extensor tendon reconstruction of upper extremity with antero-lateral thigh free flap– A case report. *Hand Micro Surg.*; 7:101-104.
- Konig, H.E., Liebich, H.G. and Maierl, J., 2007. Hind limb or pelvic limb. In: Konig, H.E. and Liebich, H.G. *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals*. 3rd ed. Stuttgart GmbH, Germany, PP. 249-276.
- Kramer, M., Gerwing, M., Michele, U., Schimke, E. and Kindler, S., 2001. Ultrasonographic examination of injuries to the Achilles tendon in dogs and cats. *J. Sm. Anim. Pract.*; 42:531–535.

- Kramer, M., Schimke, E., Gerwing, M., Schleich, S. and Michele, U., 1998. Diseases of the calcaneal tendon in dogs and cats. *Tierärztliche Praxis Ausgabe Kleintiere Heintiere.*; 26:238–246.
- Kreszinger, M., Kos, J., Vukovic, S., Vnuk, D., Maticic, D., Pirkic, B., Stejskal, M., Pecin, M., Smolec, O., Kostesic, P. and Abaffy, M., 2011. Influence of suture material on biomechanical and histological indicators of Achilles tendon healing in rabbits. *Vet. Arhiv.*; 81: 223-233.
- Kuffler, D.P., 2019. Variables affecting the potential efficacy of PRP in providing chronic pain relief. *J. Pain Res.*; 19(12): 109–116.
- Lamb, C. and Duvernois, A., 2005. Ultrasonographic anatomy of the normal canine calcaneal tendon. *Vet. Rad. and Ultra.*; 46(4): 326–330.
- Laurent, C., Liub, X., Islab, N.D., Wangb, X. and Rahouadj, R., 2018. Defining a scaffold for ligament tissue engineering: What has been done, and what still needs to be done. *J. Cellular Immunotherapy.*; 4 : 4–9.
- Lawlor, D.K. Derose, G. and Harris, K.A., 2011. The role of platelet-rich plasma in inguinal wound healing in vascular surgery patients. *Vasc Endovascular Surg.*; 45(3): 241-5.
- Le, A.D., Enweze, L., DeBaun, M.R. and Dragoo, J.L., 2019. Platelet-Rich Plasma. *Clin. Sports Med.*; 38:17–44.
- Lenza, M., Ferraz, S.B., Viola, D.C., Santos, O.F., Cendoroglo Neto, M. and Ferretti, M., 2013. Platelet-rich plasma for long bone healing. *Einstein.*; 11(1):122-7.
- Leon, P., Al Hashmi, A.W, Navarro, F. and Panaro, F., 2019. Peritoneal patch for retrohepatic vena cava reconstruction during major hepatectomy: how I do it. *Hepato. Biliary Surg. Nutr.*, 1-4.
- Li, H. and Hua, Y., 2016. Achilles tendinopathy: Current concepts about the basic science and clinical treatments *BioMed Res. International.*; 1-9.
- Li, X., Chen, Z., Zhang, H., Zhuang, Y., Shen, H., Chen, Y., Zhao, Y., Chen, B. and Xiao, Z., 2019. Aligned scaffolds with biomolecular gradients for regenerative medicine. *Polymers.*; 11(341):1-19.
- Lin, K., Yang, C., Hsu, C., Yeh, M. and Renn, J., 2019. Intra-articular Injection of Platelet-Rich Plasma Is Superior to Hyaluronic Acid or Saline Solution in the Treatment of Mild to Moderate Knee Osteoarthritis: A Randomized, Double-Blind, Triple-Parallel, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Arthroscopy.*; 35(1) : 106-117.

- Lisciandro, G.R., 2014. Introduction to Focused Ultrasound for the Small Animal Practitioner. In: Lisciandro , G. R. Focused ultrasound techniques for the small animal practitioner. Wiley Blackwell, USA., PP. xi-xiv.
- Liu, L., Hindieh , J., Leong, D.J. and Sun, H.B., 2017. Advances of stem cell based-therapeutic approaches for tendon repair. *J. Orthop Translation.*; 9: 69-75.
- Lomas, A.J., Ryan, C.N.M., Soroushanova, A., Shologu, N., Sideri, A.I., Tsioli, V., Fthenakis, G.C., Tzora, A., Skoufos, I., Quinlan, L.R., O'Laighin, G., Mullen, A.M., Kelly, J.L., Kearns, S., Biggs, M., Pandit, A. and Zeugolis, D.I., 2015. The past, present and future in scaffold-based tendon treatments. *Adva. Drug Delivery Rev.*; 84: 257-277.
- Longo, U.G., Lamberti, A., Maffulli, N. and Denaro, V., 2010. Tendon augmentation grafts: a systematic review. *Br. Med. Bulletin.*; 94: 165–188.
- Luna, L.G., 1968. Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology 34th ed . McGraw-Hill book company , New York ,USA, PP.67-70.
- Lutz, H.T., 2006. Basic of Ultrasound. In: Lutz, H.T., Gharbi, H.A. Manual of diagnostic ultrasound in infectious tropical diseases. Springer, Berlin, Germany, PP.1-7.
- Majewski, I.M., Porter, R.M., Betz, O.B., Betz,V.M., Clahsen, H., Flückiger, R. and Evans, C.H., 2012. Improvement of tendon repair using muscle grafts transduced with *tgf-β1* cdna. *Eur. Cells and Mat.*; 23:94-102.
- Majewski, M., Heisterbach, P., Jaquiéry, C., Dürselen, L., Todorov, A., Martin, I., Evans, C.H. and Müller, S.A., 2018. Improved tendon healing using BFGF, BMP-12 and TGFB in a rat model. *Eur. Cells and Mat.*; 35: 318-334.
- Malik, A. , Tabasum, R. and Ahmad, M., 2013. Autogenous platelet rich plasma in healing of bone defects. *World J. Med. and Medical Sci. Res.*; 1 (5): 82-84.
- Man, Y., Wang, P., Guo, Y., Xiang, L., Yang, Y., Qu, Y., Gong, P. and Deng, L., 2012. Angiogenic and osteogenic potential rich plasma and adipose –derived stem cell laden alginate microspheres. *Biomaterials.*; 33:8802-8811.
- Maquirriain, J., 2011. Achilles Tendon Rupture: Avoiding Tendon Lengthening during Surgical Repair and Rehabilitation .*Yale J. Biol. Med.*; 84(3): 289–300.
- Margetic, A., Miklic, D., Rakic-Ercek,V., Doko, Z. Lubina, Z.I. and Brklja-Ic, B., 2007. Comparison of ultrasonographic and intraoperative findings in Achilles Tendon rupture. *Coll. Antropol.*; 31 (1): 279–284.
- Marx, R.E., Carlson, E.R. and Eichstaedt, R.M., 1998. Platelet rich plasma: growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg.*; 85: 638–646.

- Matsuno, T., 2010. Design of injectable bone tissue engineering scaffold consists of β -tricalcium phosphate beads and alginate. In: Eberli, D. Tissue Engineering. Vukovar ,Croatia, PP. 297-306.
- Mautner, K. and Kneer, L., 2014. Treatment of tendinopathies with platelet-rich plasma. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.*; 25: 865–880.
- Mc Dougall, R.A., Canapp, S. O. and Canapp, D. A., 2018. Ultrasonographic findings in 41 dogs treated with bone marrow aspirate concentrate and platelet rich plasma for a supraspinatus tendinopathy: A retrospective study . *Front. Vet. Sci.*; 5(98) :1-10.
- Meutstege, F.J., 1993. The classification of canine Achilles tendon lesions .*Vet. and Comp. Orthop. and Trauma.*; 6:53-56.
- Milano, G., Deriu, L., Passino, E.S., Masala, G., Manunta, A. and Postacchini, R., 2012. Repeated platelet concentrate injections enhance reparative response of microfractures in the treatment of chondral defects of the knee: An experimental study in an animal model. *Arthroscopy.*; 28 (5): 688-701.
- Milton, J.L. and Henderson, R.A., 1983. Muscles and tendons. In: Bojrab, M. J. Current technique in small animal surgery .2nd ed . Lea and Fibiger, Philadelphia,USA., PP.496-516.
- Mishra, A., Woodall, J. and Vieira, A., 2009. Treatment of tendon and muscle using platelet-rich plasma. *Clin. Sports Med.*; 28:113–125.
- Mitchell, A.W., Lee, J.C., and Healy J. C., 2009. The use of ultrasound in the assessment and treatment of Achilles tendinosis. *J. Bone. Joint. Surg. [Br].*; 91-B:1405-9.
- Mlynarek, R.A., Kuhn, A.W. and Bedi, A., 2016. Platelet-rich plasma (PRP) in orthopedic sports medicine. *Am. J. Orthop.*; 45(4):290-294.
- Molyneux, P., Carroll, M., Stewart, S., Brenton-Rule, A. and Rome, K., 2017. Ultrasound characteristics of the mid-portion of the Achilles tendon in runners: A systematic review protocol. *Systematic Rev.*, 6:108-121.
- Montgomery, R.,and Fitch, R., 2003. Muscle and tendon disorders. In: Slatter, D. Textbook of Small Animal Surgery. 3rd ed. Saunders, Philadelphia, USA., PP. 2264–2272.
- Monto, R.R., 2012. Platelet rich plasma treatment for chronic achilles tendinosis . *Foot and Ankle Int.*; 33(5) :379 -385.

- Moosavi, S.R., Kalantar Motamedi, A.R and Tofigh, A.M., 2005. Use of vein graft as a tendon sheath substitute following tendon repair: An innovative technique in tendon surgery. *Int. J. Surg.*; 3: 113-116.
- Moshiri, A. and Oryan, A., 2013. Tendon and ligament tissue engineering, healing and regenerative medicine. *J. Sports Med. Doping Stud.*; 3(2):1-18.
- Moshkovitz, Y. and Raanani, E., 2016. The art of saphenous vein grafting and patency maintenance. *J. Thorac Cardiovasc.Surg.*; 151:300-302.
- Mueller, M.C., Gradner, G., Hittmair, K.M., Dupré, G. and Bockstahler, B.A., 2009. Conservative treatment of partial gastrocnemius muscle avulsions in dogs using therapeutic ultrasound - A force plate study. *Vet. Comp. Orthop Trauma.*; 22: 243–248.
- Nadeau, M., Desrochers, A., Lamontagne, M., Larivière, C. and Gagnon, D.H., 2016. Quantitative ultrasound imaging of Achilles tendon integrity in symptomatic and asymptomatic individuals: reliability and minimal detectable change. *J. Foot and Ankle Res.*; 9(30): 1-17.
- Najafbeygi, A., Fatemi, M.J., Lebaschi, A.H., Mousavi, S.J., Husseini, S.A. and Niazi, M., 2017. Effect of Basic Fibroblast Growth Factor on Achilles Tendon Healing in Rabbit. *World J. Plast. Surg.*; 6(1):26-32.
- Nazhvani, F.D., Naeini, A.T. and Dehghani, S., 2013. Evaluation of the Effect of Platelet Rich Plasma (PRP) in Tendon Gap Healing by Measuring Collagen Synthesis in Guinea Pig. *Iranian J. Vet.Surg.*; 8(1):23-28.
- Nielsen, C. and Pluhar, G.E., 2006. Outcome following surgical repair of Achilles tendon rupture and comparison between postoperative tibiotarsal immobilization methods in dogs: 28 cases (1997-2004). *Vet. Comp. Orthop. Trauma.*; 19(4):246-249.
- Olson, E.J. and Carlson, C.S., 2017. Bones, Joints, Tendons, and Ligaments. In : Zachary, J.F. *Pathologic basis of veterinary disease*, 6th ed. Elsevier,USA, PP.954-1008.
- Olsson, N., 2013. Acute Achilles tendon rupture. department of orthopaedics, MSC Thesis ,University of Gothenburg ,Gothenburg, Sweden, PP. 20-38.
- Pacini, S., Spinabella, S., Trombi, L., Fazzi, R., Galimberti, S., Dini, F., Carlucci, F. and Petrini, M., 2007. Suspension of bone marrow-derived undifferentiated mesenchymal stromal cells for repair of superficial digital flexor tendon in race horses. *Tissue Eng.*, 13, 2949–2955.

- Papp, C., Todoroff, B.P., Windhofer, C. and Gruber, S., 2003. Partial and complete reconstruction of Achilles tendon defects with the fasciocutaneous infragluteal free flap. *Plast. Reco. Surg.*; 112:777-783.
- Payne, C., Watt, P., Cercignani, M. and Webborn, N., 2018. Reproducibility of shear wave elastography measures of the Achilles tendon. *Skel. Rad.*; 47(6):779–784.
- Pecin, M., Kreszinger, M., Vukovic, S., Lipar, M., Smolec, O. and Berislav, R., 2017. Accelerated Achilles tendon healing with interleukin-1 receptor antagonist protein in rabbits. *Turk J. Vet. Ani .Sci.*; 41: 118-126 .
- Phipatanakul, W.B. and Petersen, S.A., 2009. Porcine small intestine submucosa xenograft augmentation in repair of massive rotator cuff tears. *Am. J. Orthop.*; 38(11):572-575.
- Pieri, F., Lucarelli, E., Corinaldesi, G., Fini, M., Aldini, N.N., Giardino, R.; Donati, D. and Marchetti, C., 2009. Effect of Mesenchymal Stem Cells and Platelet-Rich Plasma on the Healing of Standardized Bone Defects in the Alveolar Ridge: A Comparative Histomorphometric Study in Minipigs. *J .Oral Maxillofac. Surg.*; 67:265-272.
- Piermattei, D. L., Flo, G. E. and Decamp, C. E., 2006. *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*, 4th ed . W.B. Saunders , Elsevier, USA. PP. 674-676.
- Piskin, A., Yuceturk, K., Tomak, Y., Ozer, M., Gulman, B., Ataman, A., Kangal, M., Sahin, Y., Desteli, E. and Alic, T., 2007. Tendon repair with the strengthened modified Kessler, modified Kessler, and Savage suture techniques: a biomechanical comparison . *Acta. Orthop. Trauma. Turc.*; 41(3):238-243.
- Plikk, P., Malberg, S. and Albertsson, A.C. , 2009 . Design of resorbable porous tubular copolyester scaffolds for use in nerve regeneration. *Biomacromolecules.*; 10(5):1259-64.
- Prado-Costa, R., Rebelo, J., Monteiro-Barroso, J. and Preto, A., 2018. Ultrasound elastography: compression elastography and shear-wave elastography in the assessment of tendon injury. *Insights into Imaging.*; 1-24.
- Qian, S., Wang, Z., Zheng, Z., Ran, J., Zhu, J. and Chen, W., 2019. A Collagen and Silk Scaffold for Improved Healing of the Tendon and Bone Interface in a Rabbit Model. *Med. Sci. Monit.*; 25: 269-278.
- Ramalho, P.A.D., 2018. Preliminary design of an Achilles tendon scaffold based on a simple model approach . *MSC Thesis, University of Porto, Portugal*, PP. 2-7.

- Reddy, P.J., Bittel, S.L., and Enwemerka, C.S., 2001. Laser photostimulation acceleration wound healing in diabetic rats. *Wound Rep. and Reg.*; 9 (3):248-255.
- Reverchon, E., Baldino, L., Cardea, S. and De Marco, I., 2012. Biodegradable synthetic scaffolds for tendon regeneration. *Muscl. Lig. and Tend. J.*; 2 (3): 181-186.
- Rieu, C., Picaut, L., Mosser, G. and Trichet, L., 2017. From tendon injury to collagen-based tendon regeneration: overview and recent advances. *Current Pharm. Des. Benth. Sci.*; 23 (24):3483 – 3506.
- Rio, E., Moseley, L. and Purdam, C. , 2014. The pain of tendinopathy: physiological or pathophysiological? . *Sports Medicine.*, 44(1): 9–23.
- Ruey Na, L., 2016. Uniaxial-stretched laser punched scaffold for tendon tissue engineering . *MSC thesis , National University OF Singapore, Singapore*, pp. 1-36.
- Sabiza, S., Khajeh, A. and Naddaf, H., 2016. Reconstruction of long digital extensor tendon by cranial tibial muscle fascia graft in a dog. *Vet. Res. Forum.*; 7(3): 271–274.
- Sadegh, A.B., Arabi, M., Karimi, E., Karimi, I. and Oryan, A., 2016. Tendon injury healing with G-90 in a rabbit model: biomechanical and histopathological evaluation. *Vet. Arhiv.*; 86 (3):407-420.
- Sahoo, S., Cho-Hong, J.G. and Siew-Lok, T., 2007. Development of hybrid polymer scaffolds for potential applications in ligament and tendon tissue engineering. *Biomed. Mat.*; 2: 169–173.
- Sakaguchi, Y., Sekiya, I., Yagishita, K. and Muneta, T., 2005. Comparison of human stem cells derived from various mesenchymal tissues: superiority of synovium as a cell source. *Arthritis Rheum.*; 52(8):2521–9.
- Sample, S.J., Racette, M.A., Hans, E.C., Volstad, N.J., Schaefer, S.L., Bleedorn, J.A., Jeffrey P. Little, J.P. Kenneth R. and Waller, K.R., 2018. Use of a platelet-rich plasma-collagen scaffold as a bioenhanced repair treatment for management of partial cruciate ligament rupture in dogs. *Plos One.*; 13(6): 1-22.
- Sampson, S., Aufiero, D., Meng, M., Bledin, A., Gillette, T. and Zall, M., 2011. Platelet-rich plasma therapy as a first line treatment for severe Achilles tendon tear: a case report. *Int. J. Therapy and Rehabilitation.*; 18 (2):101-106.

- Sanchez, M., Anitua, E., Azofra, J., Andia, I., Padilla, S. and Mujika I., 2007. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am. J. Sports Med.*; 7(35) :245-51.
- Santos, M.T., Rodrigues, M.T., Domingues, R.M., Reis, R.L. and Gomes, M.E., 2017. Biomaterials as tendon and ligament substitutes: current developments. In: Oliveira, J.M. and Reis, R.L. Regenerative strategies for the treatment of knee joint disabilities, studies in mechanobiology, Tissue Engineering and Biomaterials, Springer International Publishing AG., Portugal, PP 349-371.
- Sarrafian, T.L., Wang, H., Hackett, H.S., Yao, J.Q., Shih, M., Ramsay, R.L. and Turner, A.S., 2010. Comparison of achilles tendon repair techniques in a sheep model using a cross-linked acellular porcine dermal patch and platelet-rich plasma fibrin matrix for augmentation. *J. Foot and Ankle Surgery.*; 45: 128–134.
- Sasaki, J., Itsubo, T., Nakamura, K., Hayashi, M., Uchiyama, S. and Kato, H., 2013. Intrasynovial tendon graft for chronic flexor tendon laceration of the finger: A case report. *Open Orthop. J.*; 7: 282-285.
- Schulze-Tanzil, T.Z., Al-Sadi, O., Ertel, W. and Lohan, A., 2012. Decellularized Tendon Extracellular Matrix A Valuable Approach for Tendon Reconstruction? *Cells.*; 1: 1010-1028.
- Seijas, R., Ares, O., Catala, J., Alvarez-Diaz, P., Cusco, X. and Cugat, R., 2013. Magnetic resonance imaging evaluation of patellar tendon graft remodelling after anterior cruciate ligament reconstruction with or without platelet-rich plasma. *J. Orthop. Surg.*; 21(1):10-4.
- Shanmugam, K., Subha, V. and Renganathan, S., 2019. Type I collagen scaffold functionalized with ciprofloxacin loaded gelatin microspheres– fabrication, In vitro and In vivo evaluation, histological and biochemical analysis. *MOJ Drug Des. Develop. Ther.*; 3(1):1–10.
- Sharma, P. and Maffulli, N., 2005. Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. *J Bone Joint Surg. Am.*, 87: 187-202.
- Sharma, P. and Maffulli, N., 2006. Biology of tendon injury: healing, modeling and remodeling. *J. Musculoskelet Neuronal Interact.*; 6(2):181-190.
- Shung, K.K., 2006. Diagnostic Ultrasound Imaging and Blood Flow Measurements, Taylor and Francis, USA, pp.1-7.
- Sigrist, R.M.S, Liau, J., Kaffas, A.E., Chammas, M.C. and Willmann, J.K., 2017. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics.*; 7(5):1303–1329.

- Singh, I., 2011. Text Book of Human Histology, 6thed. Jaypee Brothers Medical Publishers , New Delhi, India, PP. 125-127.
- Smith, R.D.J., Carr, A., Dakin, S.G., Snelling, S.J., Yapp, C. and Hakimi, O., 2016. The response of tenocytes to commercial scaffolds used for rotator cuff repair. *Eur. Cells and Materials.*; 31: 107–118 .
- Smith, R.G., Gassmann, C.J. and Campbell, M.S., 2007. Platelet-rich plasma: Properties and clinical applications. *J. Lancaster General Hospital.*; 2(2):73-78.
- Sommeling, C.E., Heyneman, A., Hoeksema, H., Verbelen, J., Stillaert, F.B. and Monstrey, S., 2013. The use of platelet-rich plasma in plastic surgery: A systematic review. *J. Plastic, Reco. and Aesth.Surg.*; 66: 301-312.
- Souza, T.F.B., Ferreira, G.T.N., Sakamoto, S.S., Albuquerque, V.B., Bomfim, S.R. and Andrade, A.L., 2011. Radiographic and densitometric aspects of experimental radial fractures of dogs treated with platelet-rich plasma. *ARS Veterinaria.*; 7(1): 001-006 .
- Spinella, G.; Tamburro, R., Loprete, G., Vilar, J.M. and Valentini, S., 2010. Surgical repair of Achilles tendon rupture in dogs: a review of the literature, a case report and new perspectives . *Vet. Med.*; 55(7): 303–310.
- Stenroth, L., Thelen, D.I .and Franz, J., 2019. Biplanar ultrasound investigation of in vivo Achilles tendon displacement non-uniformity. *Transl Sports Med.*, 2:73–81.
- Strickland, J. W., 1995. Flexor tendon injuries: I. Foundations of treatment . *Am . Acad. Orthop. Surg.*; 3:44-54.
- Sugiyama, T., 2018. Evaluation of tibiotarsal transarticular immobilization techniques and kinematic study of the gastrocnemius muscle-tendon unit in dogs, Thesis, MSc, University of Melbourne, Australia, pp.1-13.
- Sylvestre, A.M., 2019. Tarsal joint . In: Sylvestre, A.M. *Fracture Management for the Small Animal Practitioner*, John Wiley and Sons, Inc. USA, pp.184-197.
- Tang, J.B., 2007. Indications, methods, postoperative motion and outcome evaluation of primary flexor tendon repairs in Zone 2. *J. Hand Surg. Eur.*; 1(32):118-129.
- Taniguchi, Y.U., Yoshioka, T., Kanamori, A., Aoto, K., Sugaya, H. and Yamazaki, M., 2018. Intra-articular platelet-rich plasma (PRP) injections for treating knee pain associated with osteoarthritis of the knee in the Japanese population: a phase I and IIa clinical trial. *Nagoya J. Med. Sci.*; 80: 39–51.
- Teuschl, A., Heimel, P., Rmberger, S.N., Griensven, M.V., Red, H. and Nau, T. A., 2016. Novel Silk Fiber-Based Scaffold for Regeneration of the Anterior

- Cruciate Ligament: Histological Results From a Study in Sheep. *A.J.S.M.*; 44(6):1547-1557.
- Torres, J., Tresguerres, I., Tamimi, F., Clemente, C., Niembro, E. and Blanco, L., 2007. Influence of platelet rich plasma on bone regeneration: A histomorphometric study in rabbit calvaria. *Int. J. Oral. Maxillofac. Implant.*; 22:563-568.
- Tsailas, P.G., 2017. Acute Distal Achilles Tendon Rupture Reconstruction with the Ipsilateral Semitendinosus Tendon and Review of the Literature. *MOJ Orthop. Rheumatol.*; 8(5): 1-6.
- Uquillas, J.A., Kishore, V. and Akkus, O., 2012. Genipin crosslinking elevates the strength of electrochemically aligned collagen to the level of tendons, *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*; 15: 176–189.
- Uthappa, K.B., Jagadish pai, B.S., Amit, K.W. and Sreelakshme, S., 2017. Platelet-Rich Fibrin: A review. *Int. J. Adv. Res.*; 5(11): 677-681.
- Vadodaria, K., Kulkarni, A., Santhini, E. and Vasudevan, P., 2019. Materials and structures used in meniscus repair and regeneration: A review. *Bio Medi.*; 9 (1): 11-22.
- Virchenko, O. and Aspenberg, P., 2006. How can one platelet injection after tendon injury lead to a stronger tendon after 4 weeks? Interplay between early regeneration and mechanical stimulation. *Acta Orthop.*; 77:806–812.
- Walden, G., Liao, X., B.S., Donell, S., Raxworthy, M.J., Graham, P., Riley, G. R., and Saeed, A., 2017. A Clinical, biological, and biomaterials perspective into tendon injuries and regeneration. *tissue engineering: Part B.*; 23(1): 44-58.
- Wang, Z., Lee, W.J., Koh, B. T., Hong, M., Wang, W., Lim, P. N., Feng, J., Park, L. S., Kim, M., and Thian, E. S., 2018. Functional regeneration of tendons using scaffolds with physical anisotropy engineered via microarchitectural manipulation. *Sci. Adv.*; 4: 1-12.
- Warren, C.G., Lehmann, J. and Koblanski, J.N., 1976. Heat and stretch procedures: an evaluation using rat tail tendon. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*; 57: 122–126.
- Wijesekera, N.T., Chew, N.S., Lee, J.C., Mitchell, A.W., Calder, J.D. and Jeremiah C., 2010. Healy. Ultrasound-guided treatments for chronic Achilles tendinopathy: an update and current status. *Skeletal Radiol.*; 39:425–434.
- Winkler, B., Reineke, D., Heinisch, P., Schönhoff, F., Huber, C., Kadner, A., Englberger, L. and Carrel, T., 2016. Graft preservation solutions in

- cardiovascular surgery. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*; 23 : 300–309.
- Woo, S.L., 2009. Tissue engineering: use of scaffolds for ligament and tendon healing and regeneration. *Knee Surg. Sports Traum. Arthrosc.* 17:559–560.
- Woodward, L.C., Antoniades, C. and Taggart, D.P., 2016. Intraoperative Vein Graft Preservation: What Is the Solution?. *Ann. Thorac. Surg.*; 102:1736–1746.
- Yan, Y., Chen, H., Zhang, H., Guo, C., Yang, K., Chen, K., Cheng, R., Qian, N., Sandler, N. and Zhang, Y.S., 2019. Vascularized 3D printed scaffolds for promoting bone regeneration. *Biomaterials* ; 97–110.
- Yan, Z., Yin, H., Nerlich, M., Pfeifer, G. and Docheva, D., 2018. Boosting tendon repair: interplay of cells, growth factors and scaffold-free and gel based Carriers. *J. Exper. Orthop.*; 5(1):1-13.
- Yeung, C.K., Guo, X. and Ng, Y.F., 2006. Pulsed ultrasound treatment accelerates the repair of Achilles tendon rupture in rats. *J. Orthop. Res.*; 24.(2):193–201.
- Yin, Z., Chen, X., Chen, J.I. and Ouyang, H.W., 2010. Stem cells for tendon tissue engineering and regeneration, *Expert Opinion on Biological Therapy*; 10 : 689-700.
- Youn, I., Jones, D.G., Andrews, P.J., Cook, M.P. and Suh, J.F., 2004. Periosteal augmentation of a tendon graft improves tendon healing in the bone. *Tunnel Clin. Orthop.*; 419: 223-232.
- Yousefi, A., Sarrafzadeh-Rezaei, F.S., Asri-Rezaei, S., Farshid, A. and Behfar, M., 2018. Fabrication of novel tubular scaffold for tendon repair from chitosan in combination with zinc oxide nanoparticles. *Vet. Res. Forum.*; 9 (2) 105 – 111.
- Yuan, T., Zhang, C. and Wang, J., 2013. Augmenting tendon and ligament repair with platelet –rich plasma (PRP). *Musc. lig. Ten. J.*; 3(3):139-149.
- Zantop, T., Gilbert, T.W., Yoder, M.C. and Badylak, S.F., 2006. Extracellular Matrix Scaffolds Are Repopulated by Bone Marrow-Derived Cells in a Mouse Model of Achilles Tendon Reconstruction. *Inc. J. Orthop. Res.*; 24:1299–1309.
- Zellner, E.M., Hale, M.J. and Kraus, K.H., 2018. Application of tendon plating to manage failed calcaneal tendon repairs in a dog. *Vet. Surg.*; 47:439-444.
- Zuffova, K., Krisova, S. and Zert, Z., 2013. Platelet rich plasma treatment of superficial digital flexor tendon lesions in racing Thoroughbreds. *Veterinari Medicina.*, 58 (4): 230–239.

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة لتقييم التئام وتر العرقوب المقطوع تجريبياً في الكلاب المعامل بانواع مختلفة من السقالات الحيوية الذاتية. استعمل (٣٦) حيواناً من الكلاب المحلية البالغة والسليمة من الأمراض والتي تم تقسيمها عشوائياً إلى أربع مجاميع. تم إجراء قطع عرضي كامل لوتر العرقوب في جميع حيوانات التجربة، بعدها تم اصلاح القطع كالأتي. أجريت في مجموعة السيطرة (٦ حيوانات) خياطة الوتر وذلك باستعمال تقنية كيسلر المحورة، أما في المجموعة الثانية (٦ حيوانات) تم خياطة الوتر وإضافة البلازما الغنية بالصفائح الدموية، المجموعة الثالثة (١٢ حيوان) تم تقسيمها الى مجموعة ثانوية أولى (٦ حيوانات) تم فيها خياطة الوتر وإحاطته بسقالة الوريد الوداجي الذاتية ومجموعة ثانوية ثانية (٦ حيوانات) تم فيها خياطة الوتر وإحاطته بسقالة الوريد الذاتية وإضافة البلازما الغنية بالصفائح الدموية، أما المجموعة الرابعة (١٢ حيوان) تم تقسيمها الى مجموعة ثانوية أولى (٦ حيوانات) تم فيها خياطة الوتر وإحاطته بسقالة الخلب الذاتية ومجموعة ثانوية ثانية (٦ حيوانات) تم فيها خياطة الوتر وإحاطته بسقالة الخلب الذاتية وإضافة البلازما الغنية بالصفائح الدموية. تمت متابعة عملية الالتئام سريرياً خلال ٦٠ يوماً وتم إجراء الفحص العياني، النسجي المرضي و الفحص بالأموح فوق الصوتية للوتر المعالج للمدد ١٥، ٣٠، و ٦٠ يوم بعد العملية. اظهرت النتائج أن استعمال السقالات (البلازما الغنية بالصفائح الدموية ، الوريد والخلب) قد اسهم في تسريع عملية التئام الوتر وتحسينها من خلال فرط تنسج الارومات الليفية، تقليل الالتصاقات وتحسين الأداء الوظيفي وان استخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية سواء لوحدها او مع سقالات الوريد والخلب قد اسهم في الاسراع من عملية التئام الوتر وتحسينها بصورة افضل مقارنة بالمجاميع الغير معاملة بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية وذلك من خلال سرعة تحمل وزن الجسم وسرعة تحسن نضج الالياف الكولاجينية وانتظامها من خلال الفحص النسجي المرضي والفحص بالامواج فوق الصوتية في المجموعة المعاملة بسقالات الخلب والبلازما، وتحسن تردد صدى نسق الالياف خلال الفحص بالأمواج فوق الصوتية في المجموعة المعاملة بسقالات الوريد والبلازما الغنية بالصفائح الدموية وكذلك المعاملة بسقالات البلازما الغنية بالصفائح الدموية لوحدها. نستنتج من ذلك ان هذه الدراسة تدعم استعمال سقالات البلازما الغنية بالصفائح الدموية وكذلك الوريد والخلب سواء وحدهما أو مع البلازما الغنية بالصفائح لعلاج قطع وتر العرقوب في الكلاب.

Abstract

The present article was aimed to assess the healing process of experimental entire rupture of Achilles tendon treated with various materials from autologous bioscaffold. The study was conducted on thirty -six healthy mature local breed dogs, which were randomly allocated in four experimental groups. All dogs underwent complete Achilles tendon rupture and reconstructed as following: Group1 (control n= 6), animals were treated with tenorrhaphy using modified Kessler technique only; Group 2(n= 6), tenorrhaphy with platelet-Rich plasma(PRP); Group 3(n=12), was subdivided to subgroup 1(n= 6), tenorrhaphy with a vein scaffold, subgroup 2(n= 6), tenorrhaphy with vein scaffold and PRP and Group 4(n=12) ,was subdivided to subgroup 1(n= 6), tenorrhaphy with a peritoneum scaffold, subgroup 2 (n= 6), tenorrhaphy with a peritoneum scaffold and PRP. The animal was monitored clinically through 60 days, while gross, histopathological and sonographical studies of the surgical site were performed at 15, 30 and 60 days post-operative. Results revealed that the autologous PRP, vein and peritoneum scaffolds have a remarkable effects on tendon healing represented by acceleration and improvement of tendon healing through increased fibroblastic hyperplasia, reduced adhesion, improved tendon function, The utilizing of PRP alone and with a vein or peritoneum scaffolds enhanced the healing process of the tendon as the animals showed a fastest weight bearing ,increased and improved collagen fibers maturation and organization, also increased echogenicity of fibrotic tissue by ultrasound imaging in comparison with animals treated without PRP. The peritoneum -PRP treated animals demonstrated early weight bearing and fastest healing process through histopathological and sonographical studies, while vein-PRP and PRP alone treated animals showed fastest healing process through sonographical examination .

In conclusions, our results support the use of PRP, also vein and peritoneum alone or with PRP to augment Achilles tendon repair in a dogs model .

Evaluation of the effect of autologous bioscaffolds
on the healing of experimentally induced Achilles
tendon transaction in dogs

A Thesis Submitted
by

Asmaa Hussain Allawi

To
The Council of the College of Veterinary Medicine
University of Mosul

In
Partial Fulfillment of the Requirements
For the Degree of Philosophy Doctorate
In

Veterinary Medicine / Veterinary Surgery

Supervised by

Professor

Dr. Layth Mahmoud Dawoud

University of Mosul
College of Veterinary Medicine



Evaluation of the effect of autologous bioscaffolds on the healing of experimentally induced Achilles tendon transaction in dogs

Asmaa Hussain Allawi

Ph.D./ Thesis
Veterinary Medicine / Veterinary Surgery

Supervised by

Professor

Dr. Layth Mahmoud Dawoud

2019 A.D

1441 A.H