



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة حماة
كلية طب الأسنان
قسم تقويم الأسنان والفكين

المقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في الحركة السنوية التقويمية والعظم السنخي واللثة وامتصاص الجذور

بحث علمي أعد لنيل درجة الدكتوراه في علوم طب الأسنان
اختصاص تقويم الأسنان والفكين

إعداد طالب الدكتوراه

علي محسن عمّار

إشراف

الأستاذة الدكتورة رباب الصباغ

أستاذ ورئيس قسم تقويم الأسنان والفكين
كلية طب الأسنان - جامعة حماة

٢٠٢٢ م - ١٤٤٤ هـ

| الكلمات المفتاحية | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Platelet Rich Plasma | البلازما الغنية بالصفائح |
| Injectable Platelet Rich Fibrin | الفبرين الغني بالصفائح |
| Acceleration of Orthodontic Movement | تسريع الحركة السنية التقويمية |
| Root Resorption | امتصاص الجذور |
| Alveolar Bone | العظم السنخي |
| Gingival Invagination | الطيات اللثوية |
| Orthodontic Tooth Movement | الحركة السنية التقويمية |
| Acceleration | التسريع |
| Upper Canine Retraction | الأنياب العلوية |
| Anchorage | الإرساء |

الشكر

بداية أشكر الله عز و جل على توفيقه لي لإنجاز هذا البحث فالحمد لله أولاً و أخيراً

أتوجه بالشكر الجزيل لأستاذتي ومعلمتي ومشرفتي

الأستاذة الدكتورة رباب الصباغ رئيسة قسم تقويم الأسنان والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة حماه التي تكّرت عليّ بالإشراف على هذا البحث فكانت لي السند والمُعِين في تصويب أخطائي وتصحيح هفواتي، حيث لا تتسع الكلمات لِمَا أحمله في قلبي من شعور بالتقدير والاحترام لها، صاحبة العلم الغزير والأخلاق العالية، التي لم تبخل عليّ يوماً بوقتها أو بعلمها وكان لتوجيهاتها خلال فترة إنجاز هذا البحث الأثر الأكبر في أن يبصر هذا البحث النور، فقليل كل الكلام الذي يُمكن أن يُقال كعرفان بالجميل على الجهد الكبير الذي بذلته.. فلها مني عظيم شكري وتقديري وامتناني وجزاها الله عني خير الجزاء.

كما أتوجه بجزيل الشكر إلى من علمني المثابرة والعمل الدؤوب وحب المعرفة فكان مثلاً يحتذى به في الاجتهاد والعلم وكان لي خير معلم ومشرف خلال دراستي في مرحلة الماجستير **الأستاذ الدكتور حسان فرح** أستاذ تقويم الأسنان والفكين بجامعة حماه والذي تكّرم بالموافقة على تحكيم هذا البحث.

وعميق الشكر والامتنان إلى **الأستاذ الدكتور محمد قصي المنجد** عميد كلية طب الأسنان في جامعة البعث الذي لطالما كان قدوة لكل طالب علم، أشكره لتفضله في

قبول تحكيم هذه الأطروحة وتحمله عناء السفر ومشقة الطريق حاملاً معه كل معاني العطاء والدعم.. فله مني كل الاحترام والتقدير.

الشكر الجزيل **للأستاذ الدكتور محمد يونس حجير** أستاذ تقويم الأسنان والفكين بجامعة دمشق الذي تعلمنا على يديه أصول البحث العلمي، و لم يبخل علينا يوماً بوقته الثمين و علمه الغزير في سبيل نجاحنا، منذ مرحلة الماجستير وحتى هذه اللحظة، فله مني كل الاحترام وفائق التقدير لقبوله المشاركة في تحكيم هذا البحث.

كما أتوجه بالشكر الجزيل لأستاذي القدير **الأستاذ الدكتور عبد الكريم حسن** نقيب المعلمين في جامعة تشرين الذي تعلمت منه أن الإخلاص وحب العمل والعلم سبيلنا للوصول إلى ما نريد ونصبو ، لك مني أستاذي الكريم كل الشكر والامتنان لمشاركتم في تحكيم هذا البحث وتحملكم عناء السفر.

أشكركم جميعاً على قبول تحكيم هذه الرسالة، وأرجو منكم المعذرة على قصور بعض عباراتي في إيضاح بعض المعاني وبعض الهفوات العلمية والإملائية والتي حاولت جاهداً أن أتقأى حصولها، لكن الكمال لله وحده.

كما أشكر **الدكتور طارق خطاب** الذي لم يبخل عليّ بملاحظاته القيمة طيلة فترة إجراء هذا البحث وكان لي السند والمُعِين فله مني عظيم الشكر والعرفان.

كما أشكر إدارة كلية طب الأسنان في جامعة حماه ممثلةً بعميد الكلية **الأستاذ الدكتور بسام النجار** ونائبه **الدكتورة ابتسام السلامة** و**الدكتور طارق خطاب** وشعبة الدراسات العليا.

والشكر الممزوج بمعاني المحبة إلى من قدموا لي الدعم المعنوي ومدوا يد العون والمساعدة فكانوا لي خير الناصحين:

الدكتور باسم صباغ، الدكتورة سالي الأحمد، الدكتور عامر عويضة، الدكتورة زها برام

وعميق شكري ومحبتي لرفاق مقاعد الدراسة الذين كانوا لي أخوة في الله
أصدقائي وزملائي طلاب الدراسات العليا

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة :

"المقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل
للحقن في الحركة السنوية التقويمية والعظم السنخي واللثة وامتصاص الجذور"

هو نتيجة بحث علمي قام به الطالب علي محسن عمّار بإشراف الأستاذة الدكتورة
رياب الصباغ، وقد تم توثيق المعلومات المسندة لأبحاث أخرى في نص الرسالة.

الأستاذ المشرف
الأستاذة الدكتورة رباب

طالب الدراسات
علي محسن عمّار
الصباغ

CERTIFICATION

It is hereby certified that the work described in this thesis

**"Comparison between The Effect of Platelet Rich Plasma (PRP)
and Injectable Platelet Rich Fibrin (I-PRF) on Orthodontic
Tooth Movement, Alveolar Bone, Gingiva, and Root
Resorption"**

is the result of student **Ali Mohsen Ammar** own investigation under
the supervision of **Prof. Dr. Rabab Adel Al-Sabbagh**, and any
references of other researchers' work has been duly acknowledge
in text.

Student

Supervisor

تصريح

أصّرَح بأن هذا العمل :

" المقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في الحركة السنوية التقويمية والعظم السنخي واللثة وامتصاص الجذور"
لم ينجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أي جامعة أخرى أو معهد تعليمي آخر.

طالب الدراسات العليا

علي محسن عمار

DECLARATION

I declare that the work :

"Comparison between The Effect of Platelet Rich Plasma (PRP) and Injectable Platelet Rich Fibrin (I-PRF) on Orthodontic Tooth Movement, Alveolar Bone, Gingiva, and Root Resorption."

has not been submitted concurrently for any other degree.

Student

فهرس المحتويات

| | |
|----|---|
| ١ | ١. المقدمة ومراجعة الأدبيات |
| ٢ | ١.١. المقدمة |
| ٥ | ٢.١. الحركة السنوية التقويمية |
| ٥ | ١.٢.١. مراحل الحركة السنوية التقويمية |
| ٩ | ٢.٢.١. النظريات المفسرة للحركة السنوية التقويمية |
| ١٤ | ٣.٢.١. تسريع الحركة السنوية التقويمية |
| ١٥ | ١.٣.٢.١. الطرق الجراحية |
| ٢٣ | ٢.٣.٢.١. الطرق الفيزيائية |
| ٢٧ | ٣.٣.٢.١. الطرق الدوائية (الصيدلانية) |
| ٣٢ | ٣.١. تراكيز الصفائح الذاتية |
| ٣٣ | ١.٣.١. عوامل النمو الموجودة ضمن الصفائح |
| ٣٥ | ٤.١. البلازما الغنية بالصفائح |
| ٣٧ | ١.٤.١. آلية عمل البلازما الغنية بالصفائح الدموية |
| ٣٨ | ٢.٤.١. تركيز الصفائح المطلوب |
| ٣٩ | ٣.٤.١. الحصول على البلازما الغنية بالصفائح |
| ٣٩ | ١.٣.٤.١. كمية الدم المطلوب سحبها |
| ٤٠ | ٢.٣.٤.١. مضاد التخثر |
| ٤١ | ٣.٣.٤.١. آلية التحضير |
| ٤٤ | ٤.٤.١. تنشيط البلازما الغنية بالصفائح |
| ٤٥ | ٥.٤.١. مضادات استطباب استخدام البلازما الغنية بالصفائح |
| ٤٥ | ٦.٤.١. استخدامات البلازما الغنية بالصفائح في طب الأسنان |

| | |
|----|---|
| ٤٦ | ٧.٤.١ البلازما الغنية بالصفائح والحركة السننية التقييمية |
| ٥١ | ٥.١ الفبرين الغني بالصفائح |
| ٥٢ | ١.٥.١ ماهو الفبرين |
| ٥٢ | ٢.٥.١ الكريات البيضاء و الفبرين - المعياران المهمان |
| ٥٤ | ٣.٥.١ أنواع الفبرين الغني بالصفائح |
| ٥٧ | ٤.٥.١ . مادة الأنايب |
| ٥٩ | ٥.٥.١ مقارنة بين الفبرين الغني بالصفائح والبلازما الغنية بالصفائح |
| ٦٠ | ٦.٥.١ . استخدامات الفبرين الغني بالصفائح في طب الأسنان |
| ٦١ | ٧.٥.١ الفبرين الغني بالصفائح والحركة السننية التقييمية |
| ٦٣ | ٨.٥.١ تطبيق الفبرين الغني بالصفائح من أجل حفظ السنخ |
| ٦٥ | ٦.١ . المعالجة التقييمية والنسج حول السننية |
| ٦٦ | ١.٦.١ . الطيآت اللثوية |
| ٦٦ | ١.١.٦.١ . تعريفها وانتشارها |
| ٦٧ | ٢.١.٦.١ . آلية تشكل الطيآت اللثوية |
| ٦٨ | ٣.١.٦.١ . شدة الطيآت اللثوية |
| ٧٠ | ٤.١.٦.١ . هل تبقى الطيآت اللثوية بعد انتهاء المعالجة التقييمية؟ |
| ٧٠ | ٥.١.٦.١ . طرق الوقاية و العلاج من الطيآت اللثوية |
| ٧٢ | ٢.٦.١ . تأثير القلع و المعالجة التقييمية على العظم السنخي |
| ٧٣ | ٣.٦.١ . تأثير المعالجة التقييمية على امتصاص الجذور |
| ٧٤ | ١.٣.٦.١ . تصنيف الامتصاص الجذري الخارجي |
| ٧٥ | ٢.٣.٦.١ . تشخيص الامتصاص الجذري |
| ٧٦ | ٣.٣.٦.١ . عوامل الخطورة المرافقة لامتصاص الجذور المحرض تقويمياً |
| ٨١ | ٧.١ تبيان المشكلة |

| | |
|-----|---|
| ٨٣ | ٢. الأهداف وفرضيات العدم |
| ٨٥ | ١.٢ أهداف البحث |
| ٨٦ | ٢.٢ فرضيات العدم |
| ٨٧ | ٣. المواد والطرائق |
| ٨٩ | ١.٣ مكان إجراء البحث |
| ٨٩ | ٢.٣ تصميم الدراسة |
| ٨٩ | ٣.٣ تسجيل الدراسة |
| ٩٠ | ٤.٣ تقدير حجم العينة |
| ٩١ | ٥.٣ أفراد العينة |
| ٩١ | ١.٥.٣ معايير الإدخال |
| ٩٢ | ٢.٥.٣ معايير الإخراج |
| ٩٢ | ٣.٥.٣ انتقاء أفراد العينة |
| ٩٤ | ٤.٥.٣ التخصيص والتوزيع العشوائي للعينة |
| ٩٦ | ٦.٣ مراحل إنجاز البحث في عينة الدراسة |
| ٩٦ | ١.٦.٣ المواد المستخدمة |
| ١٠١ | ٢.٦.٣ إجراءات المرحلة الأولى من المعالجة (قبل البدء بإرجاع الأنياب العلوية) |
| ١٠٣ | ٣.٦.٣ إجراءات المرحلة الثانية من المعالجة (حقن البلازما الغنية بالصفائح - حقن الفبرين الغني بالصفائح) |
| ١٠٣ | ١.٣.٦.٣ طريقة الحصول على البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٠٦ | ٢.٣.٦.٣ طريقة الحصول على الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن |
| ١٠٨ | ٣.٣.٦.٣ مراحل الحقن |
| ١٠٩ | ٤.٦.٣ إجراءات المرحلة الثالثة من المعالجة (إرجاع الأنياب العلوية) |
| ١١٠ | ١.٤.٦.٣ أزمنة أخذ الطبقات العلوية والمسح ثلاثي الأبعاد للأمتلة الجبسية |
| ١١٢ | ٢.٤.٦.٣ النقاط المرجعية المعتمدة من أجل مطابقة الأمتلة ثلاثية الأبعاد وتقييم |

| | |
|-----|---|
| | حركة الناب والأرجاء الأولى العلوية |
| ١١٤ | ٧.٣ المتغيرات المدروسة على الأمثلة ثلاثية الأبعاد وطريقة القياس |
| ١١٤ | ١.٧.٣ مقدار الحركة الوحشية للأنياب |
| ١١٤ | ٢.٧.٣ مقدار فقدان الدعم (الإرساء) (الحركة الأنسية للأرجاء الأولى العلوية) |
| ١١٥ | ٣.٧.٣ مقدار انفتال (دوران) الناب العلوي خلال الإرجاع |
| ١١٦ | ٨.٣ أزمنا إجراء صور الـ CBCT و طريقة دراستها |
| ١١٦ | ١.٨.٣ الأدوات المستخدمة |
| ١١٧ | ٢.٨.٣ الجهاز المستخدم للتصوير الشعاعي |
| ١١٩ | ٣.٨.٣ طريقة القياس باستخدام البرنامج |
| ١١٩ | ٤.٨.٣ المتغيرات المدروسة |
| ١٢٠ | ١.٤.٨.٣ ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي للأنياب العلوية |
| ١٢١ | ٢.٤.٨.٣ ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية للأنياب العلوية |
| ١٢٢ | ٣.٤.٨.٣ طول جذور الأنياب العلوية |
| ١٢٣ | ٩.٣ تحري الطيات اللثوية وقياس شدتها |
| ١٢٧ | ١٠.٣ الدراسة الإحصائية |
| ١٢٧ | ١١.٣ التعمية |
| ١٢٩ | ٤ . النتائج |
| ١٣١ | ١.٤ وصف العينة |
| ١٣٢ | ٢.٤ خطأ الطريقة |
| ١٣٣ | ٣.٤ إرجاع الأنياب العلوية |
| ١٣٤ | ١.٣.٤ إرجاع الناب العلوي في المجموعة الشاهدة |
| ١٣٥ | ٢.٣.٤ إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٣٧ | ٣.٣.٤ إرجاع الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح |

| | |
|-----|---|
| ١٣٨ | ٤.٣.٤ القيم الشهرية لإرجاع الناب العلوي في المجموعات الثلاث |
| ١٤١ | ٥.٣.٤ الإرجاع الكلي للناب العلوي في المجموعات الثلاث |
| ١٤٣ | ٤.٤.٤ فقدان الدعم (الإرساء) |
| ١٤٥ | ١.٤.٤ فقدان الدعم (الإرساء) في المجموعة الشاهدة |
| ١٤٥ | ٢.٤.٤ فقدان الدعم (الإرساء) في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٤٧ | ٣.٤.٤ فقدان الدعم (الإرساء) في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح |
| ١٤٨ | ٤.٤.٤ القيم الشهرية لفقدان الدعم (الإرساء) في المجموعات الثلاث |
| ١٥١ | ٥.٤.٤ فقدان الدعم (الإرساء) الكلي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث |
| ١٥٢ | ٥.٤.٤ انتقال الناب العلوي |
| ١٥٤ | ١.٥.٤ انتقال الناب العلوي في المجموعة الشاهدة |
| ١٥٤ | ٢.٥.٤ انتقال الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٥٥ | ٣.٥.٤ انتقال الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح |
| ١٥٦ | ٤.٥.٤ الانتقال الكلي للناب خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث |
| ١٥٧ | ٦.٤ ارتفاع الناتئ السنخي |
| ١٥٩ | ١.٦.٤ ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي |
| ١٦١ | ٢.٦.٤ ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناب العلوي |
| ١٦٣ | ٧.٤ . ثخانة العظم السنخي |
| ١٦٧ | ١.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي في المستوى الأول |
| ١٧٠ | ٢.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الحنكي للناب العلوي في المستوى الأول |
| ١٧٢ | ٣.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي في المستوى الثاني |
| ١٧٤ | ٤.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الحنكي للناب العلوي في المستوى الثاني |
| ١٧٧ | ٥.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي في المستوى الثالث |
| ١٧٩ | ٦.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الحنكي للناب العلوي في المستوى الثالث |

| | |
|-----|--|
| ١٨١ | ٨.٤ طول جذور الأنياب العلوية |
| ١٨٢ | ١.٨.٤ طول جذر الناب العلوي في المجموعة الشاهدة |
| ١٨٢ | ٢.٨.٤ طول جذر الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٨٣ | ٣.٨.٤ طول جذر الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح |
| ١٨٥ | ٩.٤ الطيَّات اللثوية |
| ١٨٧ | ٥. المناقشة |
| ١٨٩ | ١.٥ تصميم الدراسة المنجزة |
| ١٨٩ | ٢.٥ تبرير خطوات المعالجة التقويمية والوسائل العلاجية و التشخيصية المستخدمة في الدراسة |
| ١٩٣ | ٣.٥ التغيرات السنوية |
| ١٩٣ | ١.٣.٥ تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في مقدار إرجاع الأنياب العلوية |
| ١٩٨ | ٢.٣.٥ تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في مقدار فقدان الدعم (الإرساء) |
| ٢٠٠ | ٣.٣.٥ تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في درجة انفتال الأنياب |
| ٢٠٢ | ٤.٥ التغيرات الشعاعية |
| ٢٠٢ | ١.٤.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح في ارتفاع قمة الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي |
| ٢٠٥ | ٢.٤.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في ثخانة الصفحة السنخية الدهليزية والحنكية |
| ٢٠٨ | ٣.٤.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في امتصاص جذور الأنياب العلوية |
| ٢١٠ | ٥.٥ الطيَّات اللثوية |
| ٢١٠ | ١.٥.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في تشكل الطيَّات اللثوية |

| | |
|-----|--|
| ٢١٣ | ٢.٥.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في شدة الطيات اللثوية |
| ٢١٧ | ٦. الاستنتاجات |
| ٢٢١ | ٧. التوصيات والمقترحات |
| ٢٢٣ | ١.٧. التوصيات |
| ٢٢٤ | ٢.٧. المقترحات |
| ٢٢٥ | ٨. الملخص |
| ٢٣١ | ٩ الملاحق |
| ٢٣٣ | ١.٩ الملحق رقم (١) : الحالات الصحية التي تؤثر على الحركة السنوية التقويمية |
| ٢٣٤ | ٢.٩ الملحق رقم (٢) : ورقة المعلومات الأساسية للدراسة |
| ٢٣٥ | ٣.٩ الملحق رقم (٣) : نموذج الموافقة المعلمة (المستتيرة) للدراسة |
| ٢٣٦ | ٤.٩ الملحق رقم (٤) : (حالتان سريريتان) |
| ٢٤٩ | ١٠ المراجع |
| ٢٥١ | ١.١٠ المراجع العربية |
| ٢٥٢ | ٢.١٠ المراجع الأجنبية |

فهرس الجداول

| الصفحة | الجدول |
|--------|---|
| ٥٨ | الجدول (١-١): أنواع الأنايب المستخدمة مع مختلف أشكال الفبرين الغني بالصفائح |
| ٦٩ | الجدول رقم (٢-١): تصنيف شدة الطيات اللثوية |
| ١١١ | الجدول (١-٣): مواصفات الجهاز الماسح |
| ١١١ | الجدول (٢-٣): متطلبات الحاسوب من أجل تشغيل برنامج الجهاز الماسح |
| ١٢٤ | الجدول (٣-٣): تصنيف شدة الطيات اللثوية |
| ١٣١ | الجدول(١-٤): عدد أفراد العينة ومتوسط أعمارهم والتوزع حسب الجنس |
| ١٣٣ | الجدول(٢-٤): متوسط قيم إرجاع الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في المجموعة الشاهدة (مم) |
| ١٣٤ | الجدول(٣-٤): متوسط قيم إرجاع الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح(مم) |
| ١٣٥ | الجدول(٤-٤): متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال أزمنة التقييم(مم) |
| ١٣٥ | الجدول(٥-٤): متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال أزمنة التقييم(مم) |
| ١٣٦ | الجدول(٦-٤): مقارنة متوسطات قيم مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح بين كل شهرين من الأشهر الأربعة(مم) |
| ١٣٧ | الجدول(٧-٤):متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال أزمنة التقييم(مم) |
| ١٣٨ | الجدول(٨-٤): مقارنة متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر بين المجموعات الثلاث (مم) |

| | |
|-----|--|
| ١٣٩ | الجدول (٤-٩): مقارنة متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٤١ | الجدول (٤-١٠): متوسط مقدار الإرجاع الكلي الناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٤٢ | الجدول (٤-١١): مقارنة متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة بين المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٤٣ | الجدول (٤-١٢): متوسط قيم فقدان الدعم (الإرساء) في الجهتين اليمنى واليسرى في المجموعة الشاهدة و مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (مم) |
| ١٤٤ | الجدول (٤-١٣): متوسط قيم فقدان الدعم (الإرساء) في الجهتين اليمنى واليسرى في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (مم) |
| ١٤٥ | الجدول (٤-١٤): متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في المجموعة الشاهدة خلال أزمنا التقييم (مم) |
| ١٤٦ | الجدول (٤-١٥): متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال أزمنا التقييم (مم) |
| ١٤٦ | الجدول (٤-١٦): مقارنة مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح بين كل شهرين من الأشهر الأربعة (مم) |
| ١٤٧ | الجدول (٤-١٧): متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال أزمنا التقييم (مم) |
| ١٤٨ | الجدول (٤-١٨): مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال كل شهر بين المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٤٩ | الجدول (٤-١٩): مقارنة متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية شهرياً بين المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٥١ | الجدول (٤-٢٠): متوسط قيم فقدان الدعم (الإرساء) الكلي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٥٢ | الجدول (٤-٢١): مقارنة متوسط مقدار فقدان الدعم (الإرساء) الكلي بين المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٥٢ | الجدول (٤-٢٢): متوسط قيم انفصال الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في المجموعة الشاهدة و مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (درجة) |

| | |
|-----|--|
| ١٥٣ | الجدول(٤-٢٣): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (درجة) |
| ١٥٤ | الجدول(٤-٢٤): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال أزمنا التقييم.(درجة) |
| ١٥٥ | الجدول(٤-٢٥): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال أزمنا التقييم.(درجة) |
| ١٥٥ | الجدول(٤-٢٦): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال أزمنا التقييم (درجة) |
| ١٥٦ | الجدول(٤-٢٧): متوسط قيم الانفتال الكلي للناب العلوي في المجموعات الثلاث (درجة) |
| ١٥٧ | الجدول(٤-٢٨): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |
| ١٥٨ | الجدول(٤-٢٩): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى(مم) |
| ١٥٩ | الجدول(٤-٣٠): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي للمجموعات الثلاث قبل و بعد الإرجاع (مم) |
| ١٦٠ | الجدول(٤-٣١): متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي في المجموعات الثلاث |
| ١٦١ | الجدول(٤-٣٢): تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي (مم) |
| ١٦١ | الجدول(٤-٣٣): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناب العلوي للمجموعات الثلاث قبل و بعد الإرجاع (مم) |
| ١٦٢ | الجدول(٤-٣٤): متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناب العلوي (مم) |
| ١٦٣ | الجدول(٤-٣٥): تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناب العلوي (مم) |
| ١٦٤ | الجدول(٤-٣٦): متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي في المستوى الأول في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |
| ١٦٥ | الجدول(٤-٣٧): متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للناب العلوي في المستوى الأول في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |

| | |
|-----|---|
| ١٦٥ | الجدول (٤-٣٨): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الثاني في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |
| ١٦٦ | الجدول (٤-٣٩): متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي في المستوى الثاني في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |
| ١٦٦ | الجدول (٤-٤٠): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الثالث في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |
| ١٦٧ | الجدول (٤-٤١): متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي في المستوى الثالث في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) |
| ١٦٨ | الجدول (٤-٤٢): متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الأول في مرحلتي قبل وبعد الإرجاع (مم) |
| ١٦٩ | الجدول (٤-٤٣): متوسط مقدار تغيّر ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الأول (مم) |
| ١٦٩ | الجدول (٤-٤٤): تغيّر متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي (مم) في المستوى الأول بين المجموعات الثلاث |
| ١٧٠ | الجدول (٤-٤٥): ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي (مم) في المستوى الأول (٣ مم) |
| ١٧١ | الجدول (٤-٤٦): متوسط مقدار تغيّر ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي (مم) في المستوى الأول |
| ١٧٢ | الجدول (٤-٤٧): تغيّر ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي في المستوى الأول (مم) |
| ١٧٢ | الجدول (٤-٤٨): ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الثاني |
| ١٧٣ | الجدول (٤-٤٩): مقدار تغيّر ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الثاني (مم) |
| ١٧٤ | الجدول (٤-٥٠): تغيّر ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الثاني (مم) |
| ١٧٤ | الجدول (٤-٥١): ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي في المستوى الثاني (مم) |
| ١٧٥ | الجدول (٤-٥٢): مقدار تغيّر ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي في المستوى الثاني (مم) |

| | |
|-----|---|
| ١٧٥ | الجدول(٤-٥٣): تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي(مم) |
| ١٧٧ | الجدول(٤-٥٤): ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي قبل وبعد الإرجاع في المستوى الثالث (مم) |
| ١٧٨ | الجدول(٤-٥٥): مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي قبل وبعد الإرجاع (مم) |
| ١٧٨ | الجدول(٤-٥٦) تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنااب العلوي في المستوى الثالث(مم) |
| ١٧٩ | الجدول(٤-٥٧): ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي في المستوى الثالث(مم) |
| ١٧٩ | الجدول(٤-٥٨): مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي قبل وبعد الإرجاع(مم) |
| ١٨٤ | الجدول(٤-٥٩) تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنااب العلوي(مم) |
| ١٨١ | الجدول(٤-٦٠): متوسط طول جذر النااب العلوي بين الجهتين اليمنى واليسرى(مم) |
| ١٨٢ | الجدول(٤-٦١): متوسط قيم طول جذر النااب العلوي قبل وبعد الإرجاع في المجموعة الشاهدة(مم) |
| ١٨٢ | الجدول(٤-٦٢): متوسط قيم طول جذر النااب العلوي قبل وبعد الإرجاع في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح(مم) |
| ١٨٣ | الجدول(٤-٦٣): متوسط قيم طول جذر النااب العلوي قبل وبعد الإرجاع في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح(مم) |
| ١٨٣ | الجدول(٤-٦٤) : تغير طول جذر النااب العلوي(مم) |
| ١٨٥ | الجدول(٤-٦٥): وجود الطيآت اللثوية بين المجموعات الثلاث |
| ١٨٦ | الجدول(٤-٦١): شدة الطيآت اللثوية |

فهرس الأشكال

| الصفحة | الشكل |
|--------|--|
| ٦ | الشكل ١-١: مراحل الحركة السننية التقويمية |
| ٩ | الشكل ٢-١: مناطق الضغط والشد في الرباط حول السني |
| ١٠ | الشكل ٣-١: تفسير نظرية الضغط-الشد |
| ١١ | الشكل ٤-١: النظرية البيوكهربائية |
| ١٢ | الشكل ٥-١: النظرية البيوكهربائية |
| ١٣ | الشكل ٦-١: نظرية تدفق السوائل |
| ١٥ | الشكل ٧-١: التقشير العظمي |
| ١٨ | الشكل ٨-١: إجراء القطوع على الفك العلوي |
| ١٩ | الشكل ٩-١: الإزالة الحاجزية للعظم في هذه التقنية |
| ٢٠ | الشكل ١٠-١: طريقة تطبيق المطرقة |
| ٢١ | الشكل ١١-١: تثقيب العظم بالليزر |
| ٢٢ | الشكل ١٢-١: جهاز الـ PROPEL وعملية التثقيب |
| ٢٤ | الشكل ١٣-١: جهاز الـ ACCELEDEMENT |
| ٣٦ | الشكل ١٤-١: محتويات البلازما الغنية بالصفائح |
| ٤٣ | الشكل ١٥-١: طريقة تثقيب الدم على مرحلتين للحصول على بلازما غنية بالصفائح |
| ٥١ | الشكل ١٦-١: المكونات الأساسية للفبرين الغني بالصفائح |
| ٥٤ | الشكل ١٧-١: رباعي الجزيئات الكثيف |
| ٥٤ | الشكل ١٨-١: ثلاثي الجزيئات المتصل |
| ٥٥ | الشكل ١٩-١: خثرة الفبرين الغني بالصفائح |
| ٦٥ | الشكل ٢٠-١: شكل ترسمي لمناطق قياس السنخ |

| | |
|-----|---|
| ٦٦ | الشكل ١-٢١: عدد المقالات المنشورة التي تتطرق إلى العلاقة بين التقييم واللثة |
| ٦٨ | الشكل ١-٢٢: تطور الطية اللثوية |
| ٨٩ | الشكل ٣-١: تسجيل الدراسة في قاعدة تسجيل الأبحاث السريرية |
| ٩٠ | الشكل ٣-٢: حساب حجم العينة |
| ٩٣ | الشكل ٣-٣: الكجة والملوكة المستخدمة |
| ٩٣ | الشكل ٣-٤: الألبينات المستخدمة في البحث |
| ٩٥ | الشكل ٣-٥: مخطط تدفقي يوضح مراحل انتقاء أفراد العينة وتوزيعهم |
| ٩٦ | الشكل ٣-٦: أدوات الفحص |
| ٩٦ | الشكل ٣-٧: مسير لثوي |
| ٩٦ | الشكل ٣-٨: الحاصرات المستخدمة في البحث |
| ٩٧ | الشكل ٣-٩: الأطواق المستخدمة في البحث |
| ٩٧ | الشكل ٣-١٠: الأسلاك المستخدمة في البحث |
| ٩٧ | الشكل ٣-١١: قبضة ميكروتور |
| ٩٧ | الشكل ٣-١٢: فراشي قبضة ميكروتور |
| ٩٨ | الشكل ٣-١٣: الحمض المخرش المستخدم |
| ٩٨ | الشكل ٣-١٤: الكومبوزيت المستخدم (ضوئي التصلب) |
| ٩٨ | الشكل ٣-١٥: الإسمنت الزجاجي الشاردي |
| ٩٨ | الشكل ٣-١٦: جهاز التصلب الضوئي |
| ٩٩ | الشكل ٣-١٧: محاقن قياسات مختلفة ورؤوس إبر قياس ٣٠ (صفراء) |
| ١٠٠ | الشكل ٣-١٨: زوج من الأنابيب يحوي أحدهما مانع تخثر تُستخدم في تحضير البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٠٠ | الشكل ٣-١٩: زوج من الأنابيب البلاستيكية الجافة والمعقمة المخصصة للفبرين الغني بالصفائح |
| ١٠١ | الشكل ٣-٢٠: الحالة قبل العلاج |

| | |
|-----|---|
| ١٠١ | الشكل ٣- ٢١: بعد تطبيق الـ TPA وإجراء القلع |
| ١٠٢ | الشكل ٣- ٢٢: انتهاء الرصف والتسوية |
| ١٠٢ | الشكل ٣- ٢٣: المثال الجبسي بعد انتهاء الرصف والتسوية |
| ١٠٣ | الشكل ٣- ٢٤: سحب الدم لإعداد البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٠٣ | الشكل ٣- ٢٥: وضع الدم في الأنابيب |
| ١٠٤ | الشكل ٣- ٢٦: وضع الأنابيب في المثقلة |
| ١٠٤ | الشكل ٣- ٢٧: البلازما بعد التثقيل الأول |
| ١٠٤ | الشكل ٣- ٢٨: سحب البلازما بعد التثقيل الأول |
| ١٠٤ | الشكل ٣- ٢٩: نقل البلازما إلى الأنبوب الثاني |
| ١٠٥ | الشكل ٣- ٣٠: البلازما بعد التثقيل الثاني |
| ١٠٥ | الشكل ٣- ٣١: سحب البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٠٥ | الشكل ٣- ٣٢: البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٠٥ | الشكل ٣- ٣٣: نقل البلازما إلى محاقن ١ مل |
| ١٠٦ | الشكل ٣- ٣٤: سحب الدم لإعداد الفبرين الغني بالصفائح |
| ١٠٦ | الشكل ٣- ٣٥: وضع الدم في الأنابيب |
| ١٠٧ | الشكل ٣- ٣٦: وضع الأنابيب في المثقلة |
| ١٠٧ | الشكل ٣- ٣٧: الفبرين الغني بالصفائح بعد التثقيل |
| ١٠٧ | الشكل ٣- ٣٨: سحب الفبرين الغني بالصفائح |
| ١٠٧ | الشكل ٣- ٣٩: الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن |
| ١٠٨ | الشكل ٣- ٤٠: التخدير الموضعي |
| ١٠٨ | الشكل ٣- ٤١: حقن البلازما الغنية بالصفائح |
| ١٠٨ | الشكل ٣- ٤٢: حقن الفبرين الغني بالصفائح حنكياً |
| ١٠٨ | الشكل ٣- ٤٣: الحقن في الرباط |

| | |
|-----|---|
| ١٠٩ | الشكل ٣-٤٤ : بدء إرجاع الأنياب العلوية |
| ١١٠ | الشكل ٣-٤٥ : الجهاز الماسح Identica Hybrid |
| ١١٢ | الشكل ٣-٤٦ : الخريطة اللونية |
| ١١٣ | الشكل ٣-٤٧ : النقاط المرجعية لإجراء المطابقة (الخضراء) و النقاط المعتمدة لتقييم حركة الأرحاء الأولى (السوداء) والأنياب العلوية (الحمراء والزرقاء) |
| ١١٤ | الشكل ٣-٤٨ : حساب مقدار إرجاع الناب العلوي |
| ١١٥ | الشكل ٣-٤٩ : حساب مقدار فقدان الدعم (الإرساء) |
| ١١٦ | الشكل ٣-٥٠ : حساب مقدار انفتال الناب العلوي |
| ١١٧ | الشكل ٣-٥١ : إعداد الجهاز قبل التصوير |
| ١١٨ | الشكل ٣-٥٢ : الواجهة الأولية للبرنامج عند فتح معلومات المريض |
| ١١٩ | الشكل ٣-٥٣ : التقاء المستوى السهمي مع المستوى الإكليلي ضمن شريحة من المستوى المحوري |
| ١٢٠ | الشكل ٣-٥٤ : النقاط المستخدمة لقياس ارتفاع الناتئ السنخي |
| ١٢٠ | الشكل ٣-٥٥ : قياس ارتفاع قمة الناتئ السنخي |
| ١٢١ | الشكل ٣-٥٦ : المستويات التي تمّ فيها قياس ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية |
| ١٢١ | الشكل ٣-٥٧ : المستويات التي تمّ فيها قياس ثخانة الصفيحة السنخية (٤ و ٦ مم و منتصف الجذر) |
| ١٢٢ | الشكل ٣-٥٨ : قياس ثخانة العظم السنخي في المستوى السهمي |
| ١٢٣ | الشكل ٣-٥٩ : طول جذر الناب في المستوى السهمي |
| ١٢٣ | الشكل ٣-٦٠ : قياس طول جذور الأنياب العلوية على البرنامج |
| ١٢٥ | الشكل ٣-٦١ : بداية تشكل الطيات اللثوية أثناء إرجاع الأنياب |
| ١٢٥ | الشكل ٣-٦٢ : تماس الناب مع الضاحك الثاني العلوي و وجود الطية اللثوية |
| ١٢٦ | الشكل ٣-٦٣ : إغلاق كامل الفراغات في الفك العلوي |
| ١٢٦ | الشكل ٣-٦٤ : الدرجة V اختراق المسبر لكامل المخاطية السنخية من جهة إلى أخرى |

فهرس المخططات

| رقم الصفحة | المخطط |
|------------|---|
| ١٣٨ | المخطط (٤ - ١): متوسط قيم إرجاع الناب خلال كل شهر في المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٤١ | المخطط (٤ - ٢): تغير متوسط حركة إرجاع الناب العلوي في المجموعات الثلاث |
| ١٤٢ | المخطط (٤ - ٣): متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٥٠ | المخطط (٤ - ٤): متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في المجموعات الثلاث خلال الأشهر الأربعة (مم) |
| ١٥١ | المخطط (٤ - ٥): متوسط مقدار فقدان الدعم (الإرساء) خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم) |
| ١٥٧ | المخطط (٤ - ٦): متوسط قيم انقتال الناب العلوي في المجموعات الثلاث (درجة) |
| ١٥٩ | المخطط (٤ - ٧): ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي في الزمنين T_0 و T_4 (مم) |
| ١٦٢ | المخطط (٤ - ٨): ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناب العلوي قبل وبعد الإرجاع (مم) |
| ١٧١ | المخطط (٤ - ٩): متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للناب العلوي في المستوى الأول في قبل و بعد الإرجاع (مم) |
| ١٧٦ | المخطط (٤ - ١٠): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للناب العلوي في المستوى الثاني قبل و بعد إرجاع الناب (مم) |
| ١٨٠ | المخطط (٤ - ١١): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للناب العلوي في الزمن T_0 والزمن T_4 في المستوى الثالث (مم) |

| | |
|-----|---|
| ١٨٤ | المخطط (٤-١٢) : طول جذور الأنبياب العلوية قبل و بعد الإرجاع في المجموعات الثلاث |
| ١٨٦ | المخطط (٤-١٣): توزيع درجات شدة الطّيّات اللثوية بين المجموعات الثلاث |

جدول المصطلحات العلمية

| المصطلح باللغة الإنكليزية | المصطلح باللغة العربية |
|----------------------------------|---|
| Regional Acceleratory Phenomenon | ظاهرة التسريع الناحي |
| Platelet Rich Plasma | البلازما الغنية بالصفائح |
| Injectable Platelet Rich Fibrin | الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن |
| Gingival Invagination | الطيّات اللثوية |
| Cone Beam Computed Tomography | التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية |
| Alveolar Crest | الناتئ السنخي |
| Root Resorption | امتصاص الجذور |
| Acceleration | تسريع |
| Alveolar Bone | العظم السنخي |
| Anchorage | الدعم/ الإرساء |
| Cortical Bone | العظم القشري |
| Corticision | القص القشري |
| Corticotomy | التقشير العظمي |
| Osteotomy | القطع العظمي |
| Periodontal Ligament | الرباط حول السني |
| Retraction | الإرجاع |
| Undermining Resorption | الامتصاص غير المباشر |
| Frontal Resorption | الامتصاص المباشر |

| | |
|---|--|
| Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics(PAOO) | المعالجة التقويمية المعتمدة على تسرع التشكل العظمي حول السني |
| Platelet-Derived Growth Factor(PDGF) | عامل النمو المشتق من الصفائح |
| Vascular-Endothelial Growth Factor (VEGF) | عامل النمو البطاني الوعائي |
| Transforming Growth Factor (TGF) | عامل النمو المحول |
| Endothelial Growth Factor (EGF) | عامل النمو البشري |
| Insulin-like Growth Factor | عامل النمو المشبه بالأنسولين |
| Bone Grafts | الطعوم العظمية |
| Autografts | الطعوم العظمية الذاتية |
| Allografts | الطعوم العظمية المغايرة |
| Xenografts | الطعوم العظمية الأجنبية |
| Alloplasts | الطعوم العظمية الصّناعية |
| Parathyroid Hormone | هرمون جارات الدرق |
| Blood Platelets | الصفائح الدموية |
| Autologous Platelet Concentrates | تراكيز الصفائح الذاتية |
| Anticoagulant | مضاد التخثر |
| Socket Preservation | حفظ السنخ |
| Extraction | القلع |
| Root Resorption | امتصاص الجذور |

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Biological Factors | العوامل البيولوجية |
| Bone Density | الكثافة العظمية |
| Self Ligating Bracket | الحاصرات ذاتية الربط |
| Plaque Index | مشعر اللويحة |
| Gingival Index | مشعر اللثة |

جدول الاختصارات الواردة في الاطروحة

| | |
|---|--------|
| Accelerated Osteogenic Orthodontics | AOO |
| Advanced Platelet Rich Fibrin | A-PRF |
| Cone Beam Computed Tomography | CBCT |
| Injectable Platelet Rich Fibrin | I-PRF |
| Low-Level Light Therapy | LLLT |
| Orthodontically Induced Inflammatory Root Resorption | OIIRR |
| OsteoProtegerin | OPG |
| Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics | PAOO |
| Platelet Rich Fibrin | PRF |
| Platelet Rich Plasma | PRP |
| Receptor Activator of Nuclear Factor $\kappa\beta$ Ligand | RANKL |
| Regional Acceleratory Phenomenon | RAP |
| Platelet-Derived Growth Factor | (PDGF) |
| Vascular-Endothelial Growth Factor | (VEGF) |
| Transforming Growth Factor | (TGF) |
| Endothelial Growth Factor | (EGF) |

Chapter One الفصل الأول

المقدمة ومراجعة الأدبيات

**Introduction &
Literature review**

١. المقدمة ومراجعة الأدبيات Introduction & Literature review

١.١ المقدمة Introduction :

لوحظ خلال السنوات الأخيرة حدوث زيادة في أعداد المرضى البالغين الذين يطلبون المعالجة التقويمية، فقد أظهرت نتائج دراسة إحصائية أجرتها الجمعية الأمريكية لتقويم الأسنان والفكين عام ٢٠١٨ ونُشرت نتائجها في العام ٢٠١٩ أن ٣٥.٣١ % من المرضى الذين يخضعون للمعالجة التقويمية يبلغون من العمر ثمانية عشر عاماً أو أكثر. و تمثل هذه النسبة زيادة بمقدار ١٤.٣١ % عن العام ٢٠١٢ (AAO, ٢٠١٩). ومن المرجح أن تزداد هذه النسبة مع الوقت نظراً لاهتمام المرضى البالغين بشكل أكبر بالناحية الجمالية (Saccomanno et al., ٢٠٢٢).

تستغرق المعالجة التقويمية عند المرضى البالغين وقتاً أطول، خاصةً في الحالات التي تتضمن فيها خطة العلاج إغلاقاً للمسافات بعد إجراء قلع لوحدة سنوية (Dudic et al., ٢٠١٣). و يترافق طول مدة المعالجة التقويمية مع نتائج سلبية كزيادة النخور وأمراض النسج حول السنوية وامتصاص الجذور وفقدان العظم إضافة إلى ردود فعل لبية (Javaheri, ٢٠٠٨). وبما أن الفترة الزمنية التي تستغرقها المعالجة التقويمية الفعالة تُعتبر عاملاً مهماً في اتخاذ قرار بدء المعالجة لكل من المريض والطبيب، فإن هناك حاجةً متزايدةً للوصول إلى نتائج تقويمية مرضية بأقصر وقت ممكن (Kazancı, ٢٠١٦).

بشكل عام حقق علم تقويم الأسنان تقدماً كبيراً في تحقيق النتائج المرغوبة منه سريرياً، وقد تم هذا خصوصاً من خلال استخدام التقنيات الحديثة كالبرامج الحاسوبية التي تحاكي الحالة وتساعد في خطة العلاج، إضافةً إلى التحسينات المستمرة التي يتم إدخالها على الأسلاك والحاشرات ولكن يبدو أن هذه التحسينات قد وصلت ذروتها وبات هناك حاجةً لتطوير طرقٍ جديدةٍ لتسريع الحركة السنوية التقويمية (Larson et al., ٢٠١٣; Wong et al., ٢٠١٣).

تتأثر مدة المعالجة التقويمية بعدة عوامل منها صعوبة الحالة ونوع الجهاز المستخدم ومهارة الطبيب إضافة إلى مدى تعاون المريض ومعدل الحركة السنوية التقويمية لديه (Melo et al., ٢٠١٣). ومن أهم العوامل التي تلعب دوراً في معدل الحركة السنوية التقويمية هي كثافة العظم وسرعة إعادة قولبته إضافةً إلى درجة الاستحالة الزجاجية في الرباط حول السن أثناء الاستجابة

للقوى التقويمية التي تم تطبيقها (Verna et al., ٢٠٠٠). وقد استهدفت الجهود لتعزيز معدل الحركة السنوية التقويمية هذه العوامل من خلال عدة طرق دوائية وفيزيائية وجراحية (Kalemaj et al., ٢٠١٥).

تشمل الطرق الدوائية حقن مواد مختلفة منها البروستاغلاندين والثرومبوكسان والمعالجة بالستيروئيدات القشرية و الهرمونات جارات الدرق و التيروكسين وفيتامين D. و قد وُجد أنها تزيد من معدل الحركة السنوية التقويمية من خلال التأثير على الاستقلاب العظمي (López, ٢٠٠٦) إلا أن الدراسات قد بيّنت لاحقاً أن هذه المعالجات قد تؤدي إلى أعراض جانبية سلبية (موضعية و جهازية) كهشاشة العظم و تأخر شفاء الجروح وامتصاص الجذور، مما أدى إلى الحد من استخدامها (Kouskoura et al., ٢٠١٧; El-timamy et al., ٢٠١٩).

تضمنت الطرق الفيزيائية استخدام الحقول المغناطيسية النبضية والسكنة و التيارات الكهربائية والاهتزازات و الليزر منخفض الطاقة، إلا أن الأدلة المتوفرة حالياً عن فعالية هذه الطرق لوحدها غير كافية ونحن بحاجة إلى دراسات أخرى لإثبات الفعالية (El- Angbawi et al., ٢٠١٥; Almpiani and Kantarci, ٢٠١٥).

جذبت الطرق الجراحية لتعزيز معدل الحركة السنوية الاهتمام خلال السنوات الماضية. وتشارك جميعها بالتداخل الجراحي على العظم بهدف تقليل مقاومة السنخ للحركة السنوية وإحداث ظاهرة التسريع الناحي (Regional Acceleratory Phenomenon (RAP)، ومن هذه الطرق التقشير العظمي والتثقيب العظمي والشد السنخي السنخي والقص القشري (Kalemaj et al., ٢٠٢٠; Talla et al., ٢٠١٥)، ورغم أن الطرق الجراحية قد أظهرت زيادةً جوهريةً في معدل الحركة السنوية التقويمية وإنقاص مدة المعالجة، إلا أن هذه الوسائل كانت راضية للعظم ومؤلمة للمريض وتتطلب مساعدة في بعض الحالات من أخصائي جراحة فم وفكين إضافةً إلى احتمال خسارة العظم السنخي للأسنان الهدف، لذلك لم تلقَ رواجاً كافياً في الممارسة السريرية عن طريق استخدام تراكيز الصفيحات الدموية الذاتية (البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح) (Liou, ٢٠١٦; Tehranchi et al., ٢٠١٨).

٢.١ الحركة السنية التقويمية : Orthodontic Tooth Movement

هي عمليةٌ يحدث فيها تغير لموضع السن ضمن السنخ من مكان إلى آخر بعد تطبيق قوى ميكانيكية عليه، وهي تجمع بين التكيّف الفيزيولوجي للعظم السنخي تجاه القوى الميكانيكية و الأذيات الطفيفة الردودة للنسج ماحول السنية (Proffit et al., ٢٠١٨).

لطالما كان إدراك المفهوم الأساسي للحركة السنية التقويمية موضوعاً مثيراً للاهتمام، حيث تم إجراء الكثير من الدراسات التي بحثت في الحركة السنية التقويمية والقوى الميكانيكية المستخدمة دون التركيز بشكل كافٍ على البيولوجيا الخلوية (Sabane et al., ٢٠١٦).

إن مبدأ الحركة السنية التقويمية الذي يؤدي فيه الضغط المطبق على السن إلى إعادة قولبة العظم الداعم نتيجة عمليات بيولوجية متتالية من الامتصاص والتوضع العظمي هو حقيقة مجهرية، وتعد الحاجة إلى فهم مسارات إعادة القولبة أمراً ضرورياً بهدف تحقيق معرفة تامة بالخلايا المشاركة فيه، مما يسمح باستهداف هذه الخلايا المحددة لحركة الأسنان عن طريق استخدام وسائل خارجية أو عن طريق تحفيز الجسم بشكل مباشر أو غير مباشر لإنتاج هذه الخلايا أو تنشيطها، بحيث نحصل على حركة سنية سريعة و آمنة ومضبوطة (Asiry, ٢٠١٨).

١.٢.١ مراحل الحركة السنية التقويمية:

Phases of Orthodontic Tooth Movement:

كان Burstone عام ١٩٦٢ أول من صنف و وصف الحركة التي يقوم بها السن بعد تطبيق القوة التقويمية، حيث قسم هذه الحركة إلى ثلاث مراحل (الشكل ١-١):

✓ المرحلة البدئية (الشد الأولي)

✓ مرحلة الركود (التباطؤ)

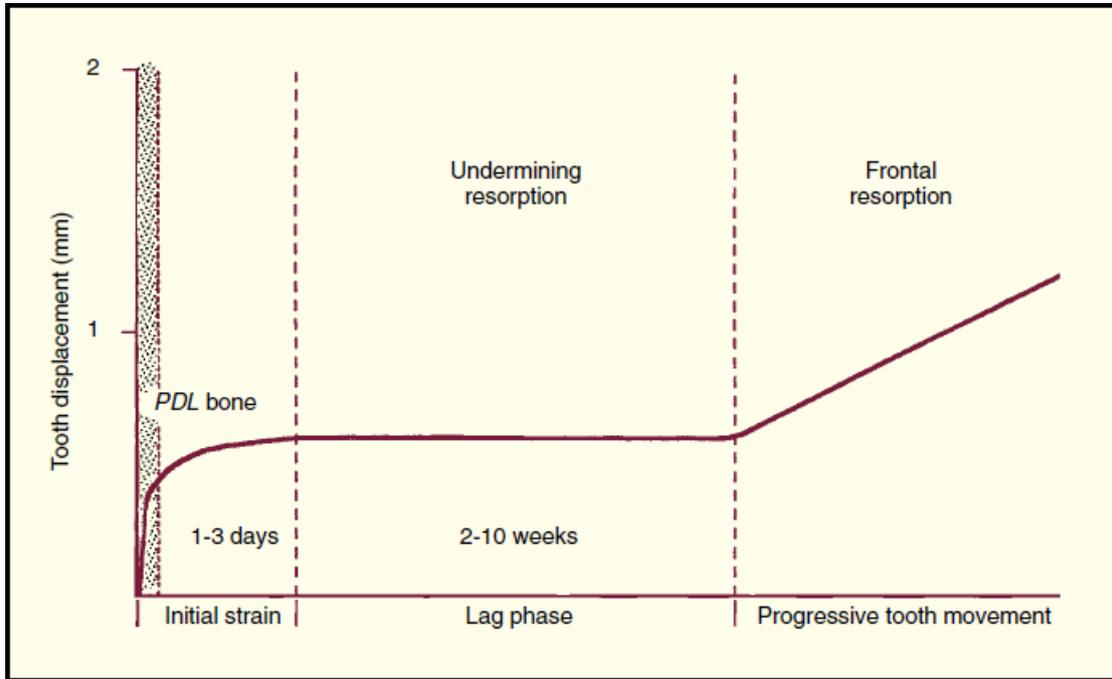
✓ مرحلة ما بعد الركود (الحركة السنية المتقدمة) (Burstone, ١٩٦٢)

المرحلة البدئية (الشد الأولي) : Initial phase (Initial strain)

هي حركةٌ سريعةٌ تحدث كنتيجة مباشرةً لحركة السن ضمن سنخه، و تتوافق بمجموعة من التغيرات والإجهادات ضمن الرباط والعظم السنخي. تختلف هذه الحركة تبعاً للشكل التشريحي

للجذر و عرض و سلامة الرباط حول السني إضافةً إلى شكل وشدة القوة. تحدث هذه الحركة خلال ثوانٍ وتستمر تقريباً من ١-٣ أيام، تتراوح قيمتها من ٠.٤ مم إلى ٠.٩ مم وهي نتيجة لـ:

- انضغاط ألياف الرباط حول السني على السطح المواجه لجهة الحركة (يحدث الانضغاط الأولي خلال ثوانٍ ولكن الانضغاط الفعلي للرباط يتطلب من ١-٣ ساعات)
- تشوه العظم السنخي بشكل ضئيل (التواء)
- بزوغ السن بشكل طفيف نتيجة التأثير الانزلاقي للقوة (Burstone, ١٩٦٢; Roberts and Huja, ٢٠١٦)



الشكل ١-١: مراحل الحركة السنية التقويمية (Roberts and Huja, ٢٠١٦)

مرحلة الركود (التباطؤ) Lag phase:

تُعتبر فترةً مهمةً من الوقت، تكون الحركة السنية فيها محدودةً أو معدومةً، والسبب هو حدوث مناطق من الاستحالة الزجاجية (مناطق تموت عقيم) ضمن الرباط المنضغط، وبالتالي لن تحدث الحركة السنية إلا بعد إزالة طبقة الاستحالة الزجاجية. تستغرق هذه المرحلة عادةً من ٢-٣

أسابيع ويمكن أن تمتد لفترة أطول قد تصل إلى ١٠ أسابيع، وترتبط مباشرةً بعمر المريض و كثافة العظم السنخي وشدة القوة المطبقة وحجم طبقة الاستحالة الزجاجية في الرباط حول السني (Burstone, ١٩٦٢; Roberts and Huja, ٢٠١٦)

مرحلة ما بعد الركود (الحركة السنية المتقدمة):

Post lag phase (Progressive tooth movement):

تحدث معظم الحركة السنية خلال هذه المرحلة، حيث تزداد الحركة بعد إزالة مناطق الاستحالة الزجاجية، وخلال هذه المرحلة تتشكل كاسرات العظم على سطح العظم السنخي المقابل لجهة الضغط مسببة امتصاصاً مباشراً (Frontal resorption). عموماً، هناك حركة سنية صغيرة خلال المرحتين الأولى والثانية، لذلك فإن إنقاص أو إلغاء مرحلة الركود سيقبل من الوقت المطلوب لتحقيق حركة سنية تقويمية (Burstone, ١٩٦٢; Roberts and Huja, ٢٠١٦). ترتبط مرحلة الركود بشكل مباشر مع شدة القوة المطبقة، حيث أن القوة التقويمية الشديدة تقطع التروية الدموية في مناطق الانضغاط ضمن الرباط مؤديةً إلى موت الخلايا وبالتالي تشكل مناطق استحالة زجاجية (مناطق تموت عقيم)، الأمر الذي لا يسمح بتمايز الخلايا الكاسرة للعظم ضمن المسافة الرياطية المنضغطة، وبدلاً من ذلك يحدث تمايز متأخر لكاسرات العظم ضمن نخاع العظم المجاور، تكون هذه الخلايا الكاسرة مسؤولةً عن الامتصاص غير المباشر (Undermining resorption) الذي يزيل الصفيحة القشرية من جهة العظم أولاً في منطقة الرباط المنضغط. وبالتالي فإن حركة السن تلي انتهاء هذه العملية في جانب الضغط و ليس قبل ذلك. لذلك تستغرق الحركة في هذه الحالة مدة أطول (Asiry, ٢٠١٨).

على العكس من ذلك، تؤدي القوى التقويمية الخفيفة إلى تقليل مستوى التدفق الدموي في الرباط (وليس انقطاع التدفق)، مما يسمح بتمايز سريع للخلايا الكاسرة للعظم الموجودة في الرباط أو تلك التي تأتي عبر التروية الدموية. تزيل هذه الخلايا الصفيحة القشرية من جهة الملاط في عملية تدعى الامتصاص المباشر (Frontal resorption) وبالتالي تبدأ حركة السن بسرعة بعد ذلك (Sabane et al., ٢٠١٦).

سريرياً، من المستحيل أن نتجنب انسداد الأوعية الدموية بشكل كامل، لذلك تحدث الاستحالة الزجاجية بدرجةٍ معينةٍ دائماً، وبالتالي فإن حركة السن اللاحقة تكون نتيجةً مشتركةً للامتصاص العظمي المباشر وغير المباشر (Phulari, ٢٠١١; Asiry, ٢٠١٨).

على كل حال، أوضح Reitan أن رد فعل النسيج على التحريض التقويمي لا يعتمد فقط على شدة القوة، وإنما أيضاً على الميكانيكيات المستخدمة (حركة إمالة أم حركة جسمية) وأيضاً على الاختلافات الفردية (Reitan, ١٩٩٤).

تشمل الاختلافات الفردية الفروق بين الأفراد في البنية التشريحية للجذور و كثافة العظم السنخي والنشاط الخلوي ضمن الرباط والعظم (von Böhl and Kuijpers–Jagtman, ٢٠٠٩). إضافةً إلى الاختلاف في مستويات السيتوكينات وعوامل النمو والتي يمكن أن تُنتج جهازياً أو موضعياً والتي تلعب دوراً مهماً في إعادة قولبة العظم (Krishnan et al., ٢٠٠٦).

وجد Pilon وزملائه في دراسة تجريبية أن الاختلاف في معدل الحركة السننية بين أفراد العينة كان بسبب اختلاف عوامل الاستقلاب، بينما لم يكن لشدة القوة تأثيراً حاسماً في تحديد معدل الحركة السننية الجسمية (Pilon et al., ١٩٩٦).

لذلك فإن الاختلافات الفردية والعوامل الاستقلابية الموروثة قد يكون لها دورٌ أكبر في الحركة السننية التقويمية مما اعتُقد سابقاً.

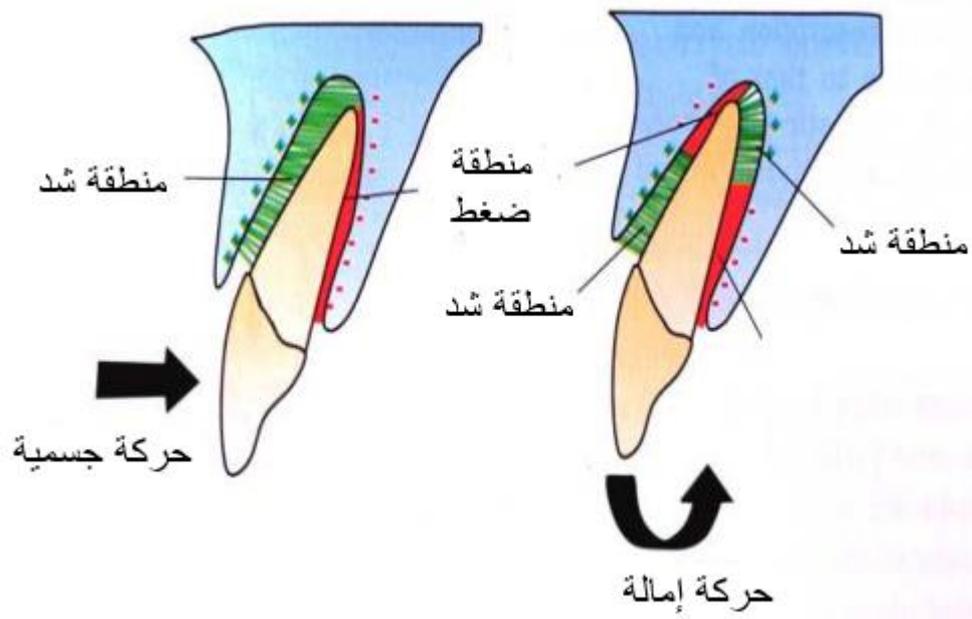
٢.٢.١ النظريات المفسرة للحركة السننية التقويمية:

Theories of Orthodontic Tooth Movement:

نظرية الضغط – الشد Pressure – Tension Theory :

تفترض هذه النظرية التقليدية وجود إشاراتٍ كيميائيةٍ (وليست كهربائية) كمحفز للتمايز الخلوي والحركة السننية بشكل كامل. تقول هذه النظرية إنه خلال ثوانٍ من تطبيق القوة يتحرك السن

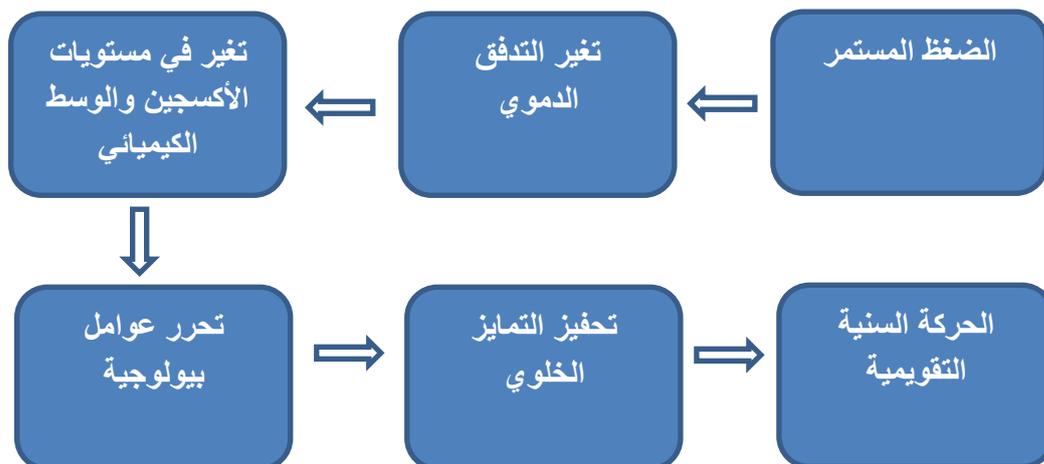
ضمن المسافة الرباطية، مما يسبب انضغاطاً للرباط حول السني في بعض الأماكن وتمدداً للرباط في أماكن أخرى (الشكل ١- ٢) (Proffit et al., ٢٠١٨).



الشكل ٢-١: مناطق الضغط والشد في الرباط حول السني (Reddy et al., ٢٠١٥)

ينخفض التدفق الدموي في جانب الضغط بينما يبقى ثابتاً أو يزداد في جهة الشد. وفي حال استمر تطبيق القوة، سيؤدي تغيير التدفق الدموي خلال دقائق إلى تغيير مستويات الأكسجين في المنطقة وبالتالي تغييراً في الوسط الكيميائي (Asiry, ٢٠١٨).

هذا التغيير في الوسط الكيميائي سيؤدي إلى تحرير عوامل بيولوجية نشطة مثل البروستاغلاندين والسيتوكينات (مثل الـ إنترلوكين ١b)، ستؤثر هذه العوامل بشكلٍ مختلفٍ على النشاطات الخلوية في مناطق الشد والضغط ضمن الرباط حول السني (الشكل ١- ٣) (Masella and Meister, ٢٠٠٦; Proffit et al., ٢٠١٨)



الشكل ١-٣: تفسير نظرية الضغط-الشد (Asiry, ٢٠١٨)

النظرية البيوكهربائية Bioelectrical Theory:

تُسمى هذه النظرية في بعض المراجع " نظرية الكهربية الإجهادية Piezoelectric Theory " أو "نظرية انحناء العظم Bone Bending Theory" ، تقترض هذه النظرية أن الحركة السنية التقويمية تحدث نتيجةً لتغيرات في الاستقلاب العظمي والذي يُسيطر عليه من قبل إشارات كهربائية ناتجة عن انحناء العظم السنخي، الأمر الذي يؤدي إلى التمايز الخلوي ومن ثم حركة السن. حيث تسبب القوى المطبقة على الأسنان درجةً معينةً من انحناء العظم، يترافق انحناء العظم مع تشكل إشارات كهربائية تُعتبر مسؤولةً بشكل جزئي على الأقل عن الحركة السنية التقويمية (الشكل ١-٤) (Mostafa et al., ١٩٨٣; Proffit et al., ٢٠١٨)

إنها إشارات piezo-electric (التي هي تيارات كهربائية تنشأ في المواد الحيوية التي تسبب فيها القوى الخارجية تشوهاً لبلورات الكريستالين) (Masella and Meister, ٢٠٠٦)

تتصف إشارات الـ Piezo-electric بأن لديها معدل اضمحلال سريع (أي أنها تنشأ بسرعة عندما تطبق القوة وبنفس الوقت فإنها تختفي بسرعة حتى مع استمرار القوة) كما تُنتج إشارات مساوية على الجانب المقابل عندما تزول القوة.

تتفاعل الشوارد الموجودة في السوائل التي تُرطب العظم الحي مع الحقل الكهربائي المتولد عند انحناء العظم (أي الـ Piezo-electric) مسببة تولد تيارٍ صغيرٍ يسمى "جهد التدفق" "streaming potential" (Asiry, ٢٠١٨)

انحناء العظم



تشوه بلورات الكريستالين



تشكل إشارات كهربائية



تغير في استقلاب العظم



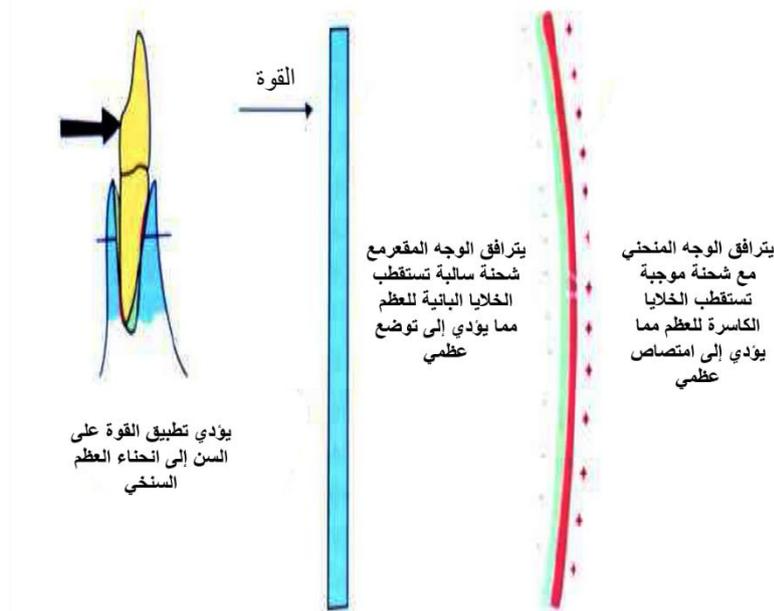
التمايز الخلوي



الحركة السنية

الشكل ٤-١: النظرية البيوكهربائية (Asiry, ٢٠١٨)

يؤدي جهد التدفق إلى تغير في درجة الحرارة إضافة إلى تغير في الشحنات الكهربائية للعظم الأمر الذي يؤثر على استقلاب العظم، يليه حدوث تمايز خلوي مترافق مع الإشارات الكهربائية التي تشكلت على سطح العظم المنحني، حيث تستقطب الإشارات السالبة التي تشكلت في جهة التقعر الخلايا البانية للعظم، بينما تستقطب الإشارات الموجبة التي تشكلت في جهة التحدب الخلايا الكاسرة للعظم (الشكل ١-٥). (Reddy et al., ٢٠١٥; Masella and Meister, ٢٠٠٦)



الشكل ١-٥: آلية النظرية البيوكهربائية (Reddy et al., ٢٠١٥)

يمكن أن ينشأ جهد التدفق من خلال تطبيق حقول كهربائية خارجية، الأمر الذي يمكن الاستفادة منه في تسريع الحركة السنية التقويمية، وهذا ما فعله Davidovitch وزملاؤه الذين أجروا تجارب على السنور feline، وأظهرت تجاربهم أن الحركة السنية التقويمية يمكن أن تتعزز من

خلال استخدام تيارات كهربائية صغيرة، كما وجدوا امتصاصاً عظيماً قرب القطب الموجب (منطقة الضغط في الرباط) وتشكلاً عظيماً قرب القطب السالب (منطقة الشد) (Davidovitch et al., ١٩٨٠).

نظرية تدفق السوائل : The Fluid Flow Theory

تُركز هذه النظرية على استجابة الخلايا العظمية و الخلايا المولدة لليف للقوة المسببة لحدوث إزاحة في السوائل في الرباط و القنيتات العظمية، حيث أن تطبيق القوة يُطلق سلسلة من الأحداث متضمنة:

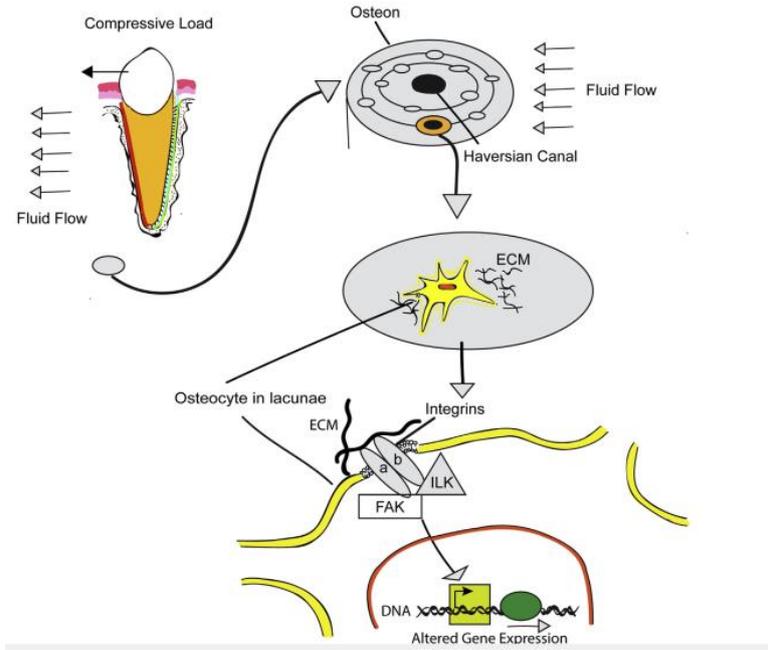
١. توتر في منطقة تطبيق القوة وتدفق السوائل منها

٢. توتر الخلية

٣. تنشيط الخلية والتمايز

٤. إعادة قولبة النسيج (Will, ٢٠١٦)

تلعب الخلايا العظمية دورَ الخلايا المستقبلية للضغط Mechanoreceptor cells التي تتحرى التوتر ضمن العظم. وكذلك تقوم الخلايا المولدة لليف بنفس الدور ضمن الرباط. عندما تُطبق قوى على السن تُطرد السوائل الخلالية عبر القنيتات العظمية لتمر حول الخلايا العظمية، مسببة توتراً على سطح الخلية والبنية خارج الخلية، الأمر الذي يحفز عمل بروتينات غشائية مدمجة في الغشاء البلاسمي للخلايا الحية تسمى انتغرينات Integrins، والتي هي بروتينات غشائية تربط البنية خارج الخلية إلى هيكل الخلية. يسبب تحفيز الانتغرين على سطح الخلية إطلاقاً لسلسلة عمليات داخل الخلية تنتهي بتعديل التعبير الجيني للخلايا العظمية مما يحفز تمايز الخلايا البانية والخلايا الكاسرة للعظم لبناء أو امتصاص العظم (الشكل ١-٦). أي أن الخلايا العظمية هي التي تلعب دور الحساسات الميكانيكية التي تحول الجهود الناتجة عن تطبيق القوى التقويمية إلى البدء بإعادة قولبة العظم وتلعب الخلايا المولدة لليف دوراً مشابهاً في الرباط واللثة نظراً لكون عملية إعادة القولبة تشمل النسيج المتمعدنة (العظم) والنسيج غير المتمعدنة حول السنية (الرباط و اللثة و الشبكة الوعائية العصبية) (Yina et al., ٢٠١٨)



الشكل ١-٦ : نظرية تدفق السوائل (Yina et al., ٢٠١٨)

٣.٢.١ تسريع الحركة السننية التقويمية:

Acceleration of Orthodontic Tooth Movement:

تتراوح مدة المعالجة التقويمية وسطياً بين ١٨-٢٤ شهراً وهي مدة طويلة نسبياً، ولذلك كان هناك اهتمام كبير بإنفاص تلك المدة عبر تسريع المعالجة التقويمية (Robb et al., ١٩٩٨).

يمكن أن يستفيد المرضى البالغون بشكل خاص من تسريع المعالجة التقويمية لأنهم ليسوا في طور النمو إضافةً لكون معدلات الاستقلاب وتجدد النسيج لديهم أقل بشكل كبير مقارنة بالمرهقين (Abbing et al., ٢٠٢٠).

كما يُعتبر المرضى البالغون أكثر عرضةً لمشاكل النسيج حول السننية والاختلالات الأخرى الناتجة عن طول وقت المعالجة (مثل آفات البقع البيضاء) (Nattrass et al., ٢٠١٦)، لذلك فإن هناك ميزات إضافية لعملية تسريع المعالجة التقويمية عند البالغين. وخاصةً أنه لوحظ مؤخراً زيادة أعداد المرضى البالغين الذين يطلبون المعالجة التقويمية بالأجهزة الثابتة. حيث أنه وفقاً لإحصائيات الجمعية الأمريكية لتقويم الأسنان التي نُشرت عام ٢٠١٩ فإن كل أخصائي تقويم قد عالج وسطياً ١٧٨ مريضاً بالغاً عام ٢٠١٨ مقارنة بـ ٤١ مريضاً بالغاً عام ١٩٨٨، أي بزيادة أكثر من ٤ أضعاف خلال ثلاثين عام (AAO, ٢٠١٩).

ساعد التقدم التكنولوجي في تحسين نوعية وتصميم الحاصرات والأسلاك التقويمية بشكل كبير، الأمر الذي أدى إلى تحسن في نتائج وسرعة المعالجة التقويمية، إلا أن هذا التحسن لم يستطع أن يُنقص زمن المعالجة بشكل كبير نظراً لكوننا مقيدين بشكل أساسي بالاستجابة البيولوجية للنسج حول السنينة خلال الحركة التقويمية (Sivakumar, ٢٠٢٠).

تم الكشف عن العديد من التقنيات الجراحية وغير الجراحية لتسريع الحركة التقويمية، تعمل هذه التقنيات من خلال التدخل في الآليات البيولوجية التي تؤثر على نشاط الخلايا البانية للعظم والخلايا الكاسرة للعظم والخلايا العظمية نظراً لكون إعادة قولبة العظم السنخي هي العنصر الأهم في الحركة السنينة التقويمية (Kalemaj et al., ٢٠١٥).

١.٣.٢.١ الطرق الجراحية Surgical Methods

تتضمن الطرق الجراحية طيفاً واسعاً من الإجراءات السريرية الراضة للعظم والتي تستخدم كمساعدة أثناء تطبيق القوة التقويمية، وقد تم توثيق الطرق الجراحية في العديد من الحالات السريرية، وهي تستخدم عادةً عند المرضى البالغين الذين تعتبر مدة المعالجة التقويمية لديهم أمراً مهماً وقد أثبتت هذه الطرق فعاليتها (Keser and Naini, ٢٠٢٢).

تعتمد طرق التسريع الجراحي على فكرة "ظاهرة التسريع الناحي Regional Acceleratory Phenomenon" التي تعرف بأنها "استجابةً موضعيةً للمحفز الضار مما يؤدي إلى تشكل النسج بشكل أسرع من عملية التجدد الطبيعية" التي طُرحت من قبل Frost عام ١٩٨٣ لأول مرة، وهي تشمل النسج الرخوة والصلبة (Frost, ١٩٨٣).

يحدث الشفاء في "ظاهرة التسريع الناحي" بنسبة ٢-١٠ مرات أسرع من الشفاء الفيزيولوجي الطبيعي من خلال تسريع مراحل الشفاء المختلفة (Singh, ٢٠١٧).

يمكن تلخيص أهم الطرق الجراحية بـ :

التقشير العظمي Corticotomy:

التقشير العظمي هو إجراء جراحي شائع الاستخدام، يتم فيه رفع شريحة ثم إجراء قطع وتنقيب للصفائح القشرية الدهليزية و/أو اللسانية المحيطة بالأسنان فقط وليس العظم الإسفنجي (الشكل ٧-١)، الأمر الذي يقلل من مقاومة العظم القشري ويسرع الحركة السنوية التقويمية (Hassan et al., ٢٠١٠).



الشكل ٧-١ : التقشير العظمي (النعوم والجندي، ٢٠١٠)

وقد وجد Mostafa وزملاؤه أن الحركة السنوية التقويمية المُسهَّلة بالتقشير العظمي قد بلغت ضعف الحركة السنوية التقويمية الإعتيادية (دون تقشير عظمي) (Mostafa et al., ٢٠٠٩). كما أظهرت نتائج بحث سريري أُجري في كلية طب الأسنان في جامعة البعث أن المعالجة بالتقشير العظمي قد أدت إلى زيادة في سرعة الحركة السنوية التقويمية بمقدار ٢-٤ أضعاف (النعوم والجندي، ٢٠١٠)

القطع العظمي Osteotomy :

هو إجراء جراحي يتم فيه رفع شريحة ومن ثم إجراء قطوع عظمية كاملة الثخانة تمتد من الصفائح القشرية الدهليزية حتى الصفائح القشرية اللسانية مروراً بالعظم الإسفنجي، وذلك على العكس من التقشير العظمي الذي يبقى فيه العظم الإسفنجي سليماً (Singh, ٢٠١٧; Sebaoun et al., ٢٠٠٧).

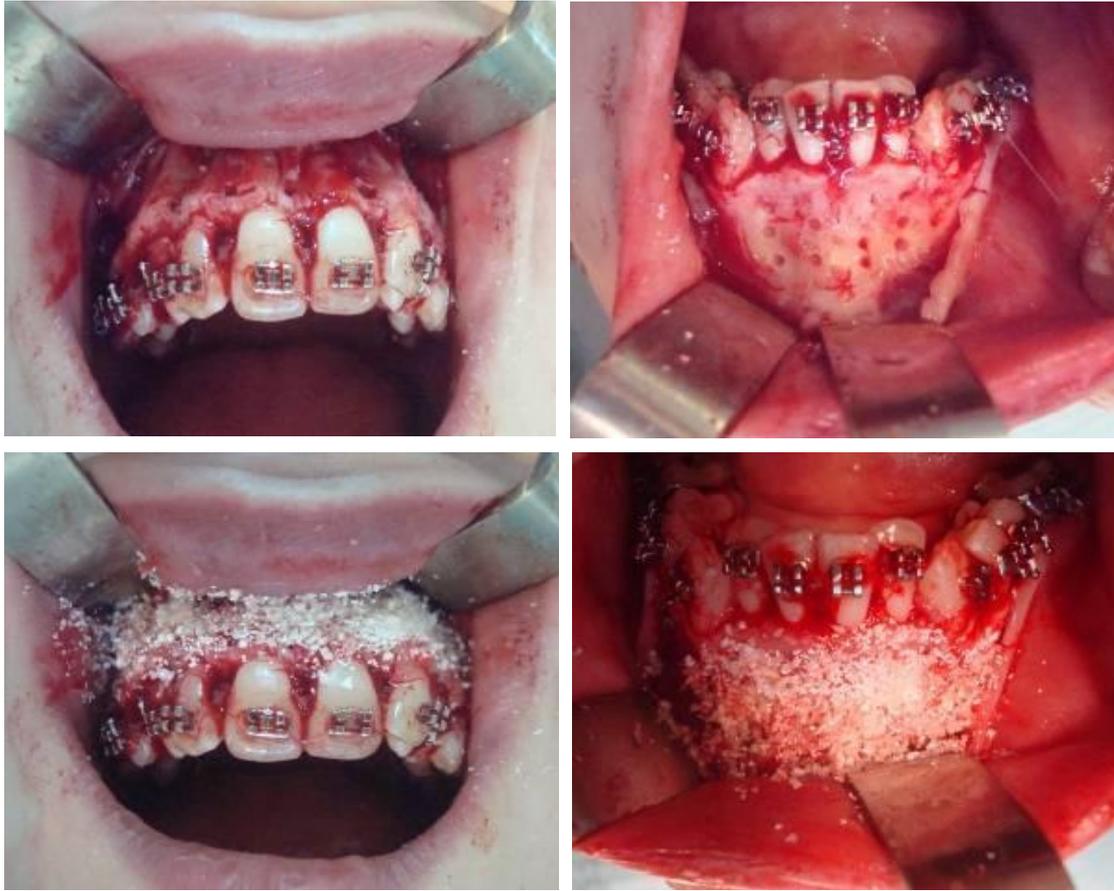
نشر Kole عام ١٩٥٩ تصاميم مختلفة من التقشير العظمي والقطع العظمي وفي معظم الحالات جَمَعَ بين تقشير عظمي عمودي بين الأسنان وقطع عظمي أفقي فوق دُرى جذور الأسنان، و اقترح أن سرعة الحركة التالية ناتجة عن حركة الكتل العظمية bony block التي تشكلت أثناء العمل الجراحي (Köle, ١٩٥٩).

بقي هذا الاقتراح شائعاً في الأدب الطبي حتى عام ٢٠٠١ عندما قام Wilcko وزملائه بإجراء تصوير مقطعي لمرضى خضعوا للقطع العظمي، ليتبين أن تسريع الحركة لم يكن بسبب حركة الكتل العظمية (الـ bony block) ولكن بسبب عملية "نقص تمعدن - إعادة تمعدن" عابر تحدث ضمن العظم السنخي. وهذا يتماشى مع عمل Frost الذي وصف هذا النموذج من شفاء الجروح بأنه "ظاهرة التسريع الناحي" (RAP) regional acceleratory phenomenon (Wilcko et al., ٢٠٠١; Frost, ١٩٨٣).

ويلكودونتكس Wilckodontics :

نشر الأخوان "ويليام وليكو" و "توماس ويلكو" عدداً من الحالات السريرية دُعيت لاحقاً باسم ويلكودونتكس Wilckodontics، تضمنت هذه الحالات استخدام تقنية دُعيت "التقويم بتسريع التولد العظمي (Accelerated Osteogenic Orthodontics (AOO)) والتي تتضمن دمجاً بين التقشير العظمي والتطعيم العظمي (Wilcko et al., ٢٠٠١; Wilcko and Wilcko, ٢٠١٣). سجلت هذه التقنية لاحقاً كبراءة اختراع وعلامة تجارية باسم "المعالجة التقويمية المعتمدة على تسرع التشكل العظمي حول السنّي Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics (PAOO)) والتي هي تقنية تجمع بين التقشير الانتقائي وزيادة حجم السنخ (Wilcko et al., ٢٠٠٨).

وقد خلصت دراسة سريرية أُجريت في قسم تقويم الأسنان والفكين بكلية طب الأسنان بجامعة البعث من قبل الباحث فادي نعوم بإشراف الأستاذة الدكتورة رباب الصباغ (الشكل ١-٨) إلى أن إجراء الـ PAOO يعتبر خياراً ممتازاً عند المرضى الذين يشكون من درجة متوسطة إلى شديدة من الازدحام، والذين يرغبون بالحصول على مزايا المعالجة التقويمية في فترة زمنية قصيرة نسبياً بالمقارنة مع المعالجة التقويمية التقليدية. حيث تسمح تقنية الـ PAOO بمجال أكبر للحركة السنّية نتيجة لكبر حجم السنخ مما يؤدي إلى زيادة الاستقرار ما بعد المعالجة مع نقصان في التأثيرات الجانبية (النعوم والصباغ، ٢٠١٤).



الشكل ١-٨: إجراء القطوع على الفك العلوي (النعوم والصباغ، ٢٠١٤).

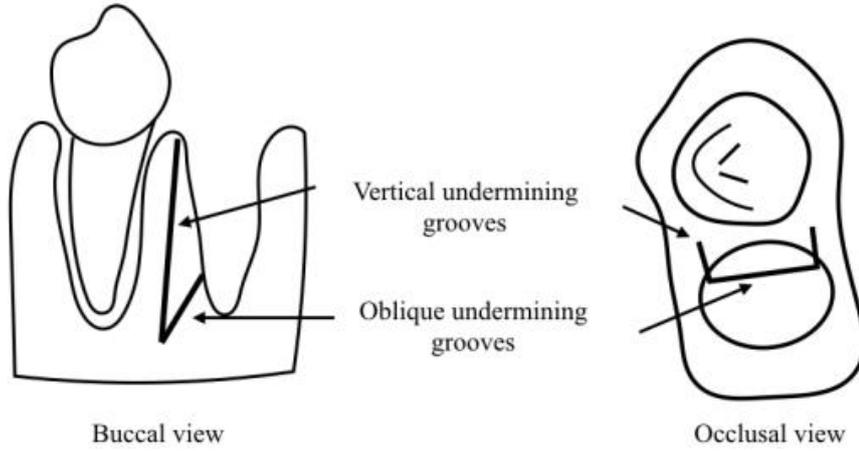
التشكل العظمي عن طريق التفريق السنخي السني:

Dentoalveolar Distraction Osteogenesis:

تم وصف هذه التقنية لأول مرة من قبل Liou & Huang عام ١٩٩٨ كطريقة لتسريع الحركة السنوية التكوينية. حيث تحرى المؤلفان في سلسلة من الحالات السريرية إرجاع الأنياب لدى عدد من المرضى بعد قلع الضواحك الأولى لديهم (Liou and Huang, ١٩٩٨).

تم إرجاع الناب من خلال الإزالة الجراحية للعظم الحاجزي وحشي الناب في وقت القلع (الشكل ١-٩)، ومن ثم تم البدء بالإرجاع مباشرة بعد الجراحة من خلال تنشيط جهاز داخل فموي صُنِع خصيصاً لذلك. تحرك الناب مسافة ٦-٧ مم في ثلاثة أسابيع، وقد أيد المؤلفان استخدام هذه الطريقة في الحالات التي تحتاج إلى الدعم الأعظمي. كما وجد أن شفاء العظم والنسج حول السنوية قد حدث دون أي مشاكل (Liou and Huang, ١٩٩٨).

أظهرت هذه التقنية تسريعاً للحركة السنوية من دون أي دليل على حدوث امتصاص جذري أو التصاق أو كسر بالجذر إلا أن هناك جدلٌ فيما يخص حيوية الناب على الاختبار الكهربائي (Sukurica et al., ٢٠٠٧).



الشكل ١-٩: الإزالة الحاجزية للعظم في هذه التقنية (Liou and Huang, ١٩٩٨)

القص القشري Corticision:

قدم Park وزملاؤه تقنية أسموها "القص القشري"، تتضمن هذه التقنية قص العظم باستخدام مطرقة وشفرة مشرط مقواة. تدخل الشفرة كإزميل رفيع لقص العظم القشري عبر المخاطية من دون رفع أي شريحة سواء دهليزياً أو حنكياً (الشكل ١-١٠). تم دعم فكرة القص القشري كبديل أقل رضاً لإحداث أذية جراحية للعظم. تسبب الأذية العظمية حدوث "ظاهرة التسريع الناحي" وبالتالي تؤدي إلى تسريع الحركة السنوية التقييمية، إلا أن هذه الطريقة قد تسبب إزعاجاً للمريض بسبب استخدام المطرقة (Park et al., ٢٠٠٦).

قام Kim وزملاؤه عام ٢٠٠٩ بالتحقق من تأثير القص القشري على إعادة قولبة العظم خلال الحركة السنوية التقييمية. فوجدوا أن القص القشري يحفز عملية الاستقلاب من هدم وبناء وإعادة قولبة العظم من دون أي تغيرات مرضية أو امتصاص جذور حيث تم التقييم نسيجياً (Kim et al., ٢٠٠٩).

تم إجراء دراسة سريرية من أجل تقييم فعالية القص القشري للعظم السنخي في كلية طب الأسنان بجامعة البعث من قبل الباحث زاهر دلال و الأستاذ الدكتور أحمد برهان وخلص الباحثان إلى أن القص القشري قد أدى إلى حدوث زيادةٍ جوهريّةٍ في سرعة الحركة السنوية التقويمية بمقدار ٢-٣ أضعاف مقارنةً مع الطريقة التقليدية (دون قص قشري) (دلال و برهان ، ٢٠١٥)



الشكل ١-١٠ : طريقة تطبيق المطرقة (دلال وبرهان، ٢٠١٥)

تقنية البيزو الجراحي Piezocision:

إن إحدى الطرق الحديثة في تسريع المعالجة التقويمية هي طريقة البيزو الجراحي. كان Dibart من أوائل الذين طبقوا تقنية البيزو الجراحي والتي تبدأ بشق عمودي أولي من الناحية الدهليزية فوق الحليمة بين السنوية ضمن اللثة الملتصقة باستخدام شفرة قياس ١٥، يجب أن يكون هذا الشق عميقاً بشكلٍ كافٍ كي يجتاز السمحاق ويتماس مع العظم القشري. يتم بعد ذلك باستخدام أدوات فوق صوتية Ultrasonic إنجاز قطوع قشرية بعمق ٣ مم عبر الجروح المصنوعة سابقاً (Dibart, ٢٠١١).

أما في المناطق التي يُستطب فيها زيادة سماكة العظم يتم صنع أنفاق باستخدام روافع جراحية يتم إدخالها بين الشقوق لإيجاد مسافة كافية لتقبل الطعوم. لا حاجة لإجراء خياطة في هذه التقنية إلا في المناطق التي يُراد فيها وضع الطعم من أجل تأمين ثباته (Dibart et al., ٢٠١٥).

وقد وجد Gibreal وزملاؤه في دراسة أجريت في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق أن تقنية البيزو الجراحي هي طريقة فعالة جداً في تسريع الحركة السنوية التقويمية (Gibreal et al., ٢٠١٩)، كما خلص Keser & Dibart إلى أن هذه التقنية يمكن أن تستخدم مع الراصفات الشفافة، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين المنظر الجمالي وتسريع المعالجة التقويمية (Keser and Dibart, ٢٠١١).

التثقيب العظمي السنخي (MOP) Cortico-Osteoperforations:

هي تقنية أخرى تعتمد على مبدأ التسريع الناحي وتهدف إلى تقليل أذية النسيج. يتم في هذه التقنية تثقيب العظم عبر الغشاء المخاطي لتقليل الطبيعة الراضة للعمل الجراحي على العظم (Alikhani, ٢٠١٧).

قام الباحث سامر جابر ببحث سريري بإشراف الأستاذة الدكتورة رباب الصباغ يتضمن إجراء ثقب في العظم القشري باستخدام جهاز ليزر Er:YAG، شملت الدراسة التي أجريت في قسم تقويم الأسنان والفكين و وحدة الليزر في كلية طب الأسنان بجامعة حماه ١٨ مريضاً ممن تتطلب حالتهم إرجاع ثنائي الجانب للأنياب العلوية بعد إجراء قلع للمضواحك الأولى العلوية



الشكل ١-١١ : تثقيب العظم بالليزر (جابر و الصباغ، ٢٠١٧)

قام الباحثان بإجراء تثقيب للعظم القشري دون رفع شريحة باستخدام جهاز الليزر حول الناب العلوي في إحدى جهتي الفك (الشكل ١-١١) بينما بقيت الجهة الأخرى كجهة شاهدة. أظهرت النتائج أن حركة الناب في جهة التجربة أعلى بشكل جوهري من الجهة الشاهدة (جابر والصباغ، ٢٠١٧).

طرحت شركة Propel Orthodontics (Propel Orthodontics inc ,Ossining, NY) جهاز يدعى PROPEL (الشكل ١-١٢) يقوم هذا الجهاز بتنقيب العظم، وقد استخدمه Alikhani وزملاؤه في دراستهم عام ٢٠١٣ و وجدوا أن التنقيب العظمي يزيد بشكل جوهري من تعبير السيتوكينات والكيموكينات التي تحفز تمايز الخلايا الكاسرة للعظم، التي بدورها تؤدي إلى زيادة سرعة الحركة السنوية التقويمية. حيث أدى التنقيب العظمي في دراستهم إلى زيادة معدل إرجاع الناب بمقدار ٢-٣ أضعاف بالمقارنة مع الجهة الشاهدة (Alikhani et al., ٢٠١٣).



الشكل ١-١٢ : جهاز الـ PROPEL وعملية التنقيب (Alikhani et al., ٢٠١٣)

وجد Attri وزملاؤه عام ٢٠١٨ أن استخدام التنقيب العظمي الأصغري باستخدام جهاز الـ PROPEL قد أدى إلى تعزيز معدل الحركة السنوية التقويمية وذلك عند إرجاع الأسنان الأمامية العلوية بشكل كئلي (Attri et al., ٢٠١٨). وأيدهم في ذلك Feizbakhsh و زملاؤه الذين خلصوا أن التنقيب العظمي الأصغري يزيد من سرعة الحركة السنوية التقويمية بمقدار أكبر من الضعف علماً أنهم استخدموا البراغي العظمية bony screws بقطر ١.٦ مم وطول ٣ مم مع القبضة الخاصة من أجل إحداث الثقوب. (Feizbakhsh et al., ٢٠١٨)

٢.٣.٢.١ الطرق الفيزيائية Physical methods:

التيارات الكهربائية Electrical Currents :

منذ أن لاحظ Fukada & Yasuda أن تيارات كهربائية صغيرة تتولد عند تطبيق قوة على العظم (Fukada and Yasuda, ١٩٥٧) سعى البعض لاستخدام الكهرباء الخارجية لتعزيز التشكل العظمي (Friedenberg, ١٩٧٠).

ذكر Hashimoto في دراسته على القطط أن التحفيز الكهربائي النبضي قد أدى إلى معدل حركة سننية أعلى، كما لاحظ في التقييم النسيجي وجود مناطق أوسع من التشكل العظمي وكميات أكبر من العظم المتشكل حديثاً و عدداً أكبر من الخلايا البانية للعظم في جانب الشد، وخلايا كاسرة للعظم بشكل أكثر عدداً في جانب الضغط. ليخلص أن التحفيز الكهربائي النبضي قد يلعب دوراً في تسريع إعادة قولبة العظم السنخي وبالتالي تسريع الحركة السننية التقويمية (Hashimoto, ١٩٩٠).

أظهر Kim وزملاؤه أيضاً في دراسة سريرية أن التيار الكهربائي (٢٠ ميكرو أمبير لمدة ٥ ساعات يومياً) كان قادراً على تسريع الحركة التقويمية (Kim et al., ٢٠٠٨)، إلا أن الأدلة المتوفرة حالياً لا تكفي لدعم فكرة أن التيار الكهربائي يسرع المعالجة التقويمية وبنفس الوقت يؤمن السلامة للمريض (Abdallah and Flores-Mir, ٢٠١٤; Camacho and Cujar, ٢٠١٤).

الحقول المغناطيسية النبضية والساكنة Static or Pulsed Magnetic Fields:

أظهر تطبيق الحقول المغناطيسية الثابتة و النبضية تحسناً في معدل الحركة السننية التقويمية في الدراسات التي أجريت على الحيوانات. وبيّنت الدراسة النسيجية أن مناطق الاستحالة الزجاجية في الرباط حول السني كانت أقل في المجموعة التي تم اخضاعها للحقول المغناطيسية (Sakata et al., ٢٠٠٨; Stark and Sinclair, ١٩٨٧)

بيّن Davidovitch وزملاؤه أن تطبيق القوة بالتزامن مع تطبيق تيارات كهربائية (٢٠-١٠ MA) أدى إلى تحرك الأسنان بشكل أسرع جوهرياً من الحالة التي تم تطبيق القوة فيها فقط وذلك عند السنور (Davidovitch et al., ١٩٨٠).

لاحظ Stark & Sinclair زيادةً في مستويات الخلايا الكاسرة للعظم ضمن العظم السنخي وزيادةً لاحقةً في درجة الحركة السنوية التقويمية عند تطبيق حقول مغناطيسية موضعية على الفئران خلال مدة ١٠ أيام، كما لاحظا حدوث تغيرات في الاختبارات المصلية تشير إلى زيادة استقلاب البروتين والنشاط العضلي. (Stark and Sinclair, ١٩٨٧)

قام Showkatbakhsh وزملاؤه بدراسةٍ سريريةٍ تم خلالها تعريض الأنياب أثناء الإرجاع لمجال كهرومغناطيسي نبضي (١ هرتز)، وبينت النتائج أن ذلك قد أدى إلى تسريع حركة الأنياب (Showkatbakhsh et al., ٢٠١٠).

إلا أن Tengku وزملاءه في دراستهم على الفئران قد ذكروا حدوث امتصاص جذري أعلى في المجموعة التي خضعت للحقول المغناطيسية وذلك في اليوم السابع من المراقبة، ورغم أنهم لم يشاهدوا فرقاً جوهرياً بين المجموعتين في اليوم الـ ١٤ إلا أنهم نصحوا بإجراء دراسات لتحري التأثير طويل الأمد للحقول المغناطيسية على النشاط الخلوي والأنزيمي وعوامل النمو المتعلقة بالاستقلاب العظمي (Tengku et al., ٢٠٠٠).

الاهتزاز Vibration :

تم تأييد استخدام الاهتزاز لتسريع الحركة السنوية التقويمية، حيث يعتقد المؤيدون أن التوتر الميكانيكي الناتج عن الاهتزاز والذي يصل إلى العظم يساهم في زيادة سرعة الحركة السنوية التقويمية (Pavlin et al., ٢٠١٥).

قام Liao وزملاؤه بدراسة تأثير الاهتزاز على سرعة إرجاع الأنياب العلوية عند ثلاثين مريضاً، حيث تم تطبيق اهتزاز بمقدار ٥٠ هرتز على السطح الدهليزي للناناب في أحد الجهتين اليمنى أو اليسرى (جهة التجربة) بينما لم يتم تطبيق الاهتزاز على الجهة المقابلة (الجهة الشاهدة)، بينت النتائج أن معدل حركة إرجاع الناب كان أعلى بشكل جوهري في جهة التجربة بالمقارنة مع الجهة الشاهدة (Liao et al., ٢٠١٧).

تم أيضاً تسويق جهاز يدعى Acceledent (الشكل ١-١٣) من شركة Ortho Accel Technologies®, Houston, Texas كجهاز آمن غير راض ويمكن استخدامه يومياً، يعمل هذا الجهاز على توليد الاهتزازات وقد تم استخدامه من قبل Kau وزملائه في تجربة

سريرية فوجدوا أن الحركة السننية في مجموعة التجربة (التي تمّ استخدام الجهاز فيها) كانت أعلى من الحركة السننية في المجموعة الشاهدة (Kau et al., ٢٠١٠)، وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Pavlin وزملاؤه (Pavlin et al., ٢٠١٥).



الشكل ١-١٣: جهاز الـ ACCELENT (Kau et al., ٢٠١٠)

المعالجة بالضوء منخفض الطاقة Low-Level Light Therapy :

يعد استخدام الضوء منخفض الطاقة (LLLT) Low-level light therapy تقنية طبية ناشئة، يؤدي فيها التعرض للضوء إلى تحفيز الوظيفة الخلوية مما يؤدي إلى تأثيرات سريرية مفيدة. قد يختلف طيف الضوء، لكنه يقع في نطاق الأشعة تحت الحمراء (Hamblin and Demidova, ٢٠٠٦).

تعتمد هذه التقنية على حقيقة أن السيتوكروم أوكسيداز سي cytochrome oxidase c - وهو إنزيم يتوسط تصنيع الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP في الخلايا - يتم تحفيزه بواسطة ضوء الأشعة تحت الحمراء (Carroll et al., ٢٠١٤). أي أن المعالجة بالضوء تسبب زيادة في إنتاج الخلية من الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) الأمر الذي يزيد من النشاط الاستقلابي ويحفز إعادة القولية مما يؤدي إلى تسريع الحركة السننية التقويمية (Ekizer et al., ٢٠١٥).

قد يعمل الضوء منخفض الطاقة أيضاً على تعزيز الحركة السننية بسبب زيادة النشاط الوعائي والذي يحفز الضوء أيضاً مما يساهم في سرعة إعادة قولبة العظم (Chung et al., ٢٠١٥).

لاحظ Shaughnessy وزملاؤه في دراسة سريرية عام ٢٠١٥ وجود زيادة جوهريّة في رصف الأسنان عند استخدام المعالجة بالضوء (Shaughnessy, ٢٠١٥)، وكذلك أشارت دراسات أخرى إلى التأثير الإيجابي للمعالجة بالضوء منخفض الطاقة على تسريع حركة الأسنان التقويمية (Ekizer et al., ٢٠١٦; Narmada et al., ٢٠٢٠).

الليزر منخفض الطاقة Low-Intensity Laser Irradiation :

لا تزال الآلية الدقيقة للتفاعل بين الخلايا والليزر غير واضحة بشكلٍ كاملٍ حتى اليوم. حيث تمّ الحديث عن قيام الليزر بتحفيز المستقبلات الضوئية في السلسلة التنفسية للجسيمات الكوندرية و إحداث تغييرات في مستويات الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP الخلوية (Oron et al., ٢٠٢٢; Eid et al., ٢٠٠٧).

لاحظ Saito وزملاؤه أن استخدام الليزر منخفض الطاقة يمكن أن يسرّع من التجدد العظمي في الدرز الحنكي الأوسط للفئران أثناء التوسع الفكي السريع، كما أنه يحفز تصنيع الكولاجين وهو عنصر رئيسي في هيكل العظام (Saito et al., ١٩٩٧).

كما أفاد Kawasaki & Shimizu أن استخدام الليزر منخفض الطاقة في المعالجة التقويمية قد أدى إلى حدوث زيادة بمقدار ٣٠% في سرعة الحركة بالمقارنة مع المجموعة الشاهدة. كما ذكرا أيضاً حدوث تشكّل عظمي معزز في جهة الشد وأعداداً أكبر من الخلايا الكاسرة للعظم في جهة الضغط (Kawasaki and Shimizu, ٢٠٠٠).

تتفق هذه النتائج مع تقارير العديد من الدراسات التجريبية الأخرى حول القدرة التحفيزية للليزر منخفض الطاقة فيما يتعلق بإعادة قولبة العظم السنخي والتسريع اللاحق للحركة السنوية التقويمية (Habib et al., ٢٠١٠; Yoshida et al., ٢٠٠٩).

كان Cruz وزملاؤه أول من نشروا عن تأثير الليزر منخفض الطاقة على سرعة الحركة السنوية التقويمية عند البشر. تضمنت الدراسة ١١ مريضاً تتراوح أعمارهم بين ١٢ و ١٨ عاماً، تم إرجاع الأنياب العلوية لديهم بعد إجراء قلعٍ للضواحك الأولى، حيث تلقى أحد جانبي الفك أشعة الليزر منخفض الطاقة بينما بقي الجانب المقابل كعينة شاهدة. أظهرت النتائج أن الأنياب في جانب التجربة تحركت بشكل أسرع جوهرياً من الجانب المقابل (Cruz et al., ٢٠٠٤).

كشفت المزيد من الدراسات السريرية على البشر عن تأثير إيجابي ملحوظ لأشعة الليزر منخفض الشدة على تسريع الحركة السنوية التقويمية، مثل تلك التي قام بها الأستاذ الدكتور محمد اليوسف وزملاؤه حيث قاموا بتطبيق الليزر منخفض الطاقة على ١٥ مريضاً بأعمار من ١٤-٢٣ سنة يُستطب لديهم قلع الضواحك الأولى الأربعة ومن ثم إرجاع الأنياب بشكل لاحق، تم تطبيق أشعة الليزر على الجهة اليمنى بينما خدمت الجهة اليسرى كشاهدة. أظهرت الدراسة أن حركة الأنياب في جهة التجربة كانت أعلى بشكل جوهري من الجهة الشاهدة (Youssef et al., ٢٠٠٨) وكذلك كانت نتائج Genc وزملائه في العام ٢٠١٣ (Genc et al., ٢٠١٣).

٣.٣.٢.١ الطرق الدوائية (الصيدلانية) Pharmacological Methods

عامل النمو البشري Epidermal Growth Factor :

أظهرت الدراسات التي أجريت على الفئران أن حقن عامل النمو البشري يؤدي إلى زيادة أعداد الخلايا الكاسرة للعظم، الأمر الذي يؤدي إلى امتصاص عظمي أسرع وبالتالي حركة سنوية أسرع (Saddi et al., ٢٠٠٨).

تم التعرف على عامل النمو البشري كمشارك في عملية إعادة قولبة العظم وإعادة قولبة ألياف الرباط حول السني خلال الحركة السنوية التقويمية (Kimura et al., ٢٠١٣).

إلا أن الدور المعقد لعامل النمو البشري في الحركة السنوية التقويمية يجب أن يُكتشف بشكل أكبر، حيث أننا بحاجة ملحة لمعلومات أكثر دقة عن فعالية وأمان الحقن من خلال الدراسات على حيوانات التجربة قبل أن نقوم باستخدامه على الإنسان (Almpani and Kantarci, ٢٠١٥).

هرمون جارات الدرق Parathyroid Hormone :

إن هرمون جارات الدرق (PTH) هو الهرمون الرئيسي المنظم لعملية إعادة قولبة العظم كما أنه يضبط توازن الكالسيوم في الدم (Collin et al., ١٩٩٢).

تم دراسة تأثير هرمون جارات الدرق على الحركة السنوية التقويمية في الفئران ولوحظ حدوث فرقٍ جوهريٍّ في معدل الحركة السنوية التقويمية عند حقن هرمون جارات الدرق في جرعات محددة

(Soma et al., ١٩٩٩). إلا أن الارتفاع المزمن في هرمون جارات الدرق يؤدي إلى تغيرات مرضية في العديد من الأعضاء خصوصاً الكلية والعظم لذلك تبقى سلامة المريض العامة عامل قلقٍ عند استخدامه في المعالجة التقويمية (Huang et al., ٢٠١٤).

البروستاغلاندين prostaglandin :

هي مواد دهنية مشابهة للهرمونات في عملها كرسول كيميائية، وتنشأ جميعها من مادة واحدة هي الحمض الدهني المعروف بحمض الأراكيدونيك لتشكل حمضاً كربوكسلياً غير مشبع (Umit Gurton et al., ٢٠٠٤). درس Yamasaki وزملاؤه دور البروستاغلاندين في النسيج حول السنينة، ووجدوا أن زيادة مستويات البروستاغلاندين تؤدي إلى زيادة أعداد الخلايا الكاسرة للعظم، إضافةً إلى زيادة الحركة السنينة التقويمية (Yamasaki et al., ١٩٨٠; Yamasaki et al., ١٩٨٤). كما وجد Seifi وزملاؤه عام ٢٠٠٣ زيادةً في الحركة السنينة التقويمية عندما تم حقن البروستاغلاندين داخل صفاق الفئران (Seifi et al., ٢٠٠٣). وكانت هناك نتائج مشابهة عند التطبيق الجهازي للميزوبرستول (مشتق البروستاغلاندين ١) عند الفئران (Sekhavat et al., ٢٠٠٢).

ذكر Spielmann وزملاؤه في مقالتهم التي هدفت لتقييم تأثير البروستاغلاندين في الحركة السنينة عند ٥ مرضى أن حركة الأسنان في جهة الحقن كانت أكبر بثلاث مرات من الجهة الشاهدة (Spielmann et al., ١٩٨٩). إن أحد أهم التأثيرات الجانبية المرافقة لحقن البروستاغلاندين هو الألم الشديد الناتج عن تحرير بعض العوامل مثل الهيستامين والسيروتينين والبراديكينين من النهايات العصبية محيطياً و مركزياً، إضافةً إلى إمكانية حدوث امتصاص في جذور الأسنان بشكل مرافق للبروستاغلاندين (Seifi et al., ٢٠٠٣).

عمد الباحث عمار بارودي في بحث بإشراف الأستاذ الدكتور قصي المنجد إلى تحريض إفراز البروستاغلاندين موضعياً عند الأرانب عبر حقن الليدوكائين في الرباط حول السنينة للثنتين العلويتين، وقد وجدوا زيادةً في مستويات البروستاغلاندين في عينات اللعاب مما يساهم في سرعة الحركة السنينة التقويمية (بارودي والمنجد، ٢٠١٦).

فيتامين D VitaminD :

إن الشكل الفعال لفيتامين D هو dihydroxycholecalciferol-1,25 ، وقد بين Collins & Sinclair في تجاربهم على السنور (feline) وجود زيادة في معدل الحركة السنوية التقويمية عند الحقن الموضعي لفيتامين D (Collins and Sinclair, ١٩٨٨).

كما وجد Kale وزملاؤه عام ٢٠٠٤ أن حقن الفئران في مجموعة التجربة بفيتامين D قد زاد من سرعة الحركة السنوية بشكل أكبر من المجموعة الشاهدة، كما لاحظوا وجود زيادة في أعداد الخلايا المولدة للعظم، إلا أن نقص الأبحاث السريرية على الإنسان قد حدّ من الاستخدام العالمي لفيتامين D بهدف تسريع الحركة السنوية التقويمية. (Kale et al., ٢٠٠٤)

هرمون التيروكسين Thyroxine Hormone :

يلعب هرمون التيروكسين دوراً أساسياً في الاستقلاب و الانقسام والتمايز الخلوي (Meng et al., ٢٠١١). وقد وُجد في تجارب على الفئران أن حقن التيروكسين يؤدي إلى زيادة معدل إعادة قولبة العظم إضافة إلى تحقيق حركة سنوية أسرع (Shirazi et al., ١٩٩٩) إلا أن استخدام التيروكسين قد يؤدي إلى هشاشة العظام، وبالتالي هناك محاذير كبيرة من استخدامه في المعالجة التقويمية عند الإنسان حيث لاتزال استخداماته محصورة في التجارب على الحيوانات فقط (Bartzela et al., ٢٠٠٩).

الريلاكسين Relaxin:

هو هرمون طبيعي له وظيفته الأساسية المتمثلة في توسيع الحوض أثناء الولادة، وقد ثبت وجوده في البنى القحفية الوجهية مثل دروز الجمجمة (Nicozisis et al., ٢٠٠٠). يؤثر الريلاكسين على العديد من العمليات الفيزيولوجية الأخرى مثل قولبة الكولاجين و تكوين الأوعية الدموية كما يؤثر على الحركة التقويمية للأسنان من خلال إحداث تبدلات في الرباط حول السني (Madan et al., ٢٠٠٧).

في دراسة أجريت على الفئران تحرى Liu وزملاؤه تأثير الحقن الموضعي للريلاكسين في الحركة السنوية التقويمية. بينت النتائج أن للريلاكسين تأثيراً إيجابياً على معدل الحركة السنوية التقويمية (Liu et al., ٢٠٠٥).

قام McGorray وزملاؤه بإجراء تجربة سريرية معشاة على البشر، قارنوا خلالها المجموعة التي تلقت حقن الريلاكسين أسبوعياً بمقدار ٥٠ ميكرو غرام لمدة ٨ أسابيع (مجموعة التجربة) مع تلك التي تلقت حقن البلاسيبو (المجموعة الشاهدة).

بينت النتائج أنه لم يكن هناك فرقٌ جوهريٌّ في الحركة السنوية التقويمية بين المجموعة التي تم حقنها بالريلاكسين والمجموعة الشاهدة، وقد ذكروا أن الجرعات التي تم حقنها من الريلاكسين قد تكون ضئيلة للغاية كي تملك القدرة على التأثير على الحركة السنوية التقويمية . (McGorray et al., ٢٠١٢)

أوستيوكالسين Osteocalcin :

كما هو الحال مع حقن الهرمونات والعوامل الموضعية، تم تأييد الحقن الموضعي للأوستيوكالسين لتسريع الحركة السنوية التقويمية. فقد بيّن كل من Kobayashi وزملائه عام ١٩٩٨ و Hashimoto وزملائه عام ٢٠٠١ وجود زيادة في معدل الحركة السنوية التقويمية بعد الحقن الموضعي للأوستيوكالسين في الفئران (Kobayashi et al., ١٩٩٨; Hashimoto et al., ٢٠٠١).

اعتُقد أن هذا بسبب التمايز الزائد للخلايا الكاسرة للعظم في المرحلة المبكرة من المعالجة التقويمية. إلا أنه نظراً لمحدودية كمية البيانات الموجودة، لا يمكن حالياً تكوين استنتاجات أخرى تتعلق بتأثير الأوستيوكالسين على معدل الحركة السنوية عند الإنسان (Arqub et al., ٢٠٢١).

على الرغم من فعالية استخدام الأدوية والهرمونات في تسريع الحركة السنوية التقويمية إلا أن هناك مخاوف من حدوث آثار جانبية غير مرغوب بها، نظراً لكون تأثيرها لا يقتصر على منطقة السنخ بل قد يمتد إلى خلايا جهازية بعيدة. وحالياً فإن الدراسات المنشورة لا تقدم أدلة كافية لدعم استخدامها. (Parcianello et al., ٢٠٢٢)

المعالجة الجينية (حقن الجين) Gene Therapy :

في هذه التقنية من الممكن أن يتم حقن جين يستهدف مجموعة معينة من الخلايا، مما يسمح بزيادة التعبير الجيني موضعياً. باستخدام هذه الطريقة من الممكن أن نحقن موضعياً العوامل التي تساهم في تسريع الحركة السنوية (Prabhakar et al., ٢٠١١).

من المعروف أن آلية الامتصاص العظمي تتفعل من خلال Receptor Activator of Nuclear factor kappa B Ligand (RANKL) وتقل عن طريق Osteoprotegerin (OPG) الذي يقوم بتنشيط عمل الـ (RANKL) (Udagawa et al., ١٩٩٩).

استناداً إلى هذه المعلومة قام Kanzaki وزملائه بحقن الـ (OPG) في الفئران ولاحظوا أنه قام بتنشيط عمل الـ RANKL مما أدى إلى تنشيط الحركة السنوية التقويمية (Kanzaki et al., ٢٠٠٤) أما عندما قاموا بحقن الـ RANKL موضعياً في النسيج حول السنوية في الفئران أدى ذلك لتسريع الحركة السنوية التقويمية (Kanzaki et al., ٢٠٠٦).

أيضاً تم تأييد المعالجة بالجين من قبل بعض المؤلفين، كخيارٍ أفضل من الجراحة حيث ذكر Iglesias-Linares وزملائه أن حقن الـ RANKL كان طريقةً فعالةً لتقليل الزمن الكلي للمعالجة التقويمية عند المقارنة مع التقشير العظمي (Iglesias-Linares et al., ٢٠١١).

تعتبر المعالجة عن طريق حقن الجين تقنيةً جديدةً وواعدةً، حيث أنها تقدم طريقةً حديثةً من أجل استهداف نسيجٍ محددة، والتي بدورها يمكن أن تعزز نشاط الخلايا الكاسرة للعظم مما يؤدي إلى تسريع المعالجة التقويمية. إلا أن هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات من أجل تحديد جميع العوامل البيولوجية المعنية، لكي تكون في وضع يسمح لها بالتحكم الكامل في نتيجة هذا النوع من العلاج. هذه خطوة أساسية لتحديد سلامة وفعالية العلاج الجيني عند البشر (Atsawasuwan and Shirazi, ٢٠١٨).

الصفائح الدموية Blood Platelets:

تقترح الدراسات الحديثة أن الصفائح الدموية يمكن أن تلعب دوراً مهماً في ترميم النسيج، وفي إعادة التشكل الوعائي، إضافةً إلى أن لها دوراً في الالتهاب والاستجابة المناعية، عن طريق عوامل النمو والسيتوكينات الموجودة ضمنها (Gaßling et al., ٢٠٠٩)، جذبت هذه الخصائص الاهتمام من أجل استخدامها في تسريع الحركة السنوية التقويمية، وذلك عن طريق حقن تراكيز عالية من الصفائح موضعياً في النسيج المستهدفة. حيث أظهرت عدة دراسات قدرة تراكيز الصفائح الذاتية على تسريع الحركة السنوية التقويمية وهو ما سنتحدث عنه لاحقاً (Erdur et al., ٢٠٢٢; Angel et al., ٢٠٢١).

٣.١ تراكيز الصفائح الذاتية Autologous Platelet Concentrates:

تم اكتشاف الصفائح الدموية في القرن التاسع عشر من قبل Bizzozero، وتعتبر الصفائح ثاني أكثر الكريات الموجودة في الدم عدداً إذ يتراوح عددها من ١٥٠٠٠٠٠ - ٤٥٠٠٠٠٠ صفيحة في كل مم^٣ من الدم، تنشأ الصفائح الدموية من خلايا سلف موجودة في نقي العظام تدعى ميغاكاريوسايت (الخلية النواة) وتتراوح فترة حياتها من ٨-١٠ أيام (Hartwig, ٢٠٠٦).

تكون الصفائح بالحالة الطبيعية غير مفعلة، وعلى شكل أقراص ثنائية التحبب تشبه العدسة بأبعاد ٢-٤ نانومتر، وعلى الرغم من أن الصفائح لا تملك نواة بداخلها إلا أنها نشيطة من الناحية الاستقلابية (Foster et al., ٢٠٠٩).

تلعب الصفائح الدموية البشرية دوراً هاماً في التئام الجروح من خلال تنشيط الجزيئات الحيوية المختلفة الموجودة ضمنها، حيث تحتوي كل صفيحة على ٥٠-٨٠ حبيبة إفرازية، ولهذه الحبيبات ثلاث أنماط هي الجسيمات الحالة و الحبيبات الكثيفة و حبيبات ألفا (Hartwig, ٢٠٠٦).

تحتوي الجسيمات الحالة على العديد من الأنزيمات الهاضمة، بينما تحتوي الحبيبات الكثيفة على الأدينوزين ثنائي الفوسفات ADP والكالسيوم والسيروتونين (Koseoglu and Flaumenhaft, ٢٠١٣).

تعتبر حبيبات ألفا الحبيبات الأكثر أهمية، وهي تشكل ١٥% من الحجم الكلي للصفحة وتحتوي على العديد من أنواع البوتينات ومنها الفبرينوجين Fibrinogen والفبرونكتين Fibronectin و الثرومبوسبوندين Thrombospondin إضافةً إلى عوامل النمو، إلا أن عوامل النمو توجد بداخلها بشكل غير كامل وغير فعال حيويًا (Dohan et al., ٢٠٠٦b; Koseoglu and Flaumenhaft, ٢٠١٣)

١.٣.١ عوامل النمو الموجودة ضمن الصفائح **Platelet growth factors**:

تلعب عوامل النمو دوراً مهماً في الحوادث الخلوية مثل الانقسام و التمايز و الانجذاب الكيميائي، حيث ترتبط مع مستقبلات متوافقة معها تتواجد على سطح غشاء الخلايا الهدف (Andrae et al., ٢٠٠٨).

يؤدي ارتباط عوامل النمو مع هذه المستقبلات إلى إطلاق سلسلة من الأحداث الخلوية التي تنتهي بتفعيل تسلسل جيني محدد من أجل وظيفة خلوية محددة مثل الانقسام أو تصنيع الكولاجين (Rodrigues et al., ٢٠١٢).

تتوضع عوامل النمو الموجودة ضمن الصفائح في حبيبات ألفا كما أسلفنا ومن أهمها:
(Andrae et al., ٢٠٠٨)

- ١- عامل النمو المشتق من الصفائح (PDGF) Platelet-derived growth factor
- ٢- عامل النمو البطاني الوعائي (VEGF) Vascular-endothelial growth factor
- ٣- عامل النمو المحول (TGF) Transforming growth factor
- ٤- عامل النمو البشري (EGF) Endothelial growth factor
- ٥- عامل النمو المشبه بالأنسولين (IGF-١) Insulin-like growth factor-١.

عامل النمو المشتق من الصفائح **Platelet-derived growth factor PDGF**:

هو أول عامل نمو يُحرر في الجرح، يؤثر عامل النمو هذا على عملية الشفاء من خلال تشكيل أوعية دموية جديدة و تحفيز الانقسام الخيطي كما يقوم أيضاً بتحفيز البالعات الكبيرة، إضافةً إلى أن له دوراً في الجذب الكيميائي للخلايا المولدة للليف وحثها على التكاثر و إنتاج الكولاجين، عدا عن كونه يحفز امتصاص العظم عبر زيادة عدد الخلايا الكاسرة للعظم (Marx, ٢٠٠١).

عامل النمو البطاني الوعائي **Vascular-endothelial growth factor (VEGF)**:

يلعب هذا العامل دوراً أساسياً في تشكيل أوعية دموية جديدة من خلال تأثيره على الخلايا البطانية حيث يُحرض على تصنيع الغشاء القاعدي لبطانة الأوعية الدموية (Marx, ٢٠٠١).

عامل النمو المحول (TGF) Transforming growth factor:

يوجد بعدة أشكال $TGF\beta_1$ - $TGF\beta_2$ - $TGF\beta_3$ ، يتمتع هذا العامل بخاصية الجذب الكيميائي وتنشيط الانقسام الخيطي للخلايا الطليعة للخلايا المولدة للعظم. كما يعزز تكاثر الخلايا المولدة للليف من أجل تركيب الكولاجين، ويحث على إنتاج المادة الأساسية خارج الخلية (Arora et al., ٢٠٠٩).

عامل النمو البشري (EGF) Endothelial growth factor:

يساهم هذا العامل في عملية شفاء الجروح من خلال تحريضه على تكاثر الخلايا القاعدية للجلد والغشاء المخاطي، كما أن له دوراً في إنتاج عوامل النمو الأخرى (Mani and Toshniwal, ٢٠١٩).

عامل النمو المشبه بالأنسولين (IGF) Insulin-like growth factor:

هو هرمون مماثل في التركيب الجزيئي للأنسولين، يتمتع هذا العامل بخاصية الجذب الكيميائي لخلايا الرباط حول السني، كما يعزز تشكيل العظم من خلال تكاثر وتمايز الخلايا المولدة للعظم (Marx, ٢٠٠١).

إضافةً إلى عوامل النمو، يمكن للصفائح أن تحرر مركبات جزيئية منخفضة الوزن قابلة للانتشار، وكمية كبيرة من الجزيئات الدقيقة micro-particles والتي تحمل البروتينات مثل الانترلوكين-١ (Interleukin-١) أو الثرومبوبلاستين (٢٠٠٧, El- Sharkawy et al.).

جذبت هذه الخصائص المميزة للصفائح الدموية الباحثين لاستكشاف تراكيز الصفائح الدموية كمواد مساهمة في تجديد الأنسجة في الطب وطب الأسنان، حيث تم إجراء دراسات عديدة خلصت إلى تصنيف تراكيز الصفائح الدموية إلى قسمين أساسيين هما:

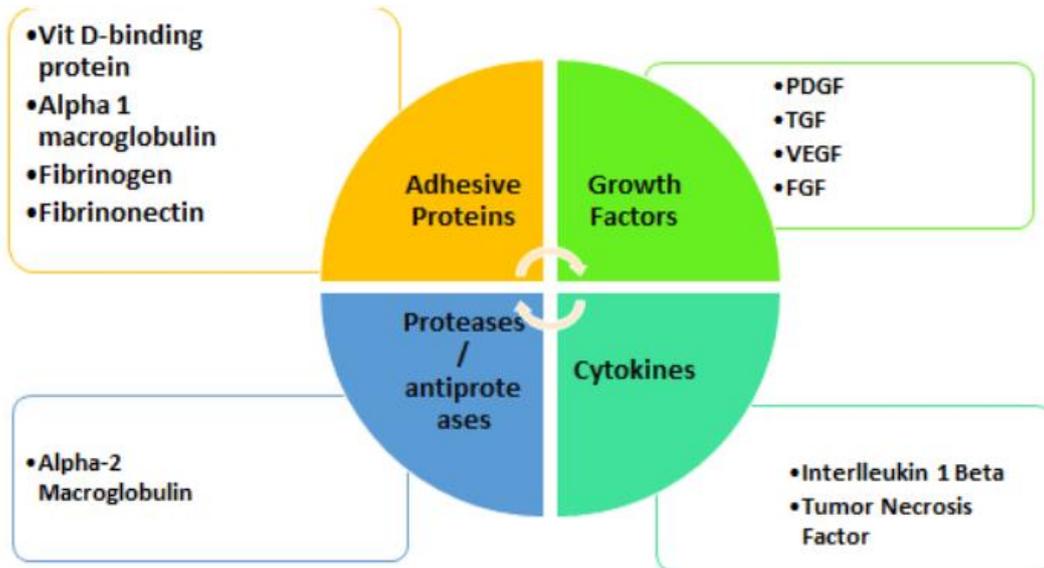
البلازما الغنية بالصفائح (PRP) والفبرين الغني بالصفائح (PRF) (Araki et al., ٢٠١٢; Ehrenfest et al., ٢٠١٤)

٤.١ البلازما الغنية بالصفائح : Platelet Rich Plasma

تُعرّف البلازما الغنية بالصفائح أنها تركيز ذاتي من الصفائح الدموية في كمية قليلة من البلازما، حيث يحتوي الدم المحيطي على ٩٤% كريات دم حمراء و ٥% صفائح و ١% كريات بيضاء، بينما تحتوي البلازما الغنية بالصفائح على ٥% كريات دم حمراء و ١% كريات دم بيضاء و ٩٤% صفائح (Arora et al., ٢٠٠٩).

لقد بدأ مصطلح ومفهوم "البلازما الغنية بالصفائح" في مجال علم الدمويات في أواخر السبعينات من القرن الماضي، حيث أطلق العلماء وصف "البلازما الغنية بالصفائح" على البلازما التي تحتوي على عددٍ من الصفائح الدموية أكبر من العدد الموجود في الدم المحيطي وذلك عند مقارنة نفس الحجم بينهما، وقد بدأ استخدامها أولاً لعلاج المرضى الذين يعانون من مرض نقص الصفائح "Thrombocytopenia" (Anitua et al., ٢٠٠٤).

يساهم المحتوى المركز من الصفائح الدموية في إحداث استجابة خلوية أولية أكبر وأسرع من العلة الدموية العادية ، كما يسمح للبلازما الغنية بالصفائح بأن تلعب دوراً في الآلية المناعية في منطقة الأذية بسبب قدرة عوامل النمو والسيتوكينات الموجودة فيها على جذب الخلايا المناعية (الشكل ١-١٤) (Marx, ٢٠٠١; Mani and Toshniwal, ٢٠١٩).



الشكل ١-١٤: محتويات البلازما الغنية بالصفائح (Mani and Toshniwal, ٢٠١٩)

حيث أنه إضافةً إلى عوامل النمو، تُعتبر البلازما الغنية بالصفائح مصدراً غنياً للسيتوكينات الالتهابية التي تلعب دوراً محورياً في الإشارات "الخلوية-الخلوية" ضمن العظم و تتواسط التجدد العظمي المحرض بالقوى الميكانيكية كالقوى التقويمية (Teixeira et al., ٢٠١٠; Wadhwa et al., ٢٠٠٢)

ومن أهم هذه السيتوكينات :

- **عامل نخر الورم α (TNF α)** : يعمل هذا السيتوكين على تنشيط الخلايا وحيدات النوى وزيادة البلعمة والسمية الخلوية للعدلات كما يحفز تجدد الخلايا المولدة للليف، إضافة إلى أنه يحفز عمل كاسرات العظم (Steeve et al., ٢٠٠٤)
- **إنترلوكين-١ (IL-١)** : من أشهر وسائط التحكم بالالتهاب فهو يحفز نشاط الخلايا للمفاوية التائية المساعدة T-helper lymphocytes كما يشارك مع عامل نخر الورم α (TNF α) في تنشيط الخلايا الكاسرة للعظم (Steeve et al., ٢٠٠٤) .
- **إنترلوكين-٤ (IL-٤)** : يَحْتُ على تمايز الخلايا التائية المُساعدة غير البالغة إلى خلايا تائية مُساعدة. كما يعمل على تحفيز الخلايا المولدة للليف من أجل زيادة تركيب الكولاجين، إضافةً إلى دوره في انتشار وتمايز الخلايا البائية النشيطة (Agrawal and Agrawal, ٢٠١٤)
- **إنترلوكين-٦ (IL-٦)** : يساهم هذا السيتوكين في تنشيط اللمفاويات التائية، كما يساهم في عملية تمايز اللمفاويات البائية، إضافةً إلى دوره في تحفيز تشكيل الخلايا الكاسرة للعظم وبالتالي امتصاص العظم (Steeve et al., ٢٠٠٤).
- **إنترلوكين-١ β (IL-١ β)** : يحفز بشكل مباشر عمل الخلايا الكاسرة للعظم وبالتالي فإن له دوراً في امتصاص العظم، كما كشفت الدراسات أن مستوياته تزداد بشكل جوهري كاستجابة للقوة المطبقة حيث تصل مستوياته إلى ذروتها بعد ٢٤ ساعة من تطبيق القوة التقويمية ومن ثم تعود إلى مستوياتها الطبيعية بعد ٧ أيام (Agrawal and Agrawal, ٢٠١٤)

١.٤.١ آلية عمل البلازما الغنية بالصفائح الدموية Mechanism of Action :

تعتمد خصائص البلازما الغنية بالصفائح على إنتاج و تحرير عوامل نمو متميزة ومضاعفة عند تفعيل الصفائح، وتعد هذه العوامل حاسمة في تنظيم و تحفيز عملية الشفاء و تلعب دوراً مهماً في عملية التنظيم الخلوي مثل الانقسام و الانجذاب الكيميائي و التمايز و الاستقلاب (Heldin and Westermark, ١٩٩٠).

تحفز عوامل النمو والجزيئات الحيوية النشطة الموجودة ضمن البلازما الغنية بالصفائح أربعة أفعال رئيسية في منطقة الحقن، وهي التكاثر والهجرة والتمايز الخلوي وتوليد أوعية دموية جديدة (Alves and Grimalt, ٢٠١٨).

يبدأ إفراز عوامل النمو الموجودة ضمن الصفائح خلال ١٠ دقائق من حقن البلازما الغنية بالصفائح، و يفرز أكثر من ٩٥% منها خلال ساعة. بعد الإفراز الأولي لعوامل النمو المرتبطة بالبلازما الغنية بالصفائح تقوم الصفائح بتكوين و إفراز عوامل نمو إضافية خلال دورة حياتها المتبقية (Wroblewski et al., ٢٠١٠).

أظهرت الدراسات الحديثة أن هناك مستقبلات نوعية لعوامل النمو المحتواة في البلازما الغنية بالصفائح على أغشية الخلايا الجذعية و الخلايا الميزانشيمية و الخلايا البانية للعظم و الخلايا المولدة للليف والخلايا البطانية و الخلايا البشرية. تتفاعل هذه العوامل مع المستقبلات السطحية على الخلايا الهدف مما يؤدي إلى تفعيل أحداث داخل خلوية تنتهي بتحفيز إنتاج البروتينات الضرورية لعملية إعادة التجدد مثل التكاثر الخلوي و تشكيل القالب والتعظم و تصنيع الكولاجين مما يساهم في شفاء النسيج الرخوة و التجدد العظمي. (Alves and Grimalt, ٢٠١٨).

تحوي البلازما الغنية بالصفائح أيضاً على بروتينات مثل الفبرين والفبرونكتين والفيترونكتين والثرومبوسبوندين وهي معروفة بدورها كجزيئات رابطة خلوية هامة تلعب دوراً في هجرة الخلايا البشرية و الضامة (McRedmond et al., ٢٠٠٤).

٢.٤.١ تركيز الصفائح المطلوب : Required Platelet Concentration

قام Weibrich و زملاؤه بفحص تراكيز الصفائح الدموية ضمن البلازما الغنية بالصفائح عند مجموعة من المرضى، واكتشفوا أن تركيز الصفائح في البلازما الغنية بالصفائح مرتبط بالعدد الأولي للصفائح في دم المريض (Weibrich et al., ٢٠٠٤).

وصف Hall و زملاؤه البلازما الغنية بالصفائح الدموية بأنها تلك التي تحوي ضعفين إلى ثمانية أضعاف من العدد الأولي للصفائح الدموية في الدم (Hall et al., ٢٠٠٩)، بينما ذكر Alsousou و زملاؤه أن تركيزاً بمقدار خمسة أضعاف العدد الأولي هو تعريف عملي للبلازما الغنية بالصفائح (Alsousou et al., ٢٠٠٩).

اعتبر Anitua أن الحصول على تركيز يبلغ ضعف العدد الأولي الموجود عند المريض يُعتبر كافياً (Anitua et al., ٢٠٠٤). أما Marx و زملاؤه فقد ذكروا أن ما لا يقل عن مليون صفيحة في كل ١ مم^٣ من البلازما سيكون مرافقاً لدور فعال للبلازما الغنية بالصفائح في تعزيز الشفاء (Marx, ٢٠٠١).

في المقابل أظهرت دراسة Choi و زملاؤه أن قابلية الحياة *viability* وتكاثر الخلايا العظمية السنخية مرتبطين مع تراكيز الصفائح الدموية، حيث أظهرت الخلايا زيادة جوهرية في قابلية الحياة و التكاثر في التراكيز المنخفضة من الصفائح (١١٠٠٠٠ صفيحة/مم^٣ و ٥٥٠٠٠٠ صفيحة /مم^٣) بينما أدى استخدام تراكيز أعلى من الصفائح (١١٠٠٠٠٠ صفيحة/مم^٣ و ٢٢٠٠٠٠٠ صفيحة /مم^٣) إلى نقصان في قابلية الحياة والتكاثر للخلايا، بينما أظهر التركيز المرتفع (١١٠٠٠٠٠٠ صفيحة /مم^٣) سُمية واضحة للخلايا (Choi et al., ٢٠٠٥).

تدعم هذه التقارير وجهة النظر القائلة أن الاختلافات في تركيز البلازما الغنية بالصفائح ممكن أن تؤثر على إعادة قولبة العظم (Han et al., ٢٠٠٧; Moraschini and Barboza, ٢٠١٥)

٣.٤.١ الحصول على البلازما الغنية بالصفائح :Preparing of PRP

١.٣.٤.١ كمية الدم المطلوب سحبها :Required blood

تختلف كمية الدم التي يتم سحبها بحسب كمية البلازما الغنية بالصفائح المراد الحصول عليها. تنص القاعدة الأساسية للفيزياء أنه إذا قمنا بتقليل حجم الدم إلى النصف مع المحافظة على ١٠٠٪ من الصفائح الدموية الموجودة في الحجم الأساسي، فإنه يمكننا زيادة تركيز الصفائح الدموية إلى الضعف. إلا أنه لا يمكن المحافظة على ١٠٠٪ من الصفائح الدموية وأن قسماً منها سنخسره أثناء إجراءات التحضير (Dashore et al., ٢٠٢١a).

تتراوح نسبة الصفائح التي يمكن المحافظة عليها بين ٥٠-٨٠٪ وبالتالي يمكن استخدام ٢٠ مل من الدم للحصول على ٣-٥ مل من البلازما الغنية بالصفائح اعتماداً على العدد الأولي للصفائح في الدم (Dhurat and Sukesh, ٢٠١٤).

أما بالنسبة لقطر الإبرة المستخدم لسحب الدم فقد كان المنصوح به سابقاً أن يتم استخدام إبرة ذات تجويف واسع عند سحب الدم لإعداد البلازما الغنية بالصفائح، و أن يكون قطر الإبرة ٢١G أو أكبر (Mani et al. ٢٠٠٤). إلا أن Lippi وزملاءه لم يجدوا فرقاً جوهرياً في عدد الصفائح الدموية عند استخدام إبر بأقطار أصغر (٢٣G و ٢٥G). (Lippi et al., ٢٠٠٦)

٢.٣.٤.١ مضاد التخثر Anticoagulant:

يعدّ اختيار مضاد التخثر الصحيح خطوة حاسمة في تحضير البلازما الغنية بالصفائح، وإن مضادات التخثر الأكثر شيوعاً في تحضير مكونات الدم لمختلف الأغراض هي (Kaiser et al. ٢٠١٢):

- الهيبارين
- الـ (EDTA) Ethylene diamine tetraacetic acid
- سترات الديكستروز الحمضية (ACD-A)
- سترات الصوديوم الثلاثية (TSC) ٣.٢ أو ٣.٨%

لا يُنصح باستخدام الهيبارين نظراً لتأثيراته الجهازية إضافةً إلى كونه يحفز امتصاص العظم السنخي. بينما تسبب الـ EDTA تلف غشاء الصفائح الدموية وبالتالي لا يُنصح باستخدامها في تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية (Kaiser et al., ٢٠١٢).

تملك ستراتُ الدِكْستروزِ الحَمْضِيَّةِ (ACD-A) درجة حموضة أعلى (PH أقل) وتركيز شوارد كالسيوم خارج الخلية أقل من سترات الصوديوم الثلاثية (TSC)، تمنع هذه البيئة بشكل فعال تكس الصفائح (Kaiser et al., ٢٠١٢).

قارن Lei وزملاؤه أنواعاً متعددة من مضادات التخثر المستخدمة في تحضير البلازما الغنية بالصفائح. فوجدوا أن ستراتُ الدِكْستروزِ الحَمْضِيَّةِ (ACD-A) متفوقة على سترات الصوديوم الثلاثية والهيبارين في الحفاظ على سلامة غشاء الصفائح الدموية ومنع التنشيط غير المقصود للصفائح الدموية أثناء التثليل، و أنه عند تنشيط الصفائح، فإن البلازما الغنية بالصفائح التي تم إنتاجها باستخدام ستراتُ الدِكْستروزِ الحَمْضِيَّةِ (ACD-A) أطلقت عدداً أكبر بكثير من عامل النمو المحول بيتا-١ (TGF- β ١) وحفزت تكاثراً أكثر للخلايا مقارنةً بالهيبارين و سترات الصوديوم الثلاثية (TSC) (Lei et al., ٢٠٠٩).

بينما وجد Amaral وزملاؤه في دراستهم أن سترات الصوديوم الثلاثية (TSC) هو أفضل مضاد للتخثر من حيث بقاء الصفائح الدموية وسلامة غشاء الصفائح الدموية. كما وجدوا أيضاً إفراراً أعلى من عامل النمو المحول بيتا-١ (TGF- β ١) من البلازما الغنية بالصفائح التي تم إنتاجها باستخدام سترات الصوديوم الثلاثية (TSC) مقارنةً بستراتُ الدِكْستروزِ الحَمْضِيَّةِ (ACD-A) (Amaral et al., ٢٠١٦).

على كل حال هناك اتفاق بين الدراسات أن ستراتُ الدِكْستروزِ الحَمْضِيَّةِ (ACD-A) و TSC مضادات تخثر مقبولةً لتحضير البلازما الغنية بالصفائح (Dashore et al., ٢٠٢١a).

٣.٣.٤.١ آليّة التحضير : Prepartion Method

تتميز الخطوات السريرية للحصول على البلازما الغنية بالصفائح أنها منخفضة المخاطر فنظراً لكون دم المريض نفسه هو الذي يستخدم فلا يخشى من حدوث حساسية أو أي رد فعل مناعي.

وتقتصر المخاطر على إمكانية حدوث إنتانٍ موضعيّ في مكان سحب الدم أو مكان الحقن وهو أمر نادر جداً (Singh et al., ٢٠١٨).

هناك طرق عديدة لإعداد البلازما الغنية بالصفائح الدموية، تعتمد جميعها في المقام الأول على مبدأ الطرد المركزي، حيث أنه عند تثقيل الدم تترسب الجزيئات الموجودة ضمنه تحت تأثير القوة النابذة بشكل متناسب مع قطرها و وزنها الجزيئي وذلك وفق مبدأ فيزيائي يدعى " قانون ستوكس". و تسمح هذه الظاهرة ببقاء الصفائح معلقة في البلازما بينما تترسب الكريات الحمراء ذات الوزن الجزيئي الأعلى في أسفل الأنبوب (Mazzocca et al., ٢٠١٢).

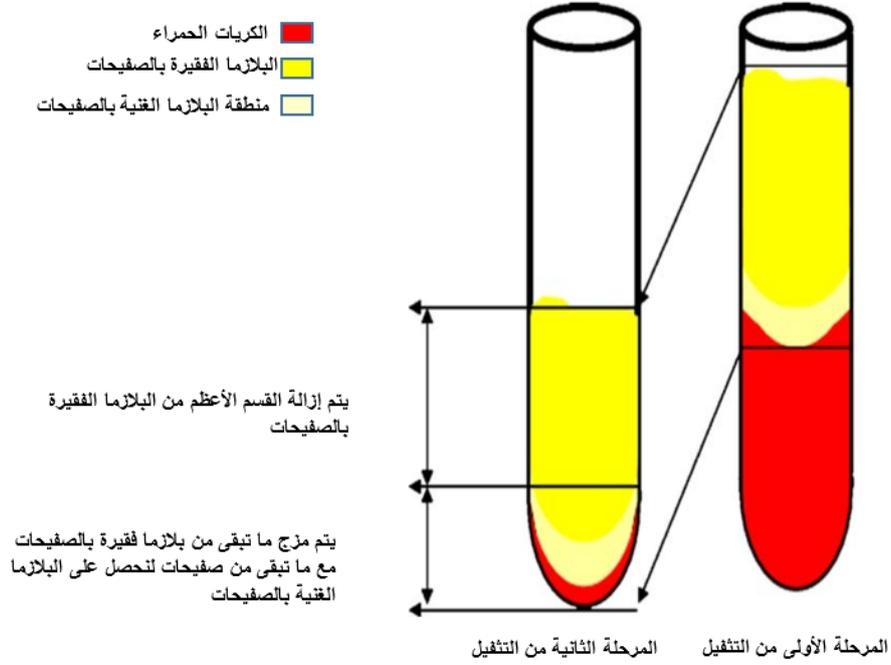
الطريقة المفتوحة Open Technique:

تُعتبر هذه الطريقة هي الطريقة القياسية لتحضير البلازما الغنية بالصفائح بحسب الدليل الفني للجمعية الأمريكية لبنوك الدم (Sweeny and Grossman, ٢٠٠٢)، وتشمل تثقيل الدم على مرحلتين لتحضير البلازما الغنية بالصفائح (الشكل ١-١٥). حيث يتم سحب كمية من الدم من المريض ثم توضع في أنابيب تحوي مانع تخثر (عادةً ACD-A أو TSC) لتجنب تفعيل الصفائح و حدوث التخثر (Dohan et al., ٢٠٠٦a).

بحسب liou يتم وضع الأنابيب في المثقلة لمرة أولى بسرعة ١٠٠٠ دورة بالدقيقة لمدة ١٢ دقيقة في درجة حرارة الغرفة، مما يؤدي إلى فصل الدم الموجود في الأنبوب إلى ثلاث طبقات:

- طبقة كريات الدم الحمراء: تترسب في أسفل الأنبوب وتشكل ٥٥% من الحجم الكلي.
- طبقة غنية بالصفائح: في المنتصف حيث توجد التراكيز الأعلى من الصفائح، وتشكل ٥% من الحجم الكلي، شهباء اللون لذلك سميت الطبقة الشهباء (buffy coat) تشكل هذه الطبقة الجزء الأساسي مما سيدعى لاحقاً البلازما الغنية بالصفائح.
- طبقة البلازما الفقيرة بالصفائح: تتواجد في أعلى الأنبوب وهي مكونة بشكل أساسي من جزيئات بلازمية منتشرة (خصوصاً الفبرينوجين) وفقيرة بالصفائح، وتشكل ٤٠% من الحجم الكلي (Liou, ٢٠١٦).

يتم استبعاد معظم كريات الدم الحمراء عن طريق سحب البلازما الفقيرة بالصفائح (الطبقة العلوية) والطبقة الغنية بالصفائح (الطبقة المتوسطة) وبعض الكريات الحمراء (التي يتم سحبها خلال سحب آخر الطبقة المتوسطة) وذلك باستخدام سرنج معقم ونقلهم إلى أنابيب أخرى (لا تحوي مادة مانعة للتخثر) ليتم تثقيفها مرة أخرى بسرعة ٣٠٠٠ دورة في الدقيقة لمدة ٨ دقائق. بعد التثقيف الثاني تبقى بعض كريات الدم الحمراء عالقة في أسفل الأنبوب، بينما تشكل البلازما الفقيرة بالصفائح ٨٠% من الحجم وبين الطبقتين نجد البلازما الغنية بالصفائح، يتم سحب كمية البلازما الغنية بالصفائح دون تأخير (لأن الصفائح سوف تنتشر ببطء إلى منطقة البلازما الفقيرة بالصفائح مما يقلل من تركيزها) مع كمية من البلازما الفقيرة بالصفائح (حوالي ٤ مل) ويمزجان معاً بهدوء لنحصل على البلازما الغنية بالصفائح (Liou, ٢٠١٦).



الشكل ١-١٥: طريقة تثقيف الدم على مرحلتين للحصول على بلازما غنية بالصفائح (Dohan et al., ٢٠٠٦a).

في طريقة التحضير هذه تكون البلازما الغنية بالصفائح حاوية على مانع تخثر وكريات دم بيضاء و تراكيز عالية من الصفائح و القليل جداً من كريات الدم الحمراء ويجب أن يتم حقنها ضمن مدة قصيرة بعد التحضير (Mussbacher et al., ٢٠١٧).

تعتبر الطريقة المفتوحة هي الطريقة المفضلة نظراً لتكلفتها المنخفضة والعدد الجيد من الصفائح الدموية الذي تنتجه، إلا أن أحد سلبياتها هو خطر حدوث تلوث أثناء نقل مشتقات

الدم من أنبوبٍ إلى آخر، ويمكن التقليل من ذلك عن طريق تحضير البلازما الغنية بالصفائح باستخدام جميع احتياطات العقمة اللازمة (Kramer and Keane, ٢٠١٨).

الطريقة المغلقة Closed Technique:

يتضمن هذا النظام استخدام مجموعات تجارية مقترنة في الغالب بمثابة تكميلية، لا تتعرض الصفائح الدموية إلى الوسط الخارجي بعد عملية جمع الدم في هذه الطريقة، نظراً لعدم نقل البلازما من أنبوبٍ إلى آخر (Alves and Grimalt, ٢٠١٨). يتم تسويق معظم هذه المجموعات باستخدام "مصات" تفيد بأنها حاصلة على موافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، إلا أنه من المهم معرفة أن هذه الموافقات مخصصة ببساطة لسلامة الجهاز وليست دليلاً على فعالية الطريقة (Magalon et al., ٢٠١٦).

من أكثر التقنيات شيوعاً لتحضير البلازما الغنية بالصفائح بالطريقة المغلقة هي تقنية فصل الهلام. يتم في هذه الطريقة تثقيب الدم على مرحلة واحدة، حيث يحتوي أنبوب جمع الدم في هذه المجموعات على ١-٢ مل من هلام بوليمري متغير الانسيابية، يملك جاذبية نوعية كبيرة للصفائح الدموية وجاذبية منخفضة لكريات الدم الحمراء و البيضاء. عند التثقيب يستقر الهلام بين الصفائح الدموية الموجودة ضمن البلازما (Ayatollahi et al., ٢٠١٧).

هذه المجموعات سهلة الاستخدام، إلا أن هناك جدلاً مرتبطاً بعدد الصفائح الدموية التي من الممكن الحصول عليها في هذه التقنية، حيث أظهرت العديد من الدراسات انخفاضاً في تركيز الصفائح الدموية ضمن البلازما الغنية بالصفائح المنتجة باستخدام هذه المجموعات بنسبة ٣٠% عن الطريقة المفتوحة، كما أنها مصحوبة بإطلاقٍ أقل لعوامل النمو (Gupta et al., ٢٠٢٠).

٤.٤.١ تنشيط البلازما الغنية بالصفائح Activation of PRP:

يشير مصطلح تنشيط أو تفعيل البلازما الغنية بالصفائح في المقام الأول إلى اثنتين من العمليات:

الأولى: هي إطلاق عوامل النمو من الصفائح الدموية بعد حقنها.

الثانية: هي انقسام الفبرينوجين لتشكيل المصفوفة الفبرينية. وهذه العملية تحول البلازما السائلة إلى هلام (Landesberg et al., ٢٠٠٥).

يتم ذلك عادةً عبر مزج البلازما الغنية بالصفائح مع الثرومبين أو كلوريد الكالسيوم أو مزيج من الثرومبين وكلوريد الكالسيوم أو الكولاجين من النمط الأول (Textor and Tablin, ٢٠١٢).

درس Cavallo وزملائه إطلاق عوامل النمو من الصفائح الدموية عند استخدام منشطاتٍ مختلفة. فوجدوا أن التنشيط باستخدام الكولاجين من النوع الأول هو الطريقة التي تؤدي إلى تفعيلٍ بطيءٍ لعوامل النمو، أما بقية الطرق فإنها تؤدي إلى تنشيطٍ مفاجئٍ وإطلاقٍ سريعٍ لجميع عوامل النمو (Cavallo et al., ٢٠١٦).

عندما يتم استخدام البلازما الغنية بالصفائح لعلاج الأنسجة الصلبة مثل كسور العظام، فإن تنشيط البلازما الغنية بالصفائح أمر لا بد منه. ولكن عندما يتم حقن البلازما الغنية بالصفائح في الأنسجة الرخوة، فإنها لا تحتاج إلى تنشيط لأن الكولاجين من النمط الأول الموجود في النسيج يعمل كمنشطٍ طبيعيٍّ (Cervantes et al., ٢٠١٨).

٥.٤.١ مضادات استقلاب استخدام البلازما الغنية بالصفائح:

Contraindications of PRP:

تشمل مضادات استخدام البلازما الغنية بالصفائح الحالات المرضية التي تؤثر على الصفائح الدموية وعددها وفي تجرثم الدم Septicemia وفقر الدم Anemia وفي الحمل (Matteo et al., ٢٠١٤).

٦.٤.١ استخدامات البلازما الغنية بالصفائح في طب الأسنان:

Usage of PRP in Dentistry :

تم تقديم البلازما الغنية بالصفائح بالأدب الطبي السني لأول مرة في العام ١٩٩٨ من قبل Robert Marx وزملائه عندما تم استخدامها في الطعوم العظمية الذاتية لإعادة بناء الفك السفلي، حيث أفادت تقارير سريرية أن إضافة البلازما الغنية بالصفائح إلى الطعوم العظمية قد أدى إلى كثافة عظمية أعلى من استخدام الطعوم العظمية لوحدها (Marx et al., ١٩٩٨).

تم التركيز أيضاً على استخدام البلازما الغنية بالصفائح في زراعة الأسنان وتراوح استخدامها من تعزيز الاندماج العظمي إلى زيادة ارتفاع العظم السنخي في عمليات رفع الجيب الفكي (Attia et al., ٢٠٢٠).

في الجراحة الفكية بينت البلازما الغنية بالصفائح أنها مساعدة في شفاء العظم السنخي بعد قلع الأرحاء الثالثة المنطمة كما حققت نتائج واعدة في تخفيف الألم عند استخدامها في علاج اضطرابات المفصل الفكي الصدغي (Simonpieri et al., ٢٠١٢).

في النسيج حول السنينة بينت البلازما الغنية بالصفائح أنها تسرع عملية شفاء الجروح بعد العمليات حول السنينة وبالتالي تختصر من وقت العلاج إضافةً إلى أنها تُساعد في التخفيف من العيوب العظمية حول السنينة (Mlachkova et al., ٢٠٢١).

يتضمن تطبيق البلازما الغنية بالصفائح في تقويم الأسنان والفكين استخدامها من أجل التسريع المحتمل للحركة السنينة التقويمية، إضافةً إلى إمكانية استخدامها لتسريع شفاء الجروح وتقليل الألم بعد العمل الجراحي عند المرضى الذين يخضعون للتسريع الجراحي وكذلك في تحفيز شفاء العظم عند مرضى شقوق الشفة وقبة الحنك (El- Anwar et al., ٢٠١٦; Angel et al., ٢٠٢٢).

في معظم اختصاصات طب الأسنان يتم تنشيط البلازما الغنية بالصفائح عن طريق مزجها عادةً بكلور الكالسيوم أو الثرومبين من أجل تحويلها إلى هلامٍ و لتنشيط عوامل النمو ومن ثم تُطبق في المنطقة التي نريدها (Xu et al., ٢٠٢٠)، إلا أن البعض قد اعتبر أن هذا الإجراء غير مناسب في تقويم الأسنان والفكين نظراً لأن التحرير الكبير لعوامل النمو معاً عند التنشيط سيؤدي إلى نتائج قصيرة الأمد غير مفضلة في المعالجة التقويمية، كما أن الشكل السائل من البلازما الغنية بالصفائح هو الشكل الأنسب بالنسبة لأخصائيي التقويم بحيث يسهل حقنها (Liou, ٢٠١٦).

٧.٤.١ البلازما الغنية بالصفائح والحركة السنينة التقويمية PRP and OTM:

لا تحتوي البلازما الغنية بالصفائح على عوامل النمو فحسب ولكنها تحتوي أيضاً على سيتوكينات و بروتينات لصاقة وبروتينات و مضاد البروتينات إضافةً إلى الكريات البيضاء ولأن

الحركة السنوية عبارة عن عملية التهايبية فإن وجود الكريات البيضاء ضمن البلازما الغنية بالصفائح قد يكون مسؤولاً عن تسريع الحركة السنوية التقييمية وكذلك السيتوكينات كالإنترلوكينات التي تلعب دوراً في تنظيم الاستجابة المناعية أثناء إعادة قولبة العظم خلال الحركة السنوية مما يؤدي إلى تسريع الحركة السنوية التقييمية (Li et al., ٢٠٢١).

تم تقفي تأثير البلازما الغنية بالصفائح على الحركة السنوية التقييمية من قبل Rashid وزملائه في دراسة على ستة كلاب بالغة هيكلياً، حيث تم قلع الضواحك الثانية العلوية عند كل كلب، ثم تم تحضير البلازما الغنية بالصفائح وحقنها حول الضاحك الأول في أحد نصفي الفك بينما اعتُبر الجانب المقابل شاهداً. تم استخدام نوابض إرجاع بقوة ١٥٠ غ لمدة ٦٣ يوماً لإرجاع الضاحك الأول باستخدام الزُريعات (دعم هيكلي). أظهرت النتائج أن الحركة السنوية التقييمية كانت أسرع بشكل جوهري في جهة التجربة مقارنة بالجهة الشاهدة، حيث كان متوسط الحركة في جهة التجربة ١٥.٦٠ مم مقابل ٩.٦٤ مم في الجهة الشاهدة. كما أن زيادة سرعة الحركة لم تتوافق مع أي آثار جانبية سريرية أو مجهرية (Rashid et al., ٢٠١٧).

درس Güleç وزملاؤه تأثير تراكيز مختلفة من البلازما الغنية بالصفائح على كثافة العظم السنخي والحركة السنوية التقييمية، حيث شملت دراستهم ٧٦ فأراً تم تقسيمهم إلى مجموعتين :

- مجموعة تم حقنها بتراكيز متوسطة من البلازما الغنية بالصفائح
- مجموعة تم حقنها بتراكيز مرتفعة من البلازما الغنية بالصفائح

تم دراسة كل مجموعة عبر ٥ تقاطع زمنية ٣-٧-١٤-٢١-٦٠ يوماً. قبل البدء بالحركة الأنسية للأرجاء تم حقن تراكيز متوسطة وتراكيز مرتفعة من البلازما الغنية بالصفائح (كل في مجموعته) على الجانب الأيمن من الميزاب الدهليزي للأرجاء، بينما خدم الجانب الأيسر كشاهد. وتم قياس حركة الأسنان على أمثلة ثلاثية الأبعاد، كما تم قياس كثافة العظم السنخي ودراسة نشاط الخلايا الكاسرة للعظم في المناطق بين الجذرية (Güleç et al., ٢٠١٧).

أظهرت النتائج أن كثافة العظم السنخي قد نقصت في جانب التجربة بالمقارنة مع الجهة الشاهدة في الأيام ٣-٧-١٤-٢١ وأنه في اليوم الثالث كان نشاط الخلايا الكاسرة في جانب التجربة (في المجموعتين) أعلى من الجهة الشاهدة. في اليوم الـ ٢١ كانت كمية الحركة السنوية في

جانب التجربة أعلى بـ ١.٧ مرات من الجانب الشاهد في مجموعة التراكيز المرتفعة، و ١.٤ مرة في مجموعة التراكيز المتوسطة. في اليوم الـ ٦٠ ازدادت كثافة العظم السنخي لتعود إلى مستوياتها الأساسية في كلتا المجموعتين. وخلصت هذه الدراسة إلى أن حقن تراكيز عالية ومتوسطة من البلازما الغنية بالصفائح قد يسرع الحركة السنوية التقويمية من خلال إنقاص كثافة العظم السنخي المحيط بالسن عبر زيادة نشاط الخلايا الكاسرة للعظم لفترة عابرة (Güleç et al., ٢٠١٧).

درس Akbulut وزملاؤه تأثير البلازما الغنية بالصفائح على الحركة السنوية التقويمية من خلال تقسيم ٤٨ فأراً إلى ثلاث مجموعات:

- المجموعة الأولى: تم حقن الفئران فيها بالبلازما الغنية بالصفائح جانب الجذر الوحشي للرحى الأولى العلوية اليمنى.
- المجموعة الثانية: تم حقن الفئران فيها بالبلازما الفقيرة بالصفائح جانب الجذر الوحشي للرحى الأولى العلوية اليمنى.
- المجموعة الثالثة: لم يتم حقن الفئران فيها بأي مادة.

تم إخضاع الأرحاء الأولى العلوية في المجموعات الثلاثة إلى حركة سنوية تقويمية باستخدام نابض إغلاق يمتد من الأرحاء الأولى إلى القواطع العلوية يطبق قوة بمقدار ٥٠ غرام، ومن ثم تم حساب الحركة السنوية عبر قياس المسافة بين الرحى الأولى العلوية اليمنى والقواطع خلال الأزمنة ٠ - ١ - ٣ - ٧ - ١٤ يوماً، كما تم دراسة عدد الخلايا المولدة للعظم والخلايا الكاسرة للعظم نسيجياً في مناطق الشد والضغط، إضافةً إلى تحري عامل النمو المحول بالاعتماد على التقييم المناعي النسيجي الكيميائي. بينت النتائج وجود حركة سنوية أقل بمجموعة البلازما الغنية بالصفائح بالمقارنة مع المجموعة الشاهدة في اليوم الثالث، ولم يكن هناك فرق جوهري في بقية الأزمنة بين المجموعات الثلاث كما لم يكن هناك فرق ذو دلالة إحصائية فيما يخص أعداد الخلايا المولدة للعظم أو الخلايا الكاسرة للعظم أو عامل النمو المحول بين المجموعات في أي وقت من الأوقات (Akbulut et al., ٢٠١٩).

ذكر Liou عام ٢٠١٦ أن تسريع الحركة السنوية التقويمية الناتج عن حقن البلازما الغنية بالصفائح مرتبطٌ بتركيز الصفائح، حيث أن تسريع الحركة السنوية قد بلغ أكثر من الضعف عندما كان تركيز الصفائح في البلازما الغنية بالصفائح بين (٩.٥-١٢.٥) ضعف العدد الأولي من الصفائح في الدم. وأضاف Liou أن حقن البلازما الغنية بالصفائح تحت المخاطية اللثوية في جانب الضغط أثناء إرجاع الأسنان الأمامية قد أدى إلى إنقاص خسارة العظم السنخي بمعدل ٧١-٧٧%، وأن لا خسارة في العظم السنخي في جانب الضغط عندما كان تركيز البلازما الغنية بالصفائح أكثر من ١١ ضعفاً. ليخلص إلى القول أن التركيز المثالي من الصفائح من أجل الحصول على تسريع أكثر من الضعف وعدم حدوث نقص في ارتفاع العظم السنخي في جهة الضغط هو (١١-١٢.٥) ضعف العدد الأولي من الصفائح في الدم (Liou, ٢٠١٦).

كما قام El-Timamy وزملاؤه بحقن البلازما الغنية بالصفائح مع كلوريد الكالسيوم (تم حقن كلوريد الكالسيوم مباشرةً بعد حقن البلازما الغنية بالصفائح) من أجل تنشيطها. تم الحقن في المخاطية الدهليزية والمخاطية الحنكية للناب العلوي وفي الرباط حول السني عند منتصف السطح الوحشي والزاوية الوحشية الدهليزية والزاوية الوحشية الحنكية قبل إرجاع الناب مباشرةً. تم الحقن في إحدى جهتي الفك بينما أُعتبرت الجهة الأخرى كشاهدة (تم حقنها بكلوريد الكالسيوم فقط)، تم إعادة الحقن بعد ٣ و ٦ أسابيع. أظهرت نتائج الدراسة أن معدل الحركة السنوية في جهة التجربة كان أعلى من الجهة الشاهدة في الشهر الأول فقط، بينما حدث تباطؤ في الحركة في جهة التجربة في الشهر الثالث مقارنة مع الجهة الشاهدة (El-Timamy et al., ٢٠٢٠).

في دراسة لتحري فعالية البلازما الغنية بالصفائح في تسريع الحركة السنوية التقويمية قام الباحث أحمد خباز ببحث سريري بإشراف الأستاذة الدكتورة رباب الصباغ في قسم تقويم الأسنان والفكين بجامعة حماه على ٢٦ مريضاً يعانون من عدم انتظامية شديدة إلى شديدة جداً للقواطع العلوية وتتطلب خطة المعالجة قلع الضواحك العلوية في كلا الطرفين. تم توزيع المرضى بشكل عشوائي إلى مجموعتين :

- مجموعة التجربة: تم حقن أفرادها بالبلازما الغنية بالصفائح
- مجموعة شاهدة: لم يتم حقن أفرادها بأي مادة.

تم تقييم عملية الرصف والتسوية من خلال الأمثلة الجبسية التي تم تحضيرها خلال الأزمنة:

- T0: قبل إدخال السلك الأولي.
- T1: بعد شهر من المعالجة.
- T2: بعد شهرين من المعالجة.
- T3: في نهاية مرحلة الرصف والتسوية.

أظهرت النتائج أن حقن البلازما الغنية بالصفائح يسرع من المعالجة التقويمية (خباز والصباغ، ٢٠٢٢).

في دراسةٍ لتحري فعالية البلازما الغنية بالصفائح في إنقاص امتصاص العظم السنخي بعد التوسيع الفكي السريع قام (Alomari & Sultan) بتطبيق موسعات هايركس الهيكلية عند ١٨ مريضاً تتراوح أعمارهم بين (١٢ - ١٦) عاماً و يعانون من تضيق هيكلي بالفك العلوي. تم حقن البلازما الغنية بالصفائح من الناحية الدهليزية للأسنان الداعمة في إحدى الجهتين (اليمنى أو اليسرى) بينما اعتُبرت الجهة الأخرى شاهدة. تم التقييم باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية CBCT و أظهرت النتائج أن البلازما الغنية بالصفائح لم تقلل من احتمالية تشكل التقلقات والنوافذ العظمية بعد التوسيع الفكي السريع (Alomari and Sultan, ٢٠١٩).

أجرى الباحث سليمان الأحمد بإشراف الأستاذ الدكتور حازم حسن بحثاً سريرياً في كلية طب الأسنان بجامعة تشرين بهدف التحري عن فعالية البلازما الغنية بالصفائح في تسريع الحركة السنوية التقويمية. شملت الدراسة ٢٧ مريضاً (٧ ذكور - ٢٠ أنثى) تراوحت أعمارهم بين ١٧- ٢٩ سنة. ممن هم بحاجة لعلاج تقويمي مع استئطاب قلع الضواحك الأولى العلوية و إرجاع الأنياب بشكل لاحق، تم بعد القلع حقن البلازما الغنية بالصفائح في إحدى جهتي الفك العلوي في حين تم إجراء القطع القشري في الجانب المقابل. أظهرت النتائج أن للبلازما أثراً مسرعاً على الحركة السنوية التقويمية وإن كان بدرجة أقل من القطع القشري (الأحمد و حسن، ٢٠١٩).

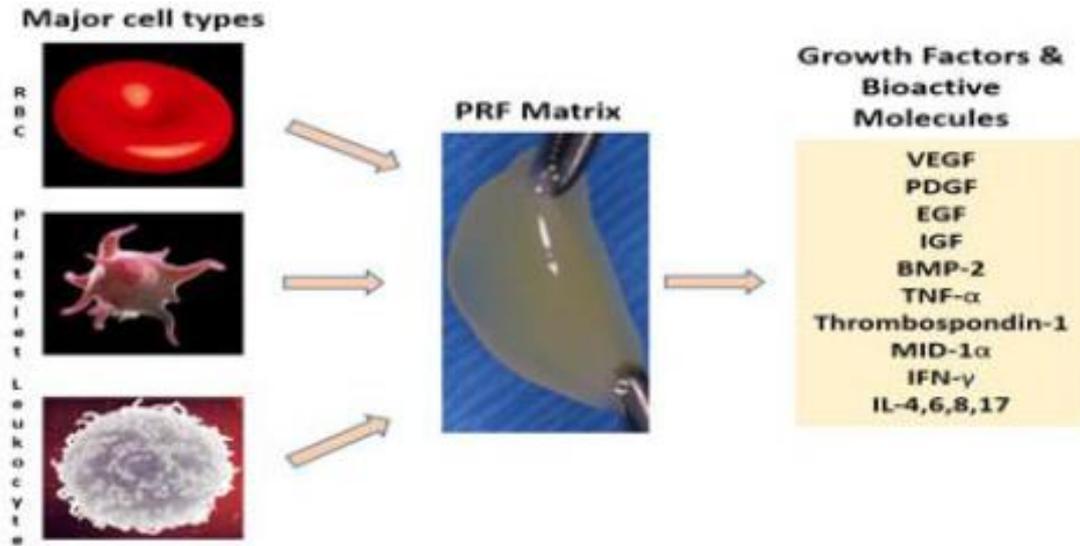
عرض Angel وزملاؤه في مقالةٍ حديثةٍ نتائجَ دراستهم التي شملت ١٠ مرضى، وهدفت لتقييم تأثير حقن البلازما الغنية بالصفائح على معدل إرجاع الناب العلوي وذلك بطريقة الفم المشطور، حيث تم حقن البلازما الغنية بالصفائح حول الناب العلوي (دهليزي - وحشي - حنكي) في إحدى جهتي الفك بينما خدمت الجهة المقابلة كجهة شاهدة، تم الإرجاع باستخدام نوابض مصنوعة من النيكل تيتانيوم تطبق قوة بمقدار ١٥٠ غ على أسلاك مصنوعة من الستانلس ستيل بقياس ٠.١٩*٠.٢٥ إنش. تم تقييم إرجاع الناب عبر إجراء مسح ثلاثي الأبعاد للأمتلة الجبسية التي تم صنعها من طبقات الألبينات التي تم أخذها في الأزمنة ٠ و ٣٠ و ٦٠ يوماً من بدء الإرجاع، وأظهرت النتائج أن حركة الناب في جانب التجربة كانت أكبر بشكل جوهري من الجانب الشاهد في الشهر الأول بنسبة ٣٥%، بينما انخفضت النسبة إلى ١٤ % في الشهر الثاني إلا أنها بقيت جوهرياً (Angel et al., ٢٠٢٢).

٥.١ الفبرين الغني بالصفائح (PRF) Platelet Rich Fibrin :

الفبرين الغني بالصفائح: هو الجيل الثاني من تراكيز الصفائح الدموية، يتم الحصول عليه عن طريق تثقيل الدم من دون استخدام مضاد تخثر (Choukroun et al., ٢٠٠٦).

تم تطوير الفبرين الغني بالصفائح لأول مرة في العام ٢٠٠١ من قبل Choukroun وزملائه في فرنسا للاستخدام في الجراحة الوجهية الفكوية. وبما أن هذه المادة لا تتطلب استعمال مضاد تخثر لتحضيرها كما أنها لا تحتاج أي مادة أخرى من أجل تنشيط الصفائح، تمكنت من تجنب جميع القيود الموجودة في القانون الفرنسي الخاصة بإعادة حقن مشتقات الدم، إنها ليست أكثر من مجرد تثقيل للدم دون أي إضافات (Choukroun et al., ٢٠٠١).

تتشابه مكونات الفبرين الغني بالصفائح مع مكونات البلازما الغنية بالصفائح وتشمل بشكل أساسي عوامل النمو والسيتوكينات والكريات البيضاء (الشكل ١-١٦)



الشكل ١-١: المكونات الأساسية للفبرين الغني بالصفائح (Barhate et al., ٢٠٢١)

١.٥.١ ماهو الفبرين WHAT IS FIBRIN :

الفبرين هو الشكل المنشط (الفعال) لجزيئات بلازمية سائلة تدعى الفبرينوجين "Fibrinogen" يوجد الفبرينوجين السائل بشكل كبير في كل من البلازما وحبيبات ألفا الموجودة في الصفائح ويلعب دوراً حاسماً في تجمع الصفائح خلال الإرقاء، عند التخثر يتحول الفبرينوجين السائل إلى فبرين غير ذوّاب بواسطة الثرومبين مما يؤدي إلى تشكل شبكة فبرينية قادرة على تقوية كتلة (عناقيد) الصفائح الأولية. تعتبر هذه الشبكة الفبرينية أول قالب تنديبي في موقع الإصابة، وتشكل مع الصفائح الدموية جدار حماية على طول الجرح الوعائي خلال التخثر (Mosesson, ٢٠٠٥).

تتأثر نتائج شفاء الجروح ببنية الفبرين (سماكته وأعداد التشعبات ومسامية الخثرة و النفوذية) في مكان الجرح (Rybarczyk et al., ٢٠٠٣)

٢.٥.١ الكريات البيضاء و الفبرين - المعياران المهمان:

Leucocytes and Fibrin: the Two Key Parameters:

تتعامل الأدبيات الطبية مع تراكيز الصفائح وتهمل عادةً دور الكريات البيضاء و الفبرين حتى أن بعض المؤلفين قد نصحوا بتقليل أعداد الكريات البيضاء ضمن تراكيز الصفائح دون أي دليل علمي (Anitua, ١٩٩٩). إلا أن العديد من الدراسات الأخرى عادت وركزت على

الأهمية الكبيرة للكريات البيضاء نظراً لدورها المضاد للإنتان ومساهمتها في التنظيم المناعي إضافة إلى ذلك تُنتج الكريات البيضاء كميات كبيرة من عامل النمو البطاني الوعائي الأمر الذي يساهم في تولد الأوعية الدموية الجديدة (El- Sharkawy et al., ٢٠٠٧; Osman et al., ٢٠٠٣) ولم يبدُ أن للكريات البيضاء أي دور سلبيّ عند وجودها مع تراكيز الصفائح أو أنها تقلل من النواحي الإيجابية لها (Dohan et al., ٢٠٠٩).

كما أن كثافة شبكة الفبرين تُعتبر عاملاً مهماً آخر، حيث أن معظم الدراسات التي تناولت موضوع تراكيز الصفائح أولت الاهتمام إلى عوامل النمو الموجودة في الصفائح وتجاهلت شبكة الفبرين ودورها في دعم إفراز السييتوكينات (Kobayashi et al., ٢٠١٦).

إن أحد الاختلافات الأساسية بين الشبكة الفبرينية التي نحصل عليها من البلازما الغنية بالصفائح و تلك التي نحصل عليها من الفبرين الغني بالصفائح يمكن نسبه إلى نموذج البلمرة (Dohan et al., ٢٠٠٣).

تؤدي الإضافات المرافقة لتصنيع البلازما الغنية بالصفائح ومواد تنشيطها (الثرومبين وكلور الكالسيوم) إلى تحول سريع ومفاجئ للفبرينوجين إلى فبرين (بلمرة مفاجئة). إن هذا النوع من التبلر سيؤثر بشكل كبير على الخصائص البيولوجية والميكانيكية للشبكة الفبرينية الأخيرة. بينما يملك الفبرين الغني بالصفائح خصائص التبلر الطبيعي والبطيء خلال التثقل بسبب عدم وجود أي مواد إضافية. وبالتالي يمارس الثرومبين الذاتي تأثيره على الفبرينوجين بشكل فيزيولوجي (Dohan et al., ٢٠٠٦a).

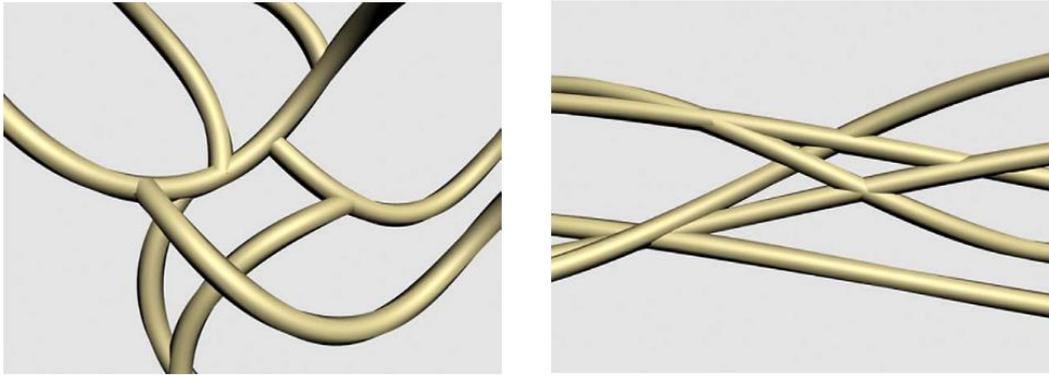
هذه النقطة مهمة وجوهريّة لتحديد التنظيم ثلاثي الأبعاد للشبكة الفبرينية. حيث أنه خلال تشكل الشبكة الفبرينية فإن لبيفات الفبرين يمكن أن تتجمع حسب نموذجين مختلفين (شكلين هندسيين مختلفين) (Dohan et al., ٢٠٠٦a):

- رباعي الجزيئات الكثيف condensed tetramolecular
- ثلاثي الجزيئات المتصل connected trimolecular

يتشكل النموذج (رباعي الجزيئات الكثيف) عند وجود تراكيز عالية من الثرومبين (كما في حالة تنشيط البلازما الغنية بالصفائح) ويسمح بتسّمك بوليمرات الفبرين، مما يؤدي إلى تشكل شبكة

صلبة مناسبة تماماً لختم النسيج البيولوجية في حالات الجراحة إلا أنها ليست مفضلةً لارتباط السيتوكينات وهجرة الخلايا (الشكل ١-١٧) (Dohan et al., ٢٠٠٦a).

على العكس من ذلك تضمن تراكيز الثرومبين المنخفضة حدوث نسبة جيدة جداً من النموذج (ثلاثي الجزيئات المتصل)، هذه الاتصالات تسمح بتشكيل شبكة فبرين مرنة وناعمة قادرة على دعم ارتباط السيتوكينات وهجرة الخلايا (الشكل ١-١٨) وهذا ما نلاحظه في الفبرين الغني بالصفائح (Dohan et al., ٢٠٠٦a).



الشكل ١-١٧: رباعي الجزيئات الكثيف الشكل ١-١٨: ثلاثي الجزيئات المتصل (Dohan et al., ٢٠٠٦a)

تتميز أيضاً شبكة الفبرين التي نحصل عليها في الفبرين الغني بالصفائح بأنها غنيةً بعوامل النمو، وهي تحررها ببطءٍ لفترةٍ تمتد من أسبوعٍ على الأقل إلى أكثر من ٢٨ يوماً، و يؤدي ذلك إلى تأثيرات أقوى وأكثر استمرارية على تكاثر وتمايز الخلايا مقارنةً مع البلازما الغنية بالصفائح التي تحرر عوامل النمو بسرعة خلال ٧-١٤ ساعة ثم ينخفض الإفراز بشكل حاد (He et al., ٢٠٠٩; Dohan et al., ٢٠٠٩).

كما أن أنواعاً متعددةً من السيتوكينات تتواجد ضمن شبكة الفبرين في الفبرين الغني بالصفائح منها:

- السيتوكينات الالتهابية مثل $TNF-\alpha$, IL-١, IL-١ β , IL-٦
- سيتوكينات الشفاء مثل IL-٤ (Wang et al., ٢٠٢٠)

هذه المكونات هي السبب في الخصائص المضادة للالتهاب التي يملكها الفبرين الغني بالصفائح إضافة إلى كونه يسرع من تشكل الأوعية الدموية وتشكل الخلايا المولدة لليف والخلايا المولدة للعظم وبالتالي تسريع عملية الشفاء (Karimi and Rockwell, ٢٠١٩).

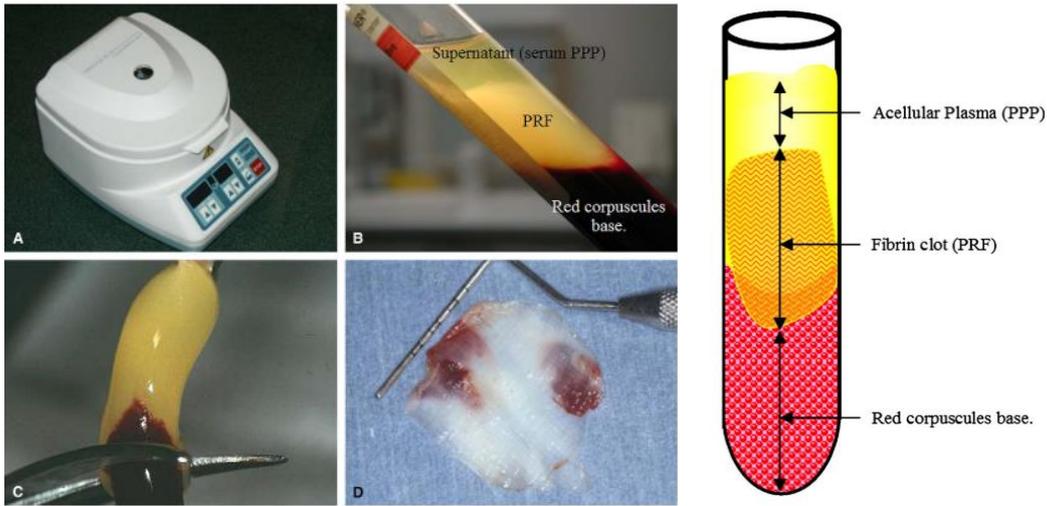
٣.٥.١ أنواع الفبرين الغني بالصفائح PRF Types:

يعتبر الفبرين الغني بالصفائح طريقة سهلة و قليلة الكلفة للحصول على تراكيز مرتفعة من عوامل النمو اللازمة لتجدد النسيج الرخوة والصلبة خلال شفاء الجروح (Madurantakam et al., ٢٠١٥).

إن بروتوكول الحصول عليه سهل جداً وبسيط. حيث يتم سحب عينة من الدم ووضعها في أنابيب اختبار دون استخدام أي مضاد للتخثر، ومن ثم يتم تثيلها مباشرةً بسرعة ٢٧٠٠ دورة في الدقيقة لمدة ١٢ دقيقة (Dohan et al., ٢٠٠٩).

إن غياب مضاد التخثر يؤدي إلى تنشيط معظم الصفائح المتماصة مع جدران الأنبوب مباشرةً مما يطلق شلال التخثر. ويستغرق دقائق قليلة من التثيل لتركيز الفبرينوجين في وسط وأعلى الأنبوب قبل أن يحوله الثرومبين الذي يجول في الأنبوب إلى فبرين. يتم الحصول على خثرة الفبرين بعدها من منتصف الأنبوب بين طبقة الكريات الحمراء في الأسفل والبلازما غير الخلوية في الأعلى (الشكل ١-١٩) وتكون حاوية على الكريات البيضاء والصفائح التي علقّت ضمن القلب الفبريني (Preeja and Arun, ٢٠١٤; Dohan et al., ٢٠٠٦a). إلا أن نجاح هذه الطريقة يعتمد بشكل كبير على سرعة جمع الدم ونقله للمثقلة، وإلا سيتبلر الفبرين بطريقة منتشرة ضمن الأنبوب وكل ما سنحصل عليه هو خثرة صغيرة من دون استمرارية، فقد وجد Miron وزملاؤه انخفاضاً بنسبة ٢٣% في حجم خثرة الفبرين التي نحصل عليها عند مرور أكثر من ١٢٠ ثانية بين سحب الدم و تشغيل المثقلة، لذا من المستحسن ترك المثقلة مفتوحة وتعيين المؤقت قبل بدء سحب الدم (Miron et al., ٢٠١٩).

بما أن الكريات البيضاء جزء أساسي من الفبرين الغني بالصفائح PRF يطلق عليه أحياناً " الفبرين الغني بالصفائح والكريات البيضاء" Leukocyte PRF واختصاراً L-PRF (Dohan et al., ٢٠٠٩; Dragonas et al., ٢٠١٨).



الشكل ١-١٩: خثرة الفبرين الغني بالصفائح (Dohan et al., ٢٠٠٦a)

أظهرت الدراسات من قبل Ghanaati وزملائه أن قوة التثجيل العالية تدفع جزءاً كبيراً من الصفائح أيضاً نحو أسفل الأنبوب مع الكريات الحمراء بينما تبقى شبكة الفبرين في أعلى الأنبوب، و أن إنقاص سرعة التثجيل إلى ١٣٠٠ دورة في الدقيقة مع زيادة مدته إلى ١٤ دقيقة يمكن أن يزيد من عدد الصفائح وأيضاً الكريات البيضاء ضمن شبكة الفبرين و سُمي هذا المنتج "الفبرين الغني بالصفائح المتقدم Advanced Platelet-Rich Fibrin" واختصاراً A-PRF (Ghanaati et al., ٢٠١٤)، بعد ذلك تم اقتراح بروتوكول بسرعة ١٣٠٠ دورة في الدقيقة أيضاً ولكن بتخفيض مدة التثجيل إلى ٨ دقائق و سُمي "A-PRF +" ويتوافق مع أعداد مضاعفة من عوامل النمو ضمنه (Fujioka-Kobayashi et al., ٢٠١٧; Ghaznavi et al., ٢٠١٩)

ذكر Miron وزملائه في العام ٢٠١٧ أن تخفيضاً إضافياً لسرعة التثجيل إلى ٧٠٠ دورة في الدقيقة ومدة التثجيل إلى ٣ دقائق يمكننا من الحصول على فبرين غني بالصفائح سائل (على عكس الأشكال السابقة) دُعي باسم "الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن" Injectable-PRF or I-PRF. حيث تسمح مدة التثجيل القصيرة بحدوث انفصال الكريات الحمراء دون وجود وقت كافٍ لتشكل خثرة الفبرين مما يسمح ببقاء الفبرين بالشكل السائل (Miron et al., ٢٠١٧).

يمكن الحصول على كمية ١-٢ مل من الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن عند تثجيل ١٠ مل من الدم، وقد وُجد أن الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن يملك تركيزاً أعلى من الصفائح وكريات الدم البيضاء بالمقارنة مع الأشكال الأخرى من الفبرين الغني بالصفائح

وهو يبقى بحالته السائلة لمدة ١٥-٢٠ دقيقة قبل أن يتجلط ويتحول إلى خثرة (Özsagir and Tunali, ٢٠٢٠).

سبق وأن قدم Tunali وزملاؤه في العام ٢٠١٤ نوعاً من الفبرين الغني بالصفائح سُمي باسم "Titanium-prepared Platelet-Rich Fibrin (T-PRF)" يتم الحصول عليه عن طريق تثقيف الدم باستخدام أنابيب مصنوعة من التيتانيوم بسرعة ٢٧٠٠ دورة في الدقيقة لمدة ١٢ دقيقة، وذلك على فرضية أن الأنابيب المصنوعة من التيتانيوم قد تكون أكثر فعالية في تنشيط الصفائح من أنابيب الزجاج المستخدمة في النوع الأساسي المصمم من قبل Chouckroun (Tunali et al., ٢٠١٤) إلا أن هذه التقنية لم تلقَ رواجاً بسبب الكلفة المرتفعة للأنابيب المصنوعة من التيتانيوم بالمقارنة مع الأنابيب المصنوعة من الزجاج أو البلاستيك (Miron et al., ٢٠١٧).

٤.٥.١ مادة الأنابيب Tube Material:

تلعب مادة الأنابيب دوراً مهماً في تحضير الفبرين الغني بالصفائح، حيث أن اختيار مادة الأنابيب يعتمد على نوع الفبرين الغني بالصفائح المراد الحصول عليه (Dashore et al., ٢٠٢١b).

من أجل الحصول على الفبرين الغني بالصفائح بشكله الهلامي نحتاج إلى بدء تشكل شبكة الفبرين بأسرع وقت ممكن حتى يتمكن من احتجاز الصفائح الدموية في الخثرة أثناء حركة الصفائح نحو الأسفل خلال التثقيف. بالتالي يجب أن يتم جمع الدم في أنابيب مصنوعة من مادة محبة للماء مثل الزجاج أو في أنابيب بلاستيكية تحوي منشط للتثخر من خلال وجود طلاء السيليكا بداخلها (تكون عادة بغطاء أحمر)، تسمح المواد المحبة للماء للصفائح الدموية أن تلامس جدران الأنابيب بسرعة وبالتالي يتم تنشيط جزء الصفائح التي لامست جدران الأنابيب فوراً. إلا أن الأنابيب المصنوعة من الزجاج مفضلة على تلك البلاستيكية المطلية بالسيليكا (Dashore et al., ٢٠٢١b)، حيث وجد Miron وزملاؤه أن الأنابيب الزجاجية العادية أنتجت خثرة فبرين غني بالصفائح أكبر بنسبة ٢٥٠% من الأنابيب البلاستيكية المطلية بالسيليكا (Miron et al., ٢٠٢٠).

إضافةً إلى ذلك قام Masuki وزملاؤه بدراسة أظهرت وجود جزيئات السيليكا في خثرة الفبرين الغني بالصفائح المنتجة باستخدام أنابيب بلاستيكية مطلية بالسيليكا، وأن هذه الجزيئات هي جزيئات ذات تأثير سام للخلايا (Masuki et al., ٢٠٢٠).

أظهر Jianpiampoolpol وزملاؤه أن الفبرين الغني بالصفائح يمكن أن يتم إنتاجه أيضاً في أنابيب بلاستيكية خالية من المواد المضافة إلا أن تشكل الفبرين الغني بالصفائح يتأخر، وفي هذه الحالة من المستحسن فتح غطاء الأنبوب بعد التثقيب والانتظار لمدة ٥ دقائق الأمر الذي يساهم في زيادة حجم الخثرة نظراً لكون التعرض للأكسجين عامل آخر يعزز التخثر (Jianpeampoolpol et al., ٢٠١٦).

أما لإعداد الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن، نحتاج إلى تأخير التخثر بحيث يبقى الفبرين الغني بالصفائح سائلاً لفترة كافية حتى نتمكن من حقنه. لهذا فإن أفضل الأنابيب التي يمكن استخدامها هي الأنابيب البلاستيكية الخالية من الإضافات المصنوعة من البولي إيثيلين تيريفثالات (PET) Polyethylene Terephthalate (Dashore et al., ٢٠٢١b).

بلاستيك البولي إيثيلين تيريفثالات كاره للماء بطبيعته، وبالتالي للصفائح الدموية مما يقلل من تنشيط الصفائح الدموية أثناء التثقيب، الأمر الذي يؤدي إلى تأخير بدء تكوين الخثرة لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، هذه المدة كافية لسحب الفبرين الغني بالصفائح السائل وحقنه (Dashore et al., ٢٠٢١b). ويظهر الجدول (١-١) أنواع الأنابيب المستخدمة مع مختلف أنواع الفبرين الغني بالصفائح.

| الجدول (١-١): أنواع الأنابيب المستخدمة مع مختلف أشكال الفبرين الغني بالصفائح (Özsagir and Tunali, ٢٠٢٠) | | | | |
|---|--------------|---------------------|-------------|-----------------------------|
| نوع الفبرين الغني بالصفائح | سرعة التثقيب | زمن التثقيب (دقيقة) | نوع الأنبوب | قوام الفبرين الغني بالصفائح |
| L-PRF | ٢٧٠٠ | ١٢ | زجاجي | هلام |
| T-PRF | ٢٧٠٠ | ١٢ | تيتانيوم | هلام |
| A-PRF | ١٣٠٠ | ١٤ | زجاجي | هلام |

| | | | | |
|------|----------|---|------|--------|
| هلام | زجاجي | ٨ | ١٣٠٠ | A-PRF+ |
| سائل | بلاستيكي | ٣ | ٧٠٠ | I-PRF |

٥.٥.١ مقارنة بين الفبرين الغني بالصفائح والبلازما الغنية بالصفائح:

Comparison between PRF and PRP:

يعتبر تحضير الفبرين الغني بالصفائح على مرحلة واحدة أحد إيجابياته التي يتفوق فيها على البلازما الغنية بالصفائح كونها تتطلب التثقيب على مرحلتين، كما أن عدم إضافة أي مواد سواء مانع تخثر أو ثرومبين خارجي إلى تحضيره يُعتبر ميزة إضافية تسمح بحدوث تبلمر طبيعي والحصول على شبكة فبرينية طبيعية مع عوامل نمو يستمر نشاطها لفترة أطول نسبياً وبالتالي فهو أكثر فعالية في النتائج السريرية النهائية من البلازما الغنية بالصفائح (Madurantakam et al., ٢٠١٥).

قارن Kobayashi وزملاؤه إفراز عوامل النمو بين كلٍّ من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح المتقدم فوجدوا أن البلازما الغنية بالصفائح تطلق كميات أكبر من عوامل النمو خلال الفترة الأولى (حتى ٣ أيام) أما الفبرين الغني بالصفائح فيطلق مستويات ثابتة ومستمرة من عوامل النمو خلال مدة الدراسة (١٠ أيام) وأن الكمية الأكبر بشكل عام تم إطلاقها من الفبرين الغني بالصفائح المتقدم A-PRF (Kobayashi et al., ٢٠١٦).

إلا أن أحد سلبيات الفبرين الغني بالصفائح هي أن نجاحه يعتمد مباشرةً على طريقة التعامل معه وخاصة جمع عينة الدم وسرعة نقلها إلى المثقلة، بعكس تحضير البلازما الغنية بالصفائح التي تمنحنا بعض الوقت لتحضيرها (Miron et al., ٢٠١٩).

قارن Wang وزملاؤه بين الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن والبلازما الغنية بالصفائح من ناحية التأثير على التشكل العظمي والخلايا المولدة للعظم. حيث تم زراعة خلايا مولدة للعظم بشرية في ثلاثة أوساط زرع، يحوي الوسط الأول الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن بينما

يحتوي الثاني البلازما الغنية بالصفائح أما الوسط الثالث فهو وسط زرع شاهد. وتم تقييم (حياة/موت) الخلايا و هجرة الخلايا إضافة إلى تكاثرها. أظهرت الخلايا معدل حياة أعلى خلال كامل فترة الدراسة في الوسطين الأول والثاني مقارنةً مع الوسط الشاهد، وأن هجرة الخلايا في وسط الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن أعلى بمقدار ثلاثة أضعاف عند مقارنتها مع الوسط الشاهد بينما كانت أعلى بمقدار الضعف فقط في وسط البلازما الغنية بالصفائح. كما أظهرت الخلايا في وسط الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن معدل تكاثر أعلى بالمقارنة مع وسط البلازما الغنية بالصفائح. الأمر الذي قد يعزى إلى أن حوالي ٩٥% من عوامل النمو تتحرر عند تنشيط الصفائح مما قد لا يكون مناسباً للتأثيرات طويلة الأمد (Wang et al., ٢٠١٨).

٦.٥.١ استخدامات الفبرين الغني بالصفائح في طب الأسنان:

Usage of PRF in Dentistry:

تتشابه استخدامات الفبرين الغني بالصفائح بشكل عام مع استخدامات البلازما الغنية بالصفائح، حيث يتم استخدامه في الجراحة الفكية من أجل تسريع شفاء العظم في كسور الفك السفلي و من أجل تطعيم قاع الجيب الفكي كما أنه يقلل من وقت الشفاء عند استخدامه في رفع الجيب الفكي (Farshidfar et al., ٢٠٢٢).

يستخدم الفبرين الغني بالصفائح أيضاً في زراعة الأسنان من أجل تعزيز نسبة نجاح الزرعة وفي حفظ السنخ من أجل منع الامتصاص السنخي وتحسين الشروط العظمية حول مواقع الزرعات ولتحقيق نتائج جمالية أعلى، وأيضاً للحفاظ على ارتفاع الحافة السنخية بعد إجراء عدة قلع سويماً (Farshidfar et al., ٢٠٢٢; Öncü and Alaaddinoglu, ٢٠١٥)

كما يتم إضافة الفبرين الغني بالصفائح إلى الطعم العظمي من أجل رفع نسبة نجاح الطعم (Mourão et al., ٢٠١٥)، وقد ذكر Choukroun وزملاؤه أن الفبرين الغني بالصفائح يزيد من تشكل الأوعية الدموية عند استخدامه مع الطعوم العظمية (Choukroun et al., ٢٠٠١).

خلص Park وزملاؤه أن استخدام الفبرين الغني بالصفائح بدلاً من البلازما الغنية بالصفائح مع الطعم العظمي يمكن أن يؤدي إلى تشكل عظمي أفضل وذلك في تجاربهم على الأرانب (Park et al., ٢٠١٦).

كما أظهر الفبرين الغني بالصفائح نتائج إيجابية في معالجة اضطرابات المفصل الفكي الصدغي وفي علاج النسخ حول السنينة حيث أظهر فعالية في زيادة سماكة اللثة الملتصقة (Barhate et al., ٢٠٢١).

٧.٥.١ الفبرين الغني بالصفائح والحركة السنينة التقييمية PRF and OTM :

تم استخدام الفبرين الغني بالصفائح بشكله الهلامي والسائل في تقويم الأسنان والفكين، حيث قُتِمَ Tehranchi وزملاؤها تأثير الفبرين الغني بالصفائح على معدل الحركة السنينة التقييمية من خلال وضع خثرة الفبرين الغني بالصفائح في السنخ مكان القلع، من خلال دراسة ٣٠ موضع قلع عند ٨ مرضى (٥ ذكور و ٣ إناث بمتوسط عمري ١٧.٣٧ سنة). اعتُبر أحد نصفي الفك جهة التجربة التي تم وضع الفبرين الغني بالصفائح فيها، بينما اعتُبرت الجهة المقابلة هي الجهة الشاهدة. تم إرجاع الأسنان باستخدام نابض إغلاق على سلك ٠.٠١٦*٠.٠٢٢* إنش مصنوع من الستانلس ستيل. بينت النتائج أن جهة التجربة تملك معدل حركة سنينة تقويمية أعلى جوهرياً من الجهة المقابلة (Tehranchi et al., ٢٠١٨) .

قيم Nemtoi وزملاؤه تأثير الفبرين الغني بالصفائح على التجدد العظمي والحركة السنينة التقييمية عند المراهقين، حيث شارك في الدراسة ٢٠ مريضاً لديهم ١٤ موقع قلع، وأجريت الدراسة بطريقة الفم المشطور حيث تم وضع خثرة الفبرين الغني بالصفائح في إحدى الجهتين بينما اعتُبرت الجهة المقابلة كشاهدة. تم إغلاق فراغ القلع باستخدام نابض إغلاق على سلك ٠.٠١٦*٠.٠٢٢* إنش مصنوع من الستانلس ستيل. و تم تقييم التجدد العظمي باستخدام التصوير المقطعي المحوسب ثلاثي الأبعاد CBCT. بينت النتائج تأثيراً إيجابياً لوضع الفبرين الغني بالصفائح في السنخ بعد القلع حيث أنه يساهم في تسريع التجدد العظمي والحركة السنينة التقييمية (Nemtoi et al., ٢٠١٨).

قام Karakasli & Erdur بدراسة تأثير الفبرين الغني بالصفائح على معدل إرجاع الأسنان الأمامية، شملت دراستهما ٤٠ مريضاً (٢٣ أنثى و ١٧ ذكر بمتوسط عمري ٢٠.٧±١.٤٥ سنة) يعانون من صنف ثاني نموذج أول وتتطلب خطة العلاج لديهم قلع الضواحك الأولى العلوية وإرجاع الأنياب ومن ثم إرجاع الأسنان الأمامية بشكل لاحق.

تم تقسيم المرضى عشوائياً إلى مجموعتين :

- مجموعة التجربة : تلقى أفرادها حقن الفبرين الغني بالصفائح مرتين بفاصل زمني أسبوعين.
- المجموعة الشاهدة: لم يتلقَ أفرادها أي حقن.

تم تقييم حركة إرجاع الأسنان الأمامية من خلال قياس المسافة بين الرباعيات والأنياب العلوية على الأمثلة الجبسية التي تم الحصول عليها أسبوعياً على مدى ٥ أسابيع T٥-T٠. وأظهرت النتائج معدل حركة سنوية أسرع في مجموعة التجربة مقارنةً مع المجموعة الشاهدة وأن حركة الإرجاع ضمن مجموعة التجربة كانت أعلى بفارقٍ جوهري في الأسبوع الذي يلي الحقن مقارنة ببقية الأسابيع (Karakaslia and Erdur, ٢٠٢١).

قام Muñoz وزملاؤه بتقييم تأثير الفبرين الغني بالصفائح والكريات البيض على الألم والانتاج التالي لتسريع الحركة السنوية التقويمية المساعدة بالجراحة وفق تقنية الـ PAOO. اشترك ١١ مريضاً في دراستهم حيث تم مزج الطعم العظمي بالفبرين الغني بالصفائح، إضافة إلى استخدام الفبرين الغني بالصفائح كغشاءٍ مغطي للطعم. تم تقييم الألم والإنتان بعد الجراحة لمدة ١٠ أيام كما تم تقييم الاستقرار بعد المعالجة لمدة سنتين. أظهرت النتائج التئاماً سريعاً للجروح دون أي أثر للإنتان أو أي تأثيرات سلبية كما أظهرت أثراً مخففاً للألم. وأبدت جميع الحالات استقراراً جيداً بعد سنتين من المعالجة (Muñoz et al., ٢٠١٦).

قيم Karci & Baka تأثير حقن الفبرين الغني بالصفائح على الحركة السنوية التقويمية خلال إرجاع الأنياب العلوية، ضمت الدراسة ٢٤ مريضاً، تلقت إحدى جهتي الفك العلوي بشكل عشوائي إما حقن الفبرين الغني بالصفائح أو تطبيق البيزو الجراحي (جهة التجربة) أما الجهة الأخرى فتم اعتبارها كجهة شاهدة. تم إرجاع الأنياب باستخدام نوابض تنتج قوة بمقدار ١٥٠ غ. أظهرت النتائج أن حركة الناب في جهة التجربة (التي تلقت حقن الفبرين الغني بالصفائح أو

تطبيق البيزو الجراحي) كانت أعلى من الجهة الشاهدة خلال ١٢ شهراً من المراقبة. كما أنه لم يكن هناك فرق جوهري فيما يخص إرجاع الأنياب بين تقنيتي الفبرين الغني بالصفائح والبيزو الجراحي من ناحية مدة المعالجة مما يدل على أن الفبرين طريقةً فعالةً وسهلة لتسريع المعالجة التقويمية (Karcı and Baka, ٢٠٢١).

وفي تجربة سريرية معشاة قام Erdur وزملاؤه بتقييم تأثير الفبرين الغني بالصفائح على الحركة السنوية التقويمية. شارك في التجربة ٢٠ مريضاً بمتوسط عمري (٢١.٤±٢.٩ سنة) ممن لديهم صنف ثانٍ نموذج أول وتتطلب حالتهم قلع ضواحك أولى وإرجاع الأنياب بشكل تالٍ. تم استخدام نوابض إغلاق تُطبق قوة بمقدار ١٥٠ غ في الجانبين، تلقى أحد جانبي الفك حقن الفبرين الغني بالصفائح قبل بدء الإرجاع مباشرةً وتم تكرارها بعد أسبوعين، بينما بقي الجانب الآخر كشاهد. تم تقييم حركة الناب خلال ٥ مراحل زمنية : ٠-١-٤-٨-١٢ أسبوعاً من بدء الإرجاع. أظهرت النتائج حركةً سنويةً أعلى بشكل جوهري في جانب التجربة بالمقارنة مع الجهة الشاهدة. وليخلصوا أن حقن الفبرين الغني بالصفائح تعتبر طريقةً فعالةً وأمنةً ويمكنها تقليل زمن المعالجة التقويمية (Erdur et al., ٢٠٢١).

قامت Zeitounlouian وزملاؤها بدراسة تأثير حقن الفبرين الغني بالصفائح على الحركة السنوية التقويمية. شارك في الدراسة التي أجريت في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق ٢١ مريضاً (٦ ذكور و ١٥ أنثى بمتوسط عمري ٢٠.٨±٣.٨٥) يعانون من صنف ثانٍ نموذج أول و تتطلب حالتهم قلع ضواحك أولى مع إرجاع أنياب علوية لاحق. تم حقن الفبرين الغني بالصفائح في المخاطية الدهليزية والحنكية للأنياب العلوية في جهة التجربة قبل إرجاع الأنياب، بينما اعتبرت الجهة المقابلة كجهة شاهدة، وتم إعادة الحقن بعد ٤ أسابيع، تم تقييم حركة الإرجاع شهرياً لمدة ٥ أشهر. بينت النتائج أن متوسط حركة إرجاع الناب في جهة التجربة كان أعلى من الجهة الشاهدة خلال الأشهر (٢-٣-٤) إلا أن الفرق لم يكن جوهرياً سوى في الشهر الثاني (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١a).

٨.٥.١ تطبيق الفبرين الغني بالصفائح من أجل حفظ السنخ:

Socket Preservation with PRF:

تتضمن تقنيات حفظ السنخ عدة إجراءات تتم في وقت القلع أو بعدها بقليل من أجل تقليل امتصاص العظم قدر الإمكان. وقد أصبح استخدام هذه التقنيات خلال المعالجة التقويمية محط اهتمام من أجل تقليل صعوبات الحركة السنوية التقويمية والتخفيف من خطر امتصاص الجذور والشقوق العظمية والطيّات اللثوية (Das et al., ٢٠١٦).

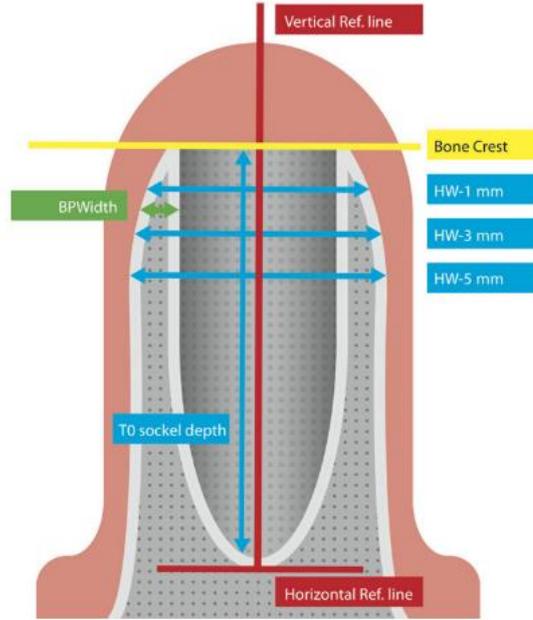
تم استخدام العديد من الطعوم العظمية أو بدائلها من أجل تقليل امتصاص العظم السنخي بعد القلع كالطعوم العظمية الذاتية Autografts و المغايرة Allografts و الأجنبية Xenografts و الصّناعية Alloplasts وجميعها تقلل من الامتصاص العظمي إلا أن التشكل العظمي يكون صعباً بسبب نقص التروية الدموية في المنطقة خلال الشفاء، ومع تقدم التقنيات الخاصة بالتجدد العظمي تم استخدام العديد من المواد الحيوية النشطة من ضمنها البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح (Clark et al., ٢٠١٨).

ذكر Anwandter وزملاؤه أن التشكل العظمي في مجموعة التجربة التي تم ملء السنخ فيها بالفبرين الغني بالصفائح كان أفضل من المجموعة الشاهدة التي تم ملء السنخ فيها بطعم صناعي. وأن الفبرين الغني بالصفائح لديه تأثير إيجابي فيما يخص تقليل التغيرات ثلاثية الأبعاد للسنخ بعد القلع مقارنة مع الشفاء الطبيعي بسبب قدرته الحيوية وإمكانات تحفيز النسخ ضمنه بشكل أساسي (Anwandter et al., ٢٠١٦).

قيم Suttapreyasri & Leepong تأثير الفبرين الغني بالصفائح على شفاء الجروح المبكر و حفظ شكل السنخ بعد إجراء القلع. شملت دراستهما ٨ مرضى (٣ ذكور - ٥ إناث) لديهم ١٤ مكان قلع علوي و ٦ سفلي بمتوسط عمري ٢٢.٦٢±٢.٤٤ سنة. تم وضع خثرة الفبرين الغني بالصفائح في إحدى جهتي الفك العلوي بينما خدمت الجهة الأخرى كشاهدة. أظهرت النتائج أن الفبرين الغني بالصفائح قد ساهم في سرعة شفاء الجرح بعد القلع وأن نقص الحافة السنخية كان أقل بشكل جوهري في جهة الفبرين الغني بالصفائح مقارنة مع الجهة الشاهدة (Suttapreyasri and Leepong, ٢٠١٣).

قيم Temmerman وزملاؤه دور الفبرين الغني بالصفائح في الحفاظ على ارتفاع الناتي السنخي بعد القلع عن طريق إجراء دراسة وفق طريقة الفم المشطور. اشترك في الدراسة ٢٢

مريضاً ممن تتطلب حالتهم قلع ثنائي الجانب لضواحك أولى علوية أو سفلية. استُخدمت إحدى الجهتين كمجموعة تجريبية، حيث تمّ حفظ السنخ فيها باستخدام الفبرين الغني بالصفائح بينما خدمت الجهة الأخرى كمجموعة شاهدة وتُركت لتشفى تلقائياً. تم إجراء صور CBCT بعد القلع مباشرةً ومن ثم بعد ٣ أشهر ليتم بعد ذلك إجراء مراكبة للصور. تم تقييم عرض السنخ في ثلاثة مستويات على بعد ١-٣-٥ مم من قمة الناتئ السنخي (الشكل ٢٠-١)



الشكل ٢٠-١: شكل ترسمي لمناطق قياس السنخ (Temmerman et al., ٢٠١٦)

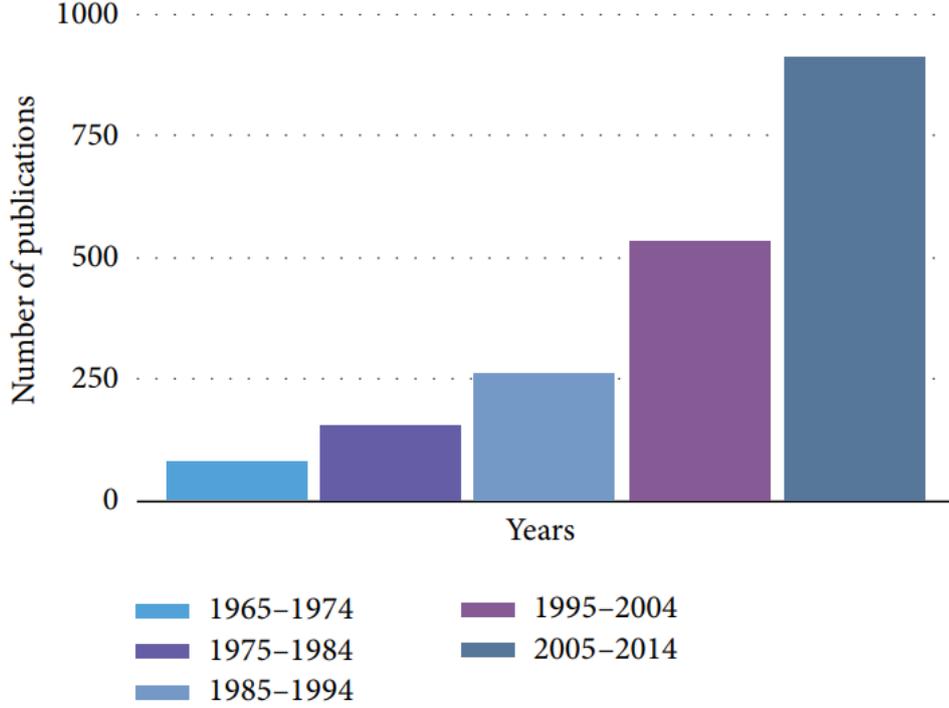
وأظهرت نتائج دراستهم أن استخدام الفبرين الغني بالصفائح يحفظ السنخ أفقياً وعمودياً بالأبعاد الثلاثة (Temmerman et al., ٢٠١٦).

بينما ذكرت Zeitounlouian وزملاؤها في دراستهم عن دور حقن الفبرين الغني بالصفائح في الحفاظ على السنخ بعد القلع خلال المعالجة التقويمية أنه لم يكن هناك فرقٌ جوهريٌّ في متوسط ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي أو اللساني بين جهة التجربة (التي تلقت حقن الفبرين الغني بالصفائح) والجهة الشاهدة (التي لم تتلقَ أي حقن) (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١b).

٦.١ المعالجة التقويمية والنسج حول السنية :

Orthodontic Treatment on Periodontal Tissues:

إن أعداد المقالات المنشورة التي تقيّم العلاقة بين المعالجة التقويمية والنسج حول السنية تزداد بشكلٍ واضحٍ يوماً بعد يوم (الشكل ١-٢١) مما يعكس الاهتمام العالمي المتزايد بهذه العلاقة المتبادلة (Gorbunkova et al., ٢٠١٦).



الشكل ١-٢١: عدد المقالات المنشورة التي تنطرق إلى العلاقة بين التقويم واللسنة (Gorbunkova et al., ٢٠١٦).

يمكن ملاحظة بعض التغيرات السلبية التي تحدث على النسج حول السنية خلال المعالجة التقويمية، ومن أبرز هذه التغيرات فقدان العظم و الانحسار اللثوي و الضخامة اللثوية وامتصاص الملاط إضافة إلى تشكل الشقوق اللثوية أو ما يعرف بالطيات اللثوية التي تحدث عادةً في الحالات التي تطلبت قلع وحداتٍ سننيةٍ ثم إغلاقاً للفراغ (Gkantidis et al., ٢٠١٠; Sioustis et al., ٢٠١٩).

١.٦.١ الطيات اللثوية Gingival Invaginations:

١.١.٦.١ تعريفها وانتشارها Definition and distribution:

توصف بأنها طيّة تظهر في النسيج اللثوية بين الحليمات على جانبي مكان القلع وتحصر فيما بينها ظاهرة بشروية. عموماً يمكن أن تظهر الطيّات اللثوية من الجهة الدهليزية أو الإطباقية أو اللسانية وهي تُظهر درجةً عاليةً من التنوع في الشدة، حيث تتراوح من انخماص سطحي طفيف في اللثة إلى شقٍ شديدٍ يخترق العظم السنخي من الدهليزي إلى اللساني. (Reichert et al., ١٩٩٥; Wehrbeinet al., ٢٠١٢)

سريرياً تم اقتراح وجود شق في النسيج الرخوة بعمق ١ أو ٢ مم كميّارٍ لتحري وجود الطيّة اللثوية (Robertson et al., ١٩٧٧; Circuns and Tulloch, ١٩٨٣) تتشكل الطيّات اللثوية حسبما ذُكر في حوالي ٣٥-١٠٠% من حالات القلع (Gölz et al., ٢٠١١) ويرمز لها باللغة الإنكليزية gingival invagination (GI) وتدعى أيضاً /infolding / cleft

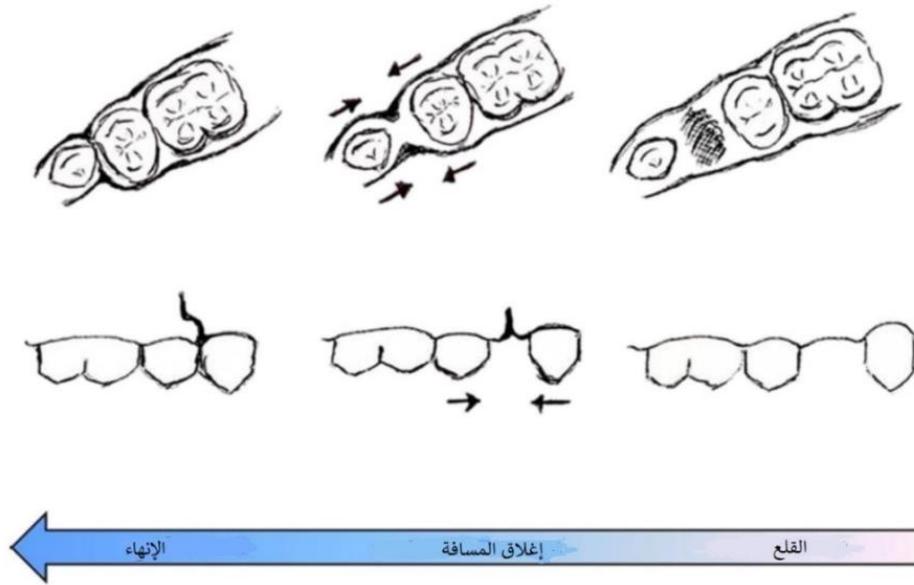
يشكل تطور الطيّة اللثوية مشكلةً من وجهة نظر أخصائيي التقويم واللثة، حيث أن وجود الطيّة اللثوية يسبب إلى الصحة الفموية ويترافق مع زيادة في عمق السبر إضافةً إلى زيادة فقدان الارتباط للأسنان المجاورة. كما أن وجود الطيّة اللثوية يمكن أن يؤخر أو يمنع الإغلاق الكامل لمسافة القلع وقد يسبب النكس (إعادة فتح المسافة) (Scott, ٢٠١٨; Gölz et al., ٢٠١١; Moqadam et al., ٢٠١٦)

أي أن وجود الطيّات اللثوية له مضامين سريرية، في كل من النكس التقويمي وصحة النسيج اللثوية، فهي تحرّض بشكل مباشر أو غير مباشر على تجمع اللويحة الجرثومية وبالتالي الالتهاب اللثوي، لذلك فإن تشكلها خلال المعالجة التقويمية يمكن أن يملك تأثيراً سلبياً على مستقبل النسيج حول السنينة ويكون مسيئاً للنتائج التجميلية للمعالجة التقويمية (Krishnan et al., ٢٠٠٧). نسيجياً، تتألف الطيّات اللثوية من نسيج ضامة ليفية مُغطاة بطبقة ظهارية حرشفية مطبقة، كما لوحظ حدوث امتصاص طفيف للعظم الحفافي بشكل مجاور للطيّات في التقويم النسيجي (Wehrbein et al., ١٩٩٥).

٢.١.٦.١ آلية تشكل الطيّات اللثوية Mechanism of formation:

إن الآلية السببية للطيّات اللثوية غير معروفة بشكل كامل حتى الآن، إلا أن الأدب الطبي يحوي فرضيتين رئيسيتين فيما يخص تطور الطيّة اللثوية:

- **الأولى:** تربط تشكل الطية اللثوية بالعظم أسفل منها، حيث تقترض هذه النظرية أن كمية خسارة العظم السنخي (العرض والارتفاع) بعد قلع السن يؤدي إلى فقدان النسيج اللثوية للدعم، الأمر الذي قد يسبب طية في النسيج الرخوة.
- **الثانية:** تعزو الأمر إلى الألياف اللثوية المعترضة التي تنزاح أثناء الحركة السنية أكثر مما يُعاد قولبتها (أي انضغاط ميكانيكي للثة بالتزامن مع نقص في إعادة القولية) مما يؤدي إلى تجمع النسيج اللثوية وتشكل الطية اللثوية (Gölz et al., ٢٠١٨; Stappert et al., ٢٠١١).



الشكل ١-٢٢: تطور الطية اللثوية (Gölz et al., ٢٠١١)

يرتبط تشكل الطيات اللثوية بشكل أساسي بالمعالجة التقييمية فقد ذكر Coatoam وزملاؤه عام ١٩٨١ أنه لم يُلاحظ أي شقوق في منطقة الضواحك عند أشخاص لم يخضعوا لمعالجة تقييمية سابقة (Coatoam et al., ١٩٨١). ويتفق هذا الكلام مع ما وجدته Robertson وزملاؤه من أن الأغلبية العظمى من الطيات قد وُجدت عند مرضى لديهم سوابق قلع ضواحك. (Robertson et al., ١٩٧٧)

٣.١.٦.١ شدة الطيات اللثوية Severity of gingival invaginations :

يتم عادةً قياس شدة الطية اللثوية عن طريق قياس عمق سبر الطية عمودياً بزاوية ٩٠° على مستوى الإطباق باستخدام مسبر حول سني، ومن ثم القياس أفقياً بالمليمتر بشكل مواز لمستوى

الإطباق من الدهليزي و/أو اللساني ومن ثم يتم تسجيل القيمة الأعلى، (Circuns and Tulloch, ١٩٨٣).

وضع Reichert وزملاؤه طريقةً جديدةً لقياس شدة الطّيّات اللثوية، حيث استُخدم مسير حول سني مُرمز بالمليمتر (مم) لقياس عمق سبر الطيّة في ثلاثة مستويات:

- الأول: أفقي (ويُقصد به من الدهليزي إلى اللساني)
- الثاني: عمودي (بزاوية ٩٠° على مستوى الإطباق)
- الثالث: فموي (ويُقصد به أنسي وحشي).

وذكروا أن شدة الطّيّات اللثوية يتم حسابها من خلال مستوى اليقين (LC) Level of certainty
 $LC^2 = (\text{عمق السبر أفقياً})^2 + (\text{عمق السبر عمودياً})^2 + (\text{عمق السبر فمويًا})^2$ (Reichert et al., ٢٠١٢).
 أضاف Reichert وزملاؤه في العام ٢٠١٧ طريقةً حديثةً لتسجيل شدة الطّيّات تعتمد على عمق السبر أفقياً وعمودياً حسب الجدول (٢-١) (Reichert et al., ٢٠١٧)

| الجدول رقم (٢-١): تصنيف شدة الطّيّات اللثوية (Reichert et al., ٢٠١٧) | | |
|--|--------------------------------|------------|
| عمق السبر | | درجة الشدة |
| عمودياً | أفقياً | |
| $2 > \text{ مم}$ | ١ مم | ٠ |
| $2 \leq \text{ مم}$ | ١ < حتى > ٣ مم | I |
| $2 \leq \text{ مم}$ | $3 \leq \text{ مم}$ حتى > ٥ مم | II |
| $2 \leq \text{ مم}$ | $5 \leq \text{ مم}$ حتى > ٨ مم | III |
| $2 \leq \text{ مم}$ | $8 \leq \text{ مم}^a$ | IV |
| يُمكن أن يتم السبر أفقياً عبر المخاطية السنخية من جهة لأخرى | | V |
| a: ($8 \leq \text{ مم}$ ولكن ليس عابر، أي أن المسبر لا يخرج من الناحية المقابلة | | |

٤.١.٦.١ هل تبقى الطيات اللثوية بعد انتهاء المعالجة التقويمية؟

Do gingival invaginations remain after orthodontic treatment ?

تذكر معظم الدراسات أن الطيات اللثوية تميل إلى الشفاء مع الوقت حيث تقل شدتها ومن الممكن أن تختفي، إلا أنه لا يمكن توقع الشفاء الكامل مع الوقت لجميع الحالات دون تدخل. أي أن الطية اللثوية من الممكن أن تستمر لسنوات (Gölz et al., ٢٠١١).

تابعت إحدى الدراسات حالة ٧٢ مريضاً تقويمياً في مرحلة التثبيت (بعد ٦ أشهر من انتهاء المعالجة التقويمية) وقارنت بين حالة الطيات اللثوية أثناء المعالجة وخلال مرحلة التثبيت. أظهرت الدراسة أن الطيات اللثوية كانت موجودة على السطوح السنخية الدهليزية و اللسانية وأنها كانت منتشرة بشكل أكبر على الفك السفلي وأن شدة الطية قد نقصت خلال مرحلة التثبيت (Robertson et al., ١٩٧٧).

أكد Circuns & Tulloch في دراسة لتحري وضع الطيات اللثوية خلال مرحلة التثبيت أن الوقت عامل مهم في التخفيف من شدة الطيات اللثوية إلا أن ١٠% فقط من الطيات قد اختفت خلال ٦ أشهر بعد انتهاء المعالجة التقويمية (Circuns and Tulloch, ١٩٨٣).

٥.١.٦.١ طرق الوقاية و العلاج من الطيات اللثوية:

Prevention and treatment of gingival invagination:

إن إحدى الآليات المحتملة التي تؤدي إلى تطور الطية اللثوية هو امتصاص العظم السنخي المتقدم مكان القلع قبل البدء بإغلاق المسافة، وبالتالي فإن بدء إغلاق الفراغ بشكل مبكر قد يقلل من الامتصاص السنخي وبالتالي يقلل من تشكل الطيات اللثوية (Courtney, ٢٠١٥).

أيضاً فإن التداخلات التي تقلل من الامتصاص العظمي التالي للقلع قد تقلل من حدوث الطية اللثوية. بعض التقارير السريرية التي تضمنت عدداً محدوداً من المرضى (مثلاً من ٣ إلى ١٠ مرضى) وصفت بشكل عام ميلاً أقل لتطور و/أو شدة الطية اللثوية عندما تم استخدام تقنية لحفظ السنخ قبل بدء إغلاق الفراغ التقويمي (Reichert et al., ٢٠١١).

أظهرت نتائج إحدى الدراسات أن حفظ السنخ باستخدام الطعوم العظمية المغايرة المجففة والمجمدة مخسوفة الأملاح جزئياً Partial demineralized freeze dried bone allograft (PDFDBA) يمنع تشكل الطيَّات اللثوية بعد تحريك السن إلى مواضع القلع. وأن معظم مواقع القلع التي تُركت لتشفى تلقائياً دون استخدام مادة حافظة قد أظهرت وجود طيَّات لثوية بعد إغلاق المسافة (Moqadam et al., ٢٠١٦).

ذكر Reichert وزملائه و Tiefengarber وزملائه نتائج مشابهة باستخدام مواد مختلفة لحفظ السنخ. وبالتالي يمكن أن التأكيد أن إجراءات حفظ السنخ بحد ذاتها بغض النظر عن المواد المستخدمة هي المسؤولة عن منع تشكل الطيَّات اللثوية، يمكن أن يُفسر هذا الأمر بأن إجراءات حفظ السنخ تُحافظ على سلامة وعرض السنخ وبالتالي لن تُوجد مساحة فارغة تسمح للنسج اللثوية أن تتراكم فيها خلال إغلاق المسافة (Reichert et al., ٢٠١٤; Tiefengraber et al., ٢٠٠٢).

بالمقابل ستحدث إعادة قولبة طبيعية للسنخ مكان القلع في الحالات التي لا يتم فيها حفظ السنخ، تتضمن إعادة القولبة امتصاصاً عظمياً سيؤدي إلى نقص في عرض العظم السنخي وانخفاض في اللثة مما يساهم في تشكيل الطيَّات اللثوية (Bekdash et al., ٢٠٢٠).

يتم علاج الطيَّات اللثوية جراحياً عبر قطع النسج اللثوية الزائدة بعد تحقيق تماس الأسنان المجاورة لمنطقة الطيَّة حيث يُمكن استخدام شفرة جراحية أو باستخدام الكوتري الكهربائي، كما يُمكن استخدام ليزر دايود النسج الرخوة الذي يُستخدم في معالجة المشاكل اللثوية المخاطية والذي قد يكون أفضل حيث أن استخدام مثل هذا النوع من الأجهزة يؤدي إلى ألم أقل بعد العملية (Scott, ٢٠١٨; Malkoc et al., ٢٠٠٤). بينما اعتبر Pinheiro وزملائه أن الحل الجراحي يجب أن يشمل العظم السنخي أيضاً (Pinheiro et al., ٢٠٠٦).

٢.٦.١ تأثير القلع و المعالجة التقويمية على العظم السنخي:

Effect of extraction and orthodontic treatment on the alveolar bone:

على الرغم من أن العظم يُعتبر أحد أصلب أنسجة الجسم، إلا أنه يتصف من الجهة الحيوية بمرونة واضحة، وهذه المرونة هي التي تُمكن من حدوث الحركة السنوية التقويمية دون حدوث اضطراب في العلاقة الكائنة بين السن و العظم، إذ يمتص عظم السنخ في جهة الضغط بينما يتوضع عظمٌ جديدٌ في جهة الشد. وهذا ما يسمح للسنخ بالتحرك كلياً مع العظم (Roberts and Huja, ٢٠١٦)

بعد قلع السن سَتُعاد قولبة العظم السنخي المتبقي حوله ويُمتص نظراً لفقدان التحريض الفيزيائي من قبل السن الطبيعي (Lekovic et al., ١٩٩٧). راقب Schropp وزملاؤه التغيرات التي تحدث بعد قلع السن عند الإنسان ولاحظوا أن عرض العظم السنخي قد نقص بمقدار يصل إلى ٥٠% بعد ١٢ شهراً من المراقبة بعد القلع، وأن ثلثي هذه الخسارة قد حدثت خلال الأشهر الثلاثة الأولى بعد القلع (Schropp et al., ٢٠٠٣).

ذكر Horowitz وزملاؤه أن نسبة الامتصاص السنخي الدهليزي و اللساني كانت بمقدار ٥٦% و ٣٠% على التوالي خلال الأشهر الثلاثة الأولى التي تلت القلع (Horowitz et al., ٢٠١٢).

راقب Cardaropoli وزملاؤه التغيرات في أبعاد العظم السنخي بعد إجراء قلع لضواحك سفلية عند الكلاب، أظهرت الدراسة أن نشاط الخلايا الكاسرة للعظم قد سبب امتصاصاً للمنطقة القنزعية crestal region في جدران العظم الدهليزية واللسانية. وأن نقصان طول القنزعة كان أكثر وضوحاً في الناحية الدهليزية منه في الناحية اللسانية من السنخ. وأنه خلال الأشهر الثلاثة الأولى بعد قلع السن، حدث نقصان بمقدار ١ مم بعمق السنخ، كما حدث انحسار لثوي بمقدار وسطي ٠.٧ مم (Cardaropoli et al., ٢٠٠٥).

إن هذه التغيرات في ارتفاع وعرض الناتئ السنخي بعد فقدان السن يزيد من صعوبة الحركة السنوية التقويمية (Lindskog–Stokland et al., ٢٠١٣).

كان هناك تقاريرٌ متضاربةٌ فيما يخص تأثير المعالجة التقويمية على ارتفاع قنزعة العظم السنخي. حيث قارن Polson & Reed مستويات العظم السنخي في مجموعة من المرضى قد

خضعوا سابقاً خلال حياتهم لمعالجة تقويمية مع مجموعة أخرى لم تخضع لأي معالجة تقويمية إطلاقاً. تم أخذ صور مجنحة وحول ذروية لأسنان الفكين العلوي والسفلي وقارنا مستويات العظم السنخي بين الأسنان المتقابلة في المجموعتين فلم يجداً فرقاً جوهرياً بينهما، وافترضت هذه الدراسة أن المعالجة التقويمية خلال المراهقة ليس لها أثر بعيد المدى على مستويات القنزعة السنخية (Polson and Reed, ١٩٨٤).

بينما خلصت مراجعة منهجية أجراها Guo وزملاؤه إلى حدوث نقص في ثخانة وارتفاع العظم السنخي وخصوصاً في المنطقة العنقية عند حركة الأسنان الأمامية تقويمياً (دهليزياً أو لسانياً) وأنه حتى في الحالات التقويمية غير القلعية تبقى الأنياب العلوية والسفلية عرضة لفقدان العظم، أما في الحالات القلعية والتي تتضمن إرجاعاً للأسنان الأمامية فإن فقدان العظم يكون واضحاً خلال الأشهر ١-٣ بعد الإرجاع (Guo et al., ٢٠٢١).

٣.٦.١ تأثير المعالجة التقويمية على امتصاص الجذور:

Effect of orthodontic treatment on root resorption:

إن الامتصاص العظمي هو شرط أساسي للحركة السنية التقويمية من أجل إزالة العظم السنخي من طريق جذر السن الذي يتحرك. ويُعتبر الملاط أكثر مقاومةً للامتصاص من العظم، الأمر الذي يؤدي إلى امتصاص عظمي مفضل وبالتالي حدوث الحركة السنية التقويمية (Melsen, ٢٠١٨; Asiry, ١٩٩٩).

هذا الاختلاف الحاصل بين الملاط والعظم من حيث مقاومة الامتصاص عند الضغط يعود إلى حقيقة أن الملاط غير موعى، ولو لم يكن هناك فرق بين العظم والملاط لكانت الحركة السنية التقويمية تسبب امتصاص العظم والجذر بالتساوي (Aras et al., ٢٠١٢).

خلال الامتصاص العظمي فإن الخلايا الكاسرة قد تهاجم أيضاً طبقات الملاط المغطية لجذر السن مما يؤدي إلى تدميرها (قد يصل إلى العاج أيضاً) و بالتالي حدوث الامتصاص الجذري، وفي حال تجاوز الامتصاص الجذري القدرة الترميمية للملاط سيؤدي ذلك إلى خسارة لاحقة في بنية جذر السن، وهذا النوع من الامتصاص يختلف عن امتصاص الجذر الداخلي الذي يترافق عادةً مع الآفات اللبية (Weltman et al., ٢٠١٠).

كان Bates أول من وصف امتصاص جذور الأسنان الدائمة عام ١٨٥٦، أما Ketcham فقد كان أول من قدم دلائل شعاعية على وجود تغيرات في طول جذور الأسنان الدائمة بعد المعالجة التقيومية وذلك في العام ١٩٢٧ (Chiu, ٢٠١٥). As cited in

تم تقديم مصطلح "امتصاص الجذور الالتهابي المحرض تقويمياً" "Orthodontically induced inflammatory root resorption (OIIRR)" من قبل Brezniak & Wasserstein كمحاولة لوصف أكثر دقة لامتصاص الجذري الذي يحدث خلال المعالجة التقيومية حيث وصفه بأنه "امتصاص جذري التهابي عابر يحدث بسبب القوة التقيومية المطبقة على السن" (Brezniak and Wasserstein, ٢٠٠٢a).

من المقبول أن معظم المرضى سيعانون من درجة معينة من الامتصاص الجذري بعد المعالجة التقيومية، حيث أظهرت الدراسات النسيجية التي أجريت في الأدب الطبي أن نسبة حدوث الامتصاص الجذري المرافق للمعالجة التقيومية تتجاوز الـ ٩٠%. إلا أن الامتصاص الجذري الشديد هو نادر نوعاً ما بعد المعالجة التقيومية (Yassir et al., ٢٠٢١; Litchfield, ٢٠١٩; Sameshima and Iglesias-Linares, ٢٠٢١)

١.٣.٦.١ تصنيف الامتصاص الجذري الخارجي :

Classification of external root resorption :

- صنف Andreasen الامتصاص الجذري الخارجي إلى ثلاثة أنواع:
- الامتصاص الجذري السطحي: يشمل مناطق صغيرة واضحة الحدود، تُتبع بإصلاح عفوي من الأجزاء السليمة المجاورة في الرباط حول السني، وهي عملية محدودة المدى.
 - الامتصاص الجذري الالتهابي : وهو الامتصاص الجذري الأولي الذي يصل إلى الأقمية العاجية التابعة لنسج لبية متموتة.
 - الامتصاص الجذري الاستبدالي : حيث يحل العظم مكان المادة السننية الممتصة مما يؤدي إلى التصاق السن.

ويرى Andreasen أن امتصاص الجذور الناجم عن المعالجة التقيومية يندرج على الأغلب تحت بند (الامتصاص السطحي) ونادراً ما يكون من النوع الاستبدالي (Andreasen, ١٩٧٠).

إن مدى البنية الجذرية المشمولة بالامتصاص يُمكن من وضع تصنيف رئيسي للامتصاص الجذري المحرض تقويمياً (Brezniak and Wasserstein, ٢٠٠٢a):

- امتصاص سطحي : يشمل فقط طبقات الملاط الخارجية وعندما ينتهي المحرض الميكانيكي يمكن لبنية السن أن تعود وتُرمم بشكل كامل.
- امتصاص عميق: يشمل الملاط وطبقات العاج الخارجية، وهذا النوع عموماً يتم ترميمه بالملاط، وهنا فإن شكل الجذر الخارجي قد يحاكي الشكل الأساسي للجذر وقد لا يحاكيه.
- امتصاص ذروة الجذر المحيطي: يشمل هذا النوع امتصاص ثلاثي الأبعاد للملاط والعاج في ذروة الجذر و النتيجة قد تكون قصر الجذر

٢.٣.٦.١ تشخيص الامتصاص الجذري Diagnosis of root resorption :

يتم تشخيص الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً بشكل رئيسي شعاعياً، كما يمكن تحريه أثناء الدراسات بشكل نسيجي بواسطة المجهر (Yassir et al., ٢٠٢١).

تعطي الصور الذروية دقة أكبر عند تقييم الامتصاص الجذري مقارنةً مع الصور البانورامية إلا أن القياسات الكمية عليها غير دقيقة نسبياً (Sameshima and Asgarifar, ٢٠٠١)، ولذلك يُعتبر التصوير الشعاعي ثلاثي الأبعاد بديلاً عملياً دقيقاً وقابلاً للإعادة عند قياس الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً (Chan and Darendeliler, ٢٠٠٤) وقد تم تأييد هذه الفكرة من قبل باحثين آخرين (Levin and Jong, ٢٠١٦; Alqerban et al., ٢٠٠٩)

يعتبر التصوير باستخدام الـ CBCT طريقةً فعالةً لتقييم الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً بإعادة بناء بنسبة ١:١ بدون أخطاء التكبير، وتُظهر صور الـ CBCT بنية الجذر بوضوح مما من أي زاوية بفضل خاصية إعادة البناء ثلاثية الأبعاد، كما أنها تقدم معلومات متساوية عن الجهتين اليمنى واليسرى بدون تداخل نظراً لغياب التراكم (Samandara et al., ٢٠١٩; Shokri et al., ٢٠١٣). لذلك فإن الدراسات التي أُجريت على الامتصاص الجذري باستخدام الـ CBCT أظهرت تحسناً في الدقة والحساسية بالمقارنة مع تلك التي استخدمت الصور ثنائية البعد. (Dudic et al., ٢٠٠٩; Shokri et al., ٢٠١٣). وأكد wang وزملاؤه أن صور الـ CBCT هي الطريقة ثلاثية الأبعاد الأكثر دقة واعتمادية في تحري الامتصاص الجذري الخارجي (Wang et al., ٢٠١٣)

Risk factors of orthodontically induced root resorption (OIRR):

على الرغم من اكتشاف العديد من عوامل الخطورة إلا أن القدرة على التنبؤ بحدوث الامتنصاص الجذري لا تزال ضعيفة. حيث أن الاختلافات الفردية فيما يخص الاستجابة البيولوجية للقوة التقويمية إضافة إلى الاستعداد الوراثي قد تفسر الاختلافات في حدوث الامتنصاص الجذري المحرض تقويمياً (Pereira et al., ٢٠١٤).

يمكن تقسيم عوامل الخطورة إلى بيولوجية (لها علاقة بالمريض) و ميكانيكية (لها علاقة بالقوة ونوع الحركة التقويمية) (Brezniak and Wasserstein, ٢٠٠٢a; ٢٠٠٢b).

العوامل البيولوجية : Biological factors

العوامل الجينية (الوراثية) :Genetic factors

يُظهر الامتنصاص الجذري أن له علاقة بالاستعداد الوراثي والجينات، إلا أنه لم يتم بعد تحديد جين مسؤول بشكل خاص عن الامتنصاص (Hartsfield et al., ٢٠٠٤)، ذكر Al-Qawasmi وزملائه أن الجينات تُعتبر فقط عاملاً من العوامل المساهمة في الآلية المعقدة للامتنصاص (Al-Qawasmi et al., ٢٠٠٣).

العرق :Race

وجد Sameshima & Sinclair في عينة تكونت من ٨٦٨ مريضاً أن لدى الآسيويين امتنصاصاً جذرياً أقل مقارنة مع البيض أو ذوي الأصول اللاتينية (Sameshima and Sinclair, ٢٠٠٤)

العوامل الجهازية : Systemic factors

تم الاقتراح أن العوامل الجهازية كالوسائط الالتهابية التي تنتج خارج الرباط حول السني قد تتدخل لتعزيز التفاعلات الخلوية المرتبطة بالامتصاص (Abuabara, ٢٠٠٧)، كما وجد McNab وزملاؤه أن إصابة المريض بالربو التحسسي أيضاً يمكن أن يكون عاملاً مؤهباً لامتصاص الجذور في سياق المعالجة التقويمية (McNab et al., ٢٠٠٠).

التغذية Nutrition :

يُعتقد أن للتغذية علاقة مع امتصاص الجذور، فقد ذُكر أن نقص الكالسيوم وفيتامين D قد يؤدي إلى حدوث امتصاص جذري (Vlaskalic et al., ١٩٩٨) إلا أن Brezniak & Wasserstein قد ذكرا أنه من غير المرجح أن يكون العوز الغذائي سبباً رئيسياً للامتصاص (Brezniak and Wasserstein, ٢٠٠٢b) وأيدتهم في ذلك Tehranchi وزملاؤها حيث لم يكن لفيتامين D أي علاقة بتطور الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً (Tehranchi et al., ٢٠١٧).

العمر السني Dental age :

تقترح بعض الدراسات أن الجذور غير مكتملة الذرى تُبدي امتصاصاً أقل من الجذور المكتملة عند بدء المعالجة التقويمية (Mavragani et al., ٢٠٠٢)، إلا أن المعالجة التقويمية المبكرة قد تمنع الجذور من الوصول إلى الطول الطبيعي لها (Brezniak and Wasserstein, ٢٠٠٢b).

العمر الزمني Age :

تقل توعية الرباط حول السني مع التقدم بالعمر، كما تقل مرونته ويصبح العظم أكثر كثافة وأقل مرونة، إن هذه التغيرات المرتبطة بالعمر قد تفسر السبب في كون البالغين أكثر عرضة للامتصاص من اليافعين (Brezniak and Wasserstein, ١٩٩٣).

الجنس Sex :

هناك العديد من التقارير المتضاربة في الأدب الطبي عن علاقة جنس المريض بالامتصاص الجذري حيث وجدت بعض التقارير أنه لا فرق جوهري بين الذكور والإناث من حيث التعرض لحدوث الامتصاص العظمي (Brezniak and Wasserstein, ١٩٩٣). بينما وجدت دراسات أخرى أن الذكور أكثر عرضة لحدوث الامتصاص الجذري من الإناث (Preoteasa et al., ٢٠٠٨).

العادات Habits:

وُجد أن عادة دفع اللسان وقضم الأظافر مرتبطة بحدوث امتصاص جذري شديد (Brezniak and Wasserstein, ١٩٩٣)

شكل الجذر Root morphology:

وجدت معظم الدراسات أن الأسنان ذات الشكل الجذري الشاذ أكثر عرضة للامتصاص من الأسنان ذات الشكل الجذري الطبيعي (Preoteasa et al., ٢٠٠٨).

الرض والأسنان المعالجة لبياً Trauma and endodontically treated teeth:

يُعتبر الرض من العوامل المؤهبة لحدوث الامتصاص أثناء المعالجة التقويمية (Brezniak and Wasserstein, ٢٠٠٢a). إلا أن موضوع العلاقة بين الامتصاص الجذري والمعالجة اللبية لم يُحسم بشكل كامل. ذكر Wickwire وزملاؤه أن التحريك التقويمي للأسنان المعالجة لبياً قد يعرضها للامتصاص الجذري أكثر من الأسنان غير المعالجة لبياً (Wickwire et al., ١٩٧٤) بينما ذكر Spurrier وزملاؤه أن الفرق لن يكون ملحوظاً على المستوى السريري (Spurrier et al., ١٩٩٠). على العكس من ذلك ذكر Mirabella وزملاؤه أن الأسنان المعالجة لبياً تُظهر امتصاصاً جذرياً أقل مقارنةً مع الأسنان الشاهدة (Mirabella et al., ١٩٩٥).

نوع سوء الإطباق Type of malocclusion:

لم يجد Vonderahe أي علاقة بين نوع سوء الإطباق والامتصاص الجذري (Vonderahe, ١٩٧٣), إلا أن البعض يعتقد أن وجود البروز الزائد وليس التغطية الزائدة يُعتبر عاملاً مؤهباً لحدوث الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً، ربما بسبب المسافة الكبيرة التي يتوجب على السن أن يقطعها من أجل تصحيح البروز (Nanekrunsan et al., ٢٠١٢).

الكثافة العظمية Bone density:

وجد Horiuchi وزملاؤه أن قرب الجذور من الصفيحة القشرية أثناء الإرجاع يُعتبر عاملاً مهماً في حدوث الامتصاص الجذري، بينما لم يكن لكمية العظم السنخي حول الجذر وكثافة الشبكة الترابيقية أي علاقة مع الامتصاص الجذري (Horiuchi et al., ١٩٩٨)

ترتيب وموقع السن (بعض الأسنان أكثر عرضة للامتصاص الجذري):

Position of the tooth in the arch:

من المعلوم أن القواطع العلوية أكثر عرضةً للامتصاص الجذري مقارنةً ببقية الأسنان، والسبب المقترح أن القواطع العلوية تتحرك عادةً مسافةً أكبر مقارنةً ببقية الأسنان كما أنها تخضع لقوة تقويمية لمدة أطول (Savage and Kokich, ٢٠٠٢). اقترحت بعض الدراسات أن الرباعيات أكثر عرضةً للامتصاص من الثنايا وقد يرجع ذلك إلى أن الرباعيات العلوية تملك أكبر نسبة من حدوث شكل الجذر غير الطبيعي (Sameshima and Sinclair, ٢٠٠٤).

العوامل الميكانيكية : Mechanical factors

يُقصد بها تلك المتعلقة بنوع آليات المعالجة التقويمية المستخدمة لتحريك السن. فقد تم دراسة العديد من عوامل الخطورة المتعلقة بالمعالجة التقويمية كخصائص القوة و نوع واتجاه حركة السن و مدة المعالجة والجهاز التقويمي المستخدم، ونظراً لكون هذه العوامل تحت سيطرة الطبيب فإن معرفة هذه العوامل قد تسمح بإنقاص الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً:

خصائص القوة Force characteristics:

ذكر Dermaut & De Munck أنه لا توجد علاقة جوهرية بين مدة تطبيق القوة ودرجة الامتصاص الجذري (Dermaut and De Munck, ١٩٨٦) ، بينما ذكر Göz & Rakosi أن مدة تطبيق القوة أمرٌ مهم عندما يتعلق الأمر بامتصاص الجذور (Göz and Rakosi, ١٩٨٩). وجد Acar وزملاؤه أن القوة المتقطعة سببت امتصاصاً جذرياً أقل عند مقارنتها مع القوة المستمرة (Acar et al., ١٩٩٩). كما يعتقد أن المستويات العالية من القوة تسبب امتصاصاً جذرياً أكبر كونها تسبب مناطق استحالة زجاجية أوسع (Roscoe et al., ٢٠١٥).

نوع الحركة السنوية التقويمية Type of OTM:

كل أنواع الحركة السنوية التقويمية تسبب درجةً ما من الامتصاص الجذري، حيث تُعتبر حركات الإماله والتورك و الحركة الجسمية جميعها عوامل خطيرة. إلا أن حركة الغرز تُعتبر الحركة الأكثر ضرراً فيما يتعلق بامتصاص الجذور نظراً لكون هذه الحركة تركز الضغط في ذروة السن (Han et al., ٢٠٠٥). كما تم اقتراح أن التوسيع الفكي السريع يؤدي إلى الامتصاص الجذري (Baysal et al., ٢٠١٢).

تسلسل الأسلاك Arch wire sequence:

لم يجد Mandall وزملاؤه أي علاقة ما بين تسلسل الأسلاك والامتصاص الجذري المحرض تقويمياً في دراستهم على ١٠٤ مرضى، تم خلالها مقارنة ثلاث طرق من تسلسل الأسلاك (Mandall et al., ٢٠٠٦).

الحاصرات ذاتية الربط Self ligating bracket :

وجد Pandis وزملاؤه أنه لافرق في كمية الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً بين الحاصرات التقليدية والحاصرات ذاتية الربط (Pandis et al., ٢٠٠٨).

المطاط بين الفكي Elastics :

إن استخدام المطاط بين الفكي كما في حالة الصنف الثاني قد يشكل عامل خطيرة على الأسنان التي تدعم المطاط، قد يكون هذا بسبب حركة القلقة التي تحدث على مثل هذا النوع من الأسنان (Mirabella et al., ١٩٩٥).

القلع Extraction:

لا يوجد في الأدب الطبي نتيجة حاسمة فيما يخص تأثير القلع على الامتصاص الجذري المحرض تقويمياً. حيث لم يجد Vonderahe أي فرق في الامتصاص بين مجموعة القلع ومجموعه اللاقلع (١٩٧٣, Vonderahe). بينما وجد Sameshima & Sinclair أن المرضى الذين أجروا قلعاً للضواحك الأولى الأربعة قد عانوا من امتصاص جذري بشكل أكبر من المرضى الذين لم يخضعوا للقلع (Sameshima and Sinclair, ٢٠٠٤).

الأجهزة الثابتة أم المتحركة Removable versus fixed appliances

ذكر Preoteasa وزملاؤه حدوث امتصاص جذري أقل في مجموعة الأجهزة المتحركة مقارنةً مع الأجهزة الثابتة (Preoteasa et al., ٢٠٠٨)، بينما لم يجد Iglesias-Linares وزملاؤه فرقاً جوهرياً في الامتصاص الجذري بين مجموعة الراصفات الشفافة ومجموعة الأجهزة التقويمية الثابتة (Iglesias-Linares et al., ٢٠١٧).

مدة المعالجة Treatment duration

ذكرت العديد من الدراسات وجود علاقة جوهريّة بين طول مدة المعالجة ودرجة الامتصاص الجذري، فكلما كانت المعالجة أطول كانت درجة الامتصاص أشد (Maués et al., ٢٠١٥).

٧.١ تبيان المشكلة Statement of the problem

أظهرت الطرق الجراحية لتسريع الحركة السنّية التقويمية فعاليةً جيدةً، إلا أن هذه الوسائل على اختلافها كانت راضيةً للعظم ومؤلمةً للمريض وتتطلب في بعض الحالات مساعدةً من قبل أخصائي جراحة فم وفكين (Nimeri et al., ٢٠١٣). لذلك كان التوجه الحديث نحو استخدام مشتقات الصفائح الدموية (البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح) في محاولة لتسريع الحركة السنّية التقويمية، كونها لا تسبب أي أذية للعظم أو رض للمريض إضافةً إلى دورها المساهم في شفاء النسيج ومقاومة الالتهاب. ونظراً لعدم وجود أي مراجعة منهجية تطرقت إلى موضوع استخدام تراكيز الصفائح الذاتية فقد تم الاعتماد على المقالات البحثية.

ذكر Liou استمرار تأثير البلازما الغنية بالصفائح لمدة ٦ أشهر بينما ذكر El- Timamy وزملاؤه أن تأثيرها قصير الأمد (حوالي شهر بعد الحقن)، إضافةً إلى أن النتائج حول فعالية الفبرين الغني بالصفائح كانت متناقضة، حيث أكد البعض دوره الإيجابي في تسريع الحركة السنّية التقويمية (Tehranchi et al., ٢٠١٨) بينما نفى البعض الآخر ذلك (Pacheco et al., ٢٠٢٠).

عند انطلاق هذه الدراسة لم تكن أي من المقالات المنشورة قد استخدمت الفبرين الغني بالصفائح بشكله القابل للحقن (I-PRF) في تقويم الأسنان والفكين، كما لم تكن أي منها قد تطرقت إلى موضوع مقارنة البلازما الغنية بالصفائح مع الفبرين الغني بالصفائح، و رغم

صدرت مقالة واحدة فقط قارنت بين هاتين المادتين منذ شهرين تقريباً إلا أنها استخدمت تصميم الفم المشطور وتم الحقن فيها فقط ضمن الرباط حول السني حول الناب، وتم الإرجاع باستخدام أسلاك جزئية مصنوعة يدوياً مما قد لا يضبط القوة بشكل مثالي، إضافةً إلى أنها لم تدرس تأثير هاتين المادتين على العظم السنخي وامتصاص الجذور واللثة (Naji et al., ٢٠٢٢).

ولذلك كان هذا العمل كأول بحث سريري يقارن بين البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن من خلال دراسة سريرية معشاة ثلاثية الأذرع، دارساً أيضاً تأثيرهما على العظم السنخي والجذور واللثة.

Chapter Two الفصل الثاني

الأهداف وفرضيات العدم

Aims and Null Hypotheses

٢. الأهداف وفرضيات العدم:

أهداف البحث :

١. المقارنة بين البلازما الغنية بالصفائح (PRP) والفبرين الغني بالصفائح القابل

للحقن (I-PRF) من حيث:

- التأثير في سرعة إرجاع الأنياب العلوية
- التأثير في ارتفاع قمة الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي للأنياب العلوية
- التأثير في ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية للأنياب العلوية
- التأثير في امتصاص جذور الأنياب العلوية
- وجود الطيات اللثوية في مواضع القلع بعد إغلاق الفراغ

فرضيات العدم:

١- لا توجد فروق جوهريّة بين البلازما الغنيّة بالصفائح (PRP) والفبرين الغني

بالصفائح القابل للحقن (I-PRF) من حيث:

- التأثير في سرعة إرجاع الأنياب العلوية
- التأثير في ارتفاع قمة الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي للأنياب العلوية
- التأثير في ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية للأنياب العلوية
- التأثير في امتصاص جذور الأنياب العلوية
- وجود الطيّات اللثوية في أماكن القلع

Chapter Three

الفصل الثالث

المواد والطرائق

Materials & Methods

٣. المواد والطرق Materials and Methods

١.٣ مكان إجراء البحث:

أُجريت مراحل المعالجة التقويمية كاملةً و استخلاص وحقن البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح في قسم تقويم الأسنان والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة حماه، بينما أُجري القلع في قسم جراحة الفم والوجه والفكين في ذات الكلية.

٢.٣ تصميم الدراسة:

دراسة سريرية مضبوطة معشاة ثلاثية الأذرع Three-arm randomized controlled clinical trial على مرضى يُستطب لديهم قلع الضواك الأولى العلوية و إرجاع الأنياب العلوية بشكل لاحق.

٣.٣ تسجيل الدراسة:

تم تسجيل الدراسة في قاعدة تسجيل الأبحاث السريرية العالمية clinicaltrials.gov ويمكن الوصول إليها عبر الرابط (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05335824>)

To learn more about this study, you or your doctor may contact the study research staff using the contact information provided by the sponsor.

Please refer to this study by its ClinicalTrials.gov identifier (NCT number): **NCT05335824**

Locations

Syrian Arab Republic

University of Damascus

Damascus, Syrian Arab Republic

Sponsors and Collaborators

Damascus University

Hama University

Investigators

Principal Investigator: Ali Ammar, DDS, MSc Department of orthodontics, Hama University, Syria

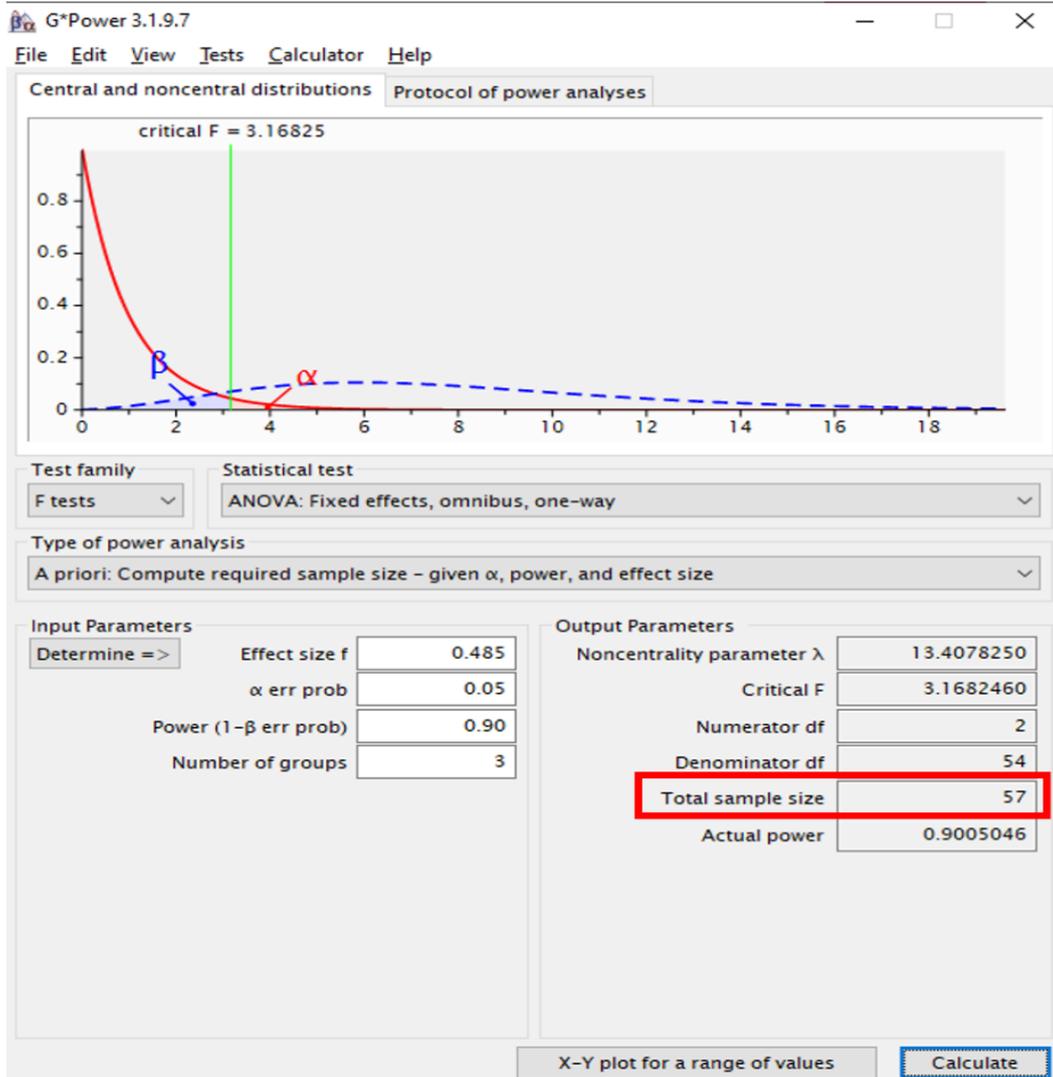
Study Director: Rabab al-Sabbagh, DDS, MSc, PhD Department of orthodontics, Hama University, Syria

Study Director: Mohammad Y Hajeer, DDS, MSc, PhD Department of orthodontics, Damascus University, Syria

الشكل ٣-١ : تسجيل الدراسة في قاعدة تسجيل الأبحاث السريرية clinicaltrials.gov

٤.٣ تقدير حجم العينة:

تم تقدير حجم العينة باستخدام برنامج G*Power الإصدار ٣.١.٩.٧ من شركة (Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Germany, ٧٣.١.٣) على مستوى دلالة ٥% (وهو احتمال حدوث خطأ من النمط الأول (Type I error) وقوة اختبار ٩٠% (وهو احتمال كشف فرق جوهري عندما يكون هذا الفرق موجوداً بالفعل) حيث كان أقل فرق جوهري يُراد الكشف عنه هو ٠.٥ مم في الشهر، وباعتماد الانحراف المعياري ١.٠٣ مم المأخوذ من دراسة سابقة (Alkebsi et al., ٢٠١٨)، حيث أن حجم التأثير هو ٠.٤٨٥. علماً أن الاختبار الاحصائي المستخدم هو اختبار One-way ANOVA. كان العدد المطلوب هو ٥٧ مريضاً، تم إضافة ٣ مرضى تحسباً لانسحاب أي مريض لاحقاً ليصبح العدد الإجمالي ٦٠ مريضاً.



الشكل ٣-٢: حساب حجم العينة

٥.٣ أفراد العينة :

تمت مراجعة السجلات الموجودة في قسم تقويم الأسنان والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة حماه، واستدعاء المرضى الذين تشمل سجلاتهم تشخيصاً أولياً كحالات صنف ثانٍ نموذج أول ممن تتراوح أعمارهم بين ١٨ و ٢٥ عام. إضافةً إلى ذلك تم متابعة ورود المرضى إلى قسم تقويم الأسنان والفكين خلال مدة جمع العينة نفسها بهدف استكمال بناء العينة.

خضع هؤلاء المرضى والبالغ عددهم (١٠٢) مريضاً إلى فحص دقيق ضمن قسم تقويم الأسنان والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة حماه، حيث تم أخذ القصة المرضية الكاملة والتاريخ الطبي والسني لجميع المرضى من قبل الطبيب الباحث وتسجيلها ضمن بطاقة فحص خاصة معتمدة من قبل قسم تقويم الأسنان والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة حماه، ومن ثم إجراء فحص شامل داخل وخارج فموي لكل مريض لتكوين فكرة سريرية واضحة عن العلاقات الهيكلية

والإطباقية الرحوية والناابية والعلاقة القاطعية والبعد العمودي للوجه لانتقاء المرضى المناسبين للدراسة.

١.٥.٣ معايير الإدخال:

١. مرضى بالغون بإطباق دائم، ذكور وإناث، الفئة العمرية: ١٨-٢٥ سنة.
٢. مرضى سوء إطباق صنف ثاني نموذج أول حسب تصنيف Angle وبحاجة إلى قلع الضواحك الأولى العلوية فقط كجزء من خطة المعالجة مع تحقيق الشروط التالية:
 - ✓ صنف ثاني هيكلي خفيف أو متوسط ($4 < ANB < 8$) (Alikhani et al., ٢٠١٣)
 - ✓ بروز أقل من ١٠ مم (Alikhani et al., ٢٠١٣)
 - ✓ نموذج وجهي طبيعي أو طويل (المقيم سريرياً والمثبت لاحقاً شعاعياً من خلال الزوايا السفالومترية (SN-MP, MM, Y axis))
 - ٣. ازدحام خفيف أو متوسط على القوس السنية العلوية
 - ٤. وجود كامل الأسنان العلوية (لا يتضمن ذلك الأرحاء الثالثة)
 - ٥. صحة فموية وحول سنية جيدة: حُكم على ذلك سريرياً من خلال المشعرات حول السنية التالية:

- مشعر اللويحة Plaque index $1 \geq$ (Silness and Loe, ١٩٦٤)
- مشعر اللثة Gingival index $1 \geq$ (Silness and Loe, ١٩٦٤)
- عمق السبر لا يتجاوز ٣ مم لأي سن من الأسنان
- عدم وجود دليل شعاعي على امتصاص عظمي.

٢.٥.٣ معايير الإخراج:

تم استبعاد المرضى الذين لديهم واحدة أو أكثر من الصفات التالية:

- ١- المرضى الذين لديهم حالة صحية عامة تؤثر على الحركة السنية أو تخثر الدم (ملحق رقم ١)
- ٢- المرضى الذين خضعوا لمعالجة تقويمية سابقة.
- ٣- وجود دليل على امتصاص أو تشوه في جذور الأنياب العلوية
- ٤- المرضى المدخنون (Michelogiannakis et al., ٢٠١٨)
- ٥- المرضى الذين لديهم عوز مناعي
- ٦- الرضوض والتشوهات السنية الفكية أو وجود أسنان زائدة أو منطمرة.

٧- المرضى الذين لديهم صحة فموية سيئة أو مرض حول سني فعال.

٣.٥.٣ انتقاء أفراد العينة:

نتيجة الفحص السريري الأولي تم استبعاد (١٦) مريضاً ممن لم تنطبق عليهم معايير الإدخال، أما بقية المرضى فقد أُجريت لهم السجلات التقييمية قبل العلاجية التي تضمنت ما يلي:

- ✓ الصور الضوئية داخل وخارج فموية.
- ✓ الصور البانورامية للفكين: لأخذ فكرة شاملة عن صحة الأسنان في الفكين والنسج المحيطة بها.
- ✓ الصور القياسية الرأسية الجانبية: حيث أُجريت القياسات والتحليل المطلوبة من أجل وضع خطة المعالجة الشاملة الصحيحة
- ✓ أمثلة الدراسة الجبسية: أُخذت طبقات أولية باستخدام كجة وملوكة (الشكل ٣-٣) وطابع تقييمية بلاستيكية خاصة وألجينات (الشكل ٣-٤) من شركة (Cavex® Holland BV, Haarlem, Netherlands)، ثم تم صب الطبقات وصنع القواعد الخاصة باستخدام الجبس التقييمي، كما تم تسجيل العضة الشمعية باستخدام شمع الصف الأحمر (Modelling wax; Kemdent®، Purton, Swindon, UK).

دُرست هذه السجلات من خلال تطبيق التحليل التقييمية التشخيصية لوضع تشخيصٍ صحيحٍ ودقيقٍ عن وجود استطبابٍ لقلع الضواحك الأولى العلوية وإرجاع الأسنان الأمامية لتحقيق الأهداف الجمالية والوظيفية المطلوبة.



الشكل ٣- ٣ : الكجة والملوقة المستخدمة الشكل ٣- ٤ : الألبينات المستخدمة في البحث

بلغ عدد المرضى الذين وافقوا معايير الإدخال بدقة (٧٥) مريضاً، تم إعلامهم بتفاصيل الدراسة وذلك تماشياً مع أخلاقيات البحث العلمي التي تقتضي ضرورة ذلك. قُدمت لهم ورقة المعلومات Information Sheet ليقرأوها (ملحق رقم ٢) متضمنةً شرحاً مكتوباً عن هذه الدراسة وأهدافها ودورهم فيها، وتمت الإجابة عن جميع استفساراتهم، ومن ثم تم أخذ الموافقة المعلمة (المستتيرة) Informed consent في حال القبول بالمشاركة (ملحق رقم ٣)

تم الحصول على الموافقة المعلمة من (٦٧) مريضاً، حيث رفض (٨) مرضى المشاركة في الدراسة.

تم اختيار (٦٠) مريضاً عشوائياً من المرضى الـ (٦٧) الذي وافقوا على الاشتراك في الدراسة، أما بقية المرضى الذين تم استبعادهم من العينة عبر المراحل السابقة والبالغ عددهم ٤٢ مريضاً، فقد تم تسجيل أسمائهم ليُصار إلى علاجهم من قبل طلاب الدراسات العليا في قسم تقويم الأسنان والفكين حسب الأصول المتبعة في القسم.

٤.٥.٣ التخصيص والتوزيع العشوائي للعينة:

تم إجراء العشوة على مرحلتين:

الأولى: وهي اختيار (٦٠) مريضاً من أصل المرضى (ال ٦٧) الذين وافقوا على الاشتراك في الدراسة. حيث تم إعطاء المرضى أرقاماً من ١ وحتى ٦٧ وذلك حسب التسلسل الأبجدي لأسماء المرضى، ثم تمت الاستعانة ببرنامج Microsoft Excel[®] لتوليد ٦٠ رقماً عشوائياً باستخدام الدالة (١,٦٧)RANDBETWEEN

الثانية: وهي توزيع المرضى (ال ٦٠) على ثلاث مجموعات بنسبة تخصيص (١:١:١) بعد انتهاء مرحلة الرصف والتسوية وقبل البدء بإرجاع الأنياب، وذلك باتباع الطريقة العشوائية اليدوية البسيطة، من خلال الطلب من كل مريض مشارك بالبحث التقاط ظرف مختوم من داخل صندوق بلاستيكي أسود يحتوي على (٦٠) ظرفاً متطابقاً، ٢٠ منها تحوي أوراقاً كُتبت عليها (PRP) بمعنى أن هذا المريض سيكون ضمن مجموعة البلازما الغنية بالصفائح و ٢٠ أخرى تحوي أوراقاً كُتبت عليها (I-PRF) بمعنى أن هذا المريض سيكون ضمن مجموعة الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن أما ال ٢٠ ظرفاً المتبقية فتحوي أوراقاً كُتبت عليها (Control) بمعنى أن هذا المريض سيكون في المجموعة الشاهدة.

وبالتالي تألفت العينة من ثلاث مجموعات:

مجموعة شاهدة (Control): وتشمل ٢٠ مريضاً (١٢ أنثى و ٨ ذكور بمتوسط عمري ٢٠.٦±٢٠.١ سنة) لم يتم حقن أفرادها بأي مادة.

مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (PRP): وتشمل ٢٠ مريضاً (١٠ إناث و ١٠ ذكور بمتوسط عمري ٢٠.٩±٢٠.٣ سنة) تم حقن أفرادها بالبلازما الغنية بالصفائح.

مجموعة الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن (I-PRF) : وتشمل ٢٠ مريضاً (١٤ أنثى و ٦ ذكور بمتوسط عمري ٢١.٨±١.٨ سنة) تم حقن أفرادها بالفبرين الغني بالصفائح. وستذكر خلال البحث باسم (مجموعة الفبرين الغني بالصفائح).

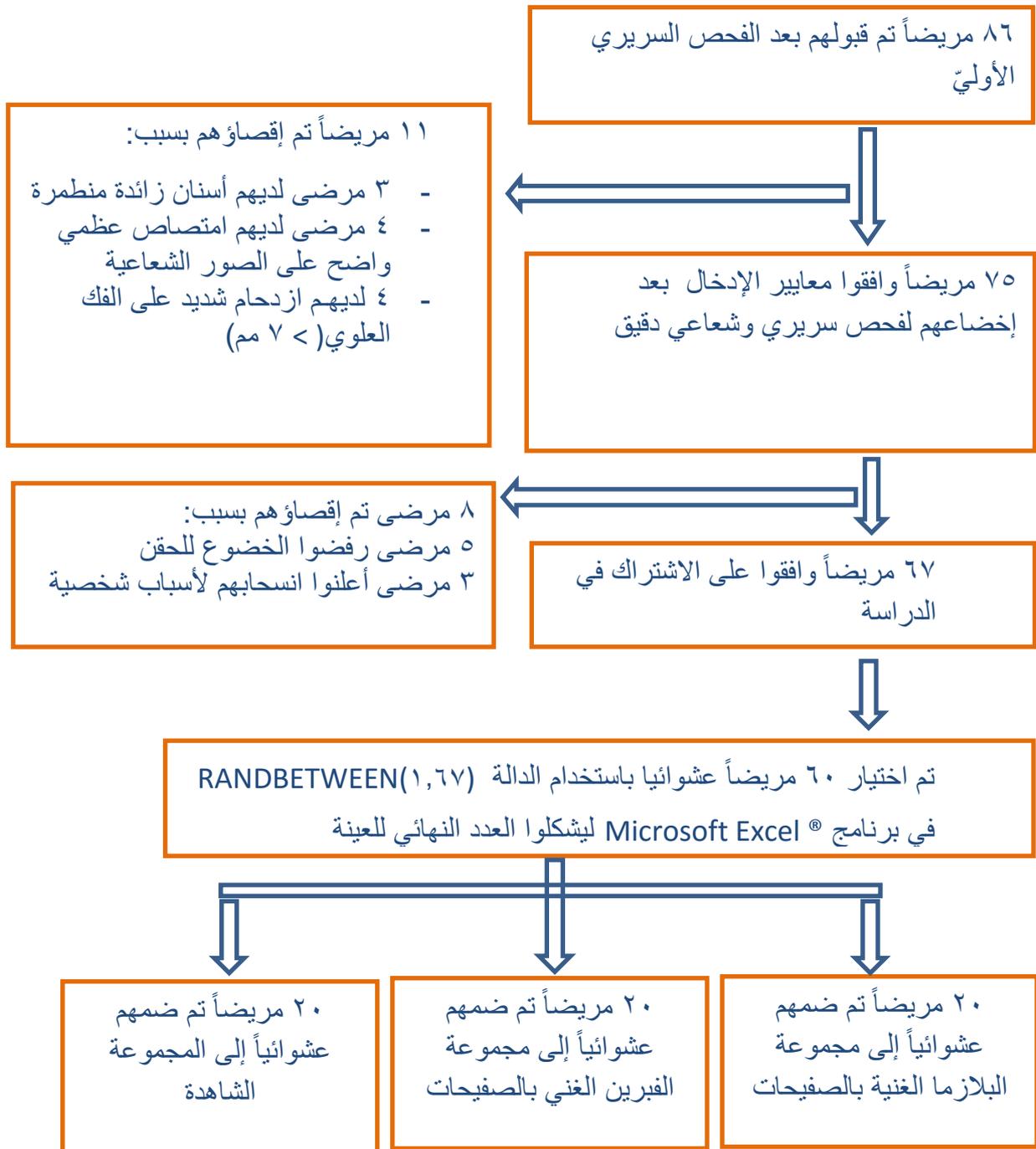
لم ينسحب أي مريض من العينة خلال إجراء البحث.

ويبين المخطط التدفقي التالي (الشكل ٣-٥) تسلسل اختيار المرضى والعدد النهائي لعينة الدراسة:

١٦ مريضاً تم استبعادهم بعد الفحص السريري الأولي والقصة المرضية:
- ٤ مرضى لديهم فقدان أسنان دائمة
- ٤ مرضى لديهم معالجة تقويمية سابقة
- ٥ مرضى مدخنين
- ٣ مرضى لديهم أمراض تؤثر على الحركة السنية أو تخثر الدم

تم استبعاد ١٠٢ مريضاً كان تشخيصهم الأولي كحالات صنف ثانٍ نموذج أول





الشكل ٣-٥: مخطط تدفقي يوضح مراحل انتقاء أفراد العينة وتوزيعهم

٦.٣ مراحل إنجاز البحث في عينة الدراسة:

١.٦.٣ المواد المستخدمة:

١- أدوات الفحص السريري :

مرآة - مسبر - ملقط - مسبر لثوي (حول سني) (الشكل ٦-٣ و الشكل ٧-٣)



الشكل ٣ - ٧: مسبر لثوي

الشكل ٣ - ٦ : أدوات الفحص

٢- أدوات المعالجة التقويمية التقليدية :

حامل مطاط فصل - عصا عض - محددة حاصرات - موسكيتو - حامل حاصرات -
قطاعات أسلاك (مستقيمة و وحشية) - فاتح فم- ماصات لعاب.

٣- مواد الجهاز التقويمي:

- حاصرات معدنية بشق ٠.٠٢٢ إنش وصفة MBT من نوع PINNACLE من شركة (Ortho Technology®, West Columbia, SC, USA) (الشكل ٨-٣)
- أطواق للأرجاء الأولى العلوية مزودة بأنابيب بارتفاع ٠.٠٢٢ إنش وصفة MBT نوع ٢.٠ TruFit من ذات الشركة (الشكل ٩-٣)



الشكل ٣-٨: الحاصرات المستخدمة في البحث الشكل ٣-٩: الأطواق المستخدمة في البحث

- تيوبات تقويمية (أنابيب) بارتفاع ٠.٠٢٢ إنش وصفة MBT من شركة (Ortho Technology®, West Columbia, SC, USA) تم استخدامها في بعض الحالات

على الفك السفلي، وفي الفك العلوي بعد تحقيق التماس بين الضاحك الثاني والنايب العلوي بعد انتهاء الدراسة من أجل إنهاء الحالة سريرياً.

- أسلاك من النيكل تيتانيوم وأخرى من الستانلس ستيل من شركة (Ortho Technology®، West Columbia, SC, USA) الشكل (١٠-٣)
- مطاط ربط و مطاط فصل وأسلاك ربط من شركة (Ortho Technology®، West Columbia, SC, USA)



الشكل ٣- ١٠: الأسلاك المستخدمة في البحث

٤- أدوات تهيئة الميناء:

- معجون خفان خالٍ من الفلور من إنتاج شركة Voco®، Cuxhaven, Germany
- قبضة يدوية بطيئة (ميكروتور) من إنتاج شركة (NSK®، Nakanishi, Japan) ومجموعة من الفراشي الخاصة بها (الشكل ٣- ١١ والشكل ٣- ١٢)



الشكل ٣- ١٢: فراشي قبضة ميكروتور



الشكل ٣- ١١: قبضة ميكروتور

٥- مواد وأدوات الإلصاق:

- مخرش (حمض الفوسفور) بتركيز ٣٧% من شركة Choon (Meta Biomed®، Chong Buk-Do, Korea) (الشكل ٣-١٣)
- كمبوزيت و مادة رابطة (بوند) نوع Resilience من شركة Ortho Technology®، WestColumbia, SC, USA) (الشكل ٣-١٤)
- إسمنت زجاجي شاردي من شركة Cavex® Holland BV, Haarlem, Netherlands) لإصاق الأطواق (الشكل ٣-١٥)
- جهاز تصليب ضوئي من إنتاج شركة (APOZA®, Taiwan) (الشكل ٣-١٦).



الشكل ٣-١٣: الحمض المخرش المستخدم الشكل ٣-١٤: الكومبوزيت المستخدم (ضوئي التصليب)

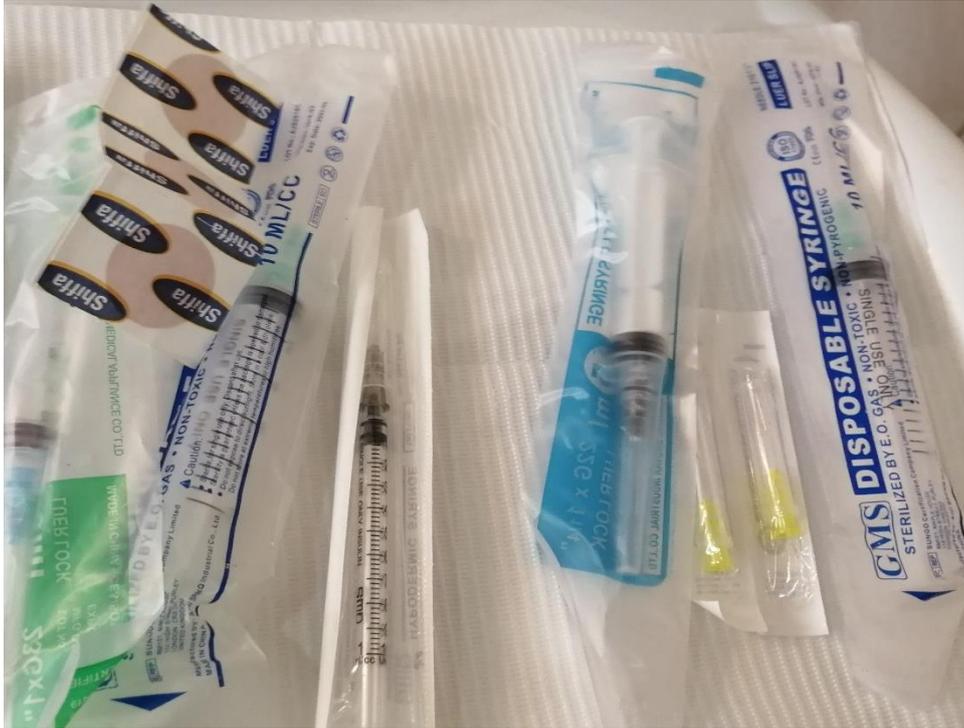


الشكل ٣-١٦: جهاز التصليب الضوئي

الشكل ٣-١٥: الإسمنت الزجاجي الشاردي

٦- مواد البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح:

- ✓ محاقن بلاستيكية (سرنغات) قياسات متعددة و رؤوس إبر قياس ٣٠ G من شركة Anji Speng industrial CO LTD تُستخدم في سحب الدم ومراحل العمل المختلفة وصولاً إلى الحقن (الشكل ٣-١٧).
- ✓ أنابيب بلاستيكية تحوي مانع تخثر (سِتْرَاتُ الدِكْستْرُوزِ الحَمْضِيَّةِ ACD-A) من شركة Hebi xinile sc& tech co.ltd بسعة ١٠ مل (الشكل ٣-١٨)
- ✓ أنابيب بلاستيكية جافة ومعقمة لاتحوي أي مادة من أجل التثقيب الثاني للبلازما الغنية بالصفائح بسعة ١٠ مل من شركة Hebi xinile sc&tech co.ltd (الشكل ٣-١٨)
- ✓ أنابيب بلاستيكية جافة ومعقمة لا تحوي أي مادة من أجل الفبرين الغني بالصفائح بسعة ١٠ مل من شركة Hebi xinile sc&tech co.ltd (الشكل ٣-١٩)
- ✓ مثقلة (Hettich®, Kirchlengern, Germany)
- ✓ رباط ضاغط وقطن وبوفيدون
- ✓ محقنة وأمبولات تخدير تحوي ٢٪ Lidocaine HCL مع Epinerphrine - ١/٨٠٠٠٠ من شركة Newcaina®, New stetic, Colombia



الشكل ٣-١٧: محاقن قياسات مختلفة ورؤوس إبر قياس ٣٠ (صفراء)



الشكل ٣-١٨: زوج من الأنابيب يحوي أحدهما مانع تخثر تُستخدم في تحضير البلازما الغنية بالصفائح



الشكل ٣-١٩: زوج من الأنابيب البلاستيكية الجافة والمعقمة المخصصة للفبرين الغني بالصفائح

٢.٦.٣ إجراءات المرحلة الأولى من المعالجة (قبل البدء بإرجاع الأنياب العلوية):

تم وضع مطاط فصل للأرجاء الأولى العلوية لمدة ٣-٥ أيام، وبعد ذلك تم اختيار الأطواق المناسبة للأسنان من أجل صنع قوس حنكي معترض من الفولاذ اللاصدي (TPA)، تم تركيبه في الجلسة اللاحقة بعد إجراء تنظيف للأسنان باستخدام فراشي التقليل وإجراء تطهير للأطواق باستخدام الكحول ومن ثم تجفيفها، وقد تم استخدام الإسمنت الزجاجي الشاردي لإصاق القوس الحنكي المعترض، حيث تم مزجه وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة.

تم وضع الأطواق على الأسنان بثبات و إزالة أي زوائد من مادة الإصاق من الحواف الإطباقية والعنقية للأطواق، تم إصاق كل الأقواس من قبل الباحث.

تم بعد ذلك إحالة المرضى إلى قسم جراحة الفم والوجه والفكين لإجراء قلع الضواحك الأولى العلوية من قبل نفس الجراح لتقليل الاختلاف (الشكل ٣-٢١).



الشكل ٣-٢٠: الحالة قبل العلاج الشكل ٣-٢١: بعد تطبيق الـ TPA وإجراء القلع

في الجلسة التالية نُظِّفَت السطوح الدهليزية للأسنان العلوية باستخدام فراشي تقليل موضوعة على قبضة دواراة بسرعة بطيئة لمدة ١٠ ثوان، ومن ثم تم غسل الأسنان بتيار من الماء و الهواء، بعد ذلك تم عزل الفكين باستخدام اللفافات القطنية وماصات اللعاب.

تم التخريش باستخدام حمض الفوسفور ٣٧% لمدة ٣٠ ثانية ومن ثم تم الغسل بالماء بشكل جيد للتخلص من جميع آثار الحمض وتجفيفها بالهواء للحصول على المنظر الطبشوري .

بعد ذلك تمّ استخدام المادة الرابطة (البوند) والكومبوزيت في إصاق الحاصرات وضغطها على سطح الميناء، وتم إزالة أي زوائد وتم التصليب الضوئي للكومبوزيت لمدة ٢٠ ثانية من الناحية الإطباقية و ٢٠ ثانية من الناحية اللثوية. بعد وضع الحاصرات أُجريت عملية الرصف والتسوية للأقواس السنية باستخدام الأسلاك التقويمية وبفاصل زمني قدره ثلاثة أسابيع بين كل جلستين متتاليتين لتبديل الأسلاك، و ذلك وفق التسلسل التالي:

أسلاك مدورة من النيكل تيتانيوم بقياس ٠.٠١٢ إنش، ثم ٠.٠١٤ إنش، ثم ٠.٠١٦ إنش، ثم أسلاك مضلعة من النيكل تيتانيوم بقياس ٠.٠١٦*٠.٠٢٢ إنش، ثم ٠.٠١٧*٠.٠٢٥ إنش، ثم ٠.٠١٩*٠.٠٢٥ إنش، وأخيراً سلك مضلع من الفولاذ اللاصدئ (ستانلس ستيل) بأبعاد ٠.٠١٩*٠.٠٢٥ إنش والذي تمّ اعتباره السلك القاعدي (Attri et al., ٢٠١٨).

للتأكد من إتمام عملية الرصف والتسوية وُضع السلك الفولاذي الأخير في فم المريض لمدة ثلاثة أسابيع إضافية ليصبح حيادياً قبل البدء بعملية الإرجاع. كما أنه قد طُلب من المرضى مراجعة الباحث مباشرةً عند حدوث أي انفكك لأي حاصرة عن السن كي تتم إعادة إصاقها فوراً (Alkebsi et al., ٢٠١٨).

بعد إتمام عملية الرصف والتسوية أخذت صور ضوئية وطبعة ألجينات للقوس السنية العلوية من أجل صنع الأمثلة الجبسية، ثم أرسل المرضى في ذات اليوم إلى مركز الأشعة ليصار إلى أخذ صور CBCT للفك العلوي بخطوات سيتم ذكرها لاحقاً. ليتم في اليوم التالي إجراء الحقن للمرضى كل في مجموعته (البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح)



الشكل ٣-٢٢: انتهاء الرصف والتسوية الشكل ٣-٢٣: المثال الجبسي بعد انتهاء الرصف والتسوية

٣.٦.٣ إجراءات المرحلة الثانية من المعالجة (حقن البلازما الغنية بالصفائح - حقن الفبرين الغني بالصفائح)

تم تنفيذ الحقن من قبل الباحث وبالتالي لم يكن ممكناً في هذه المرحلة تطبيق التعمية بهدف تجنب الانحياز في الأداء.

١.٣.٦.٣ طريقة الحصول على البلازما الغنية بالصفائح

تم سحب ٢٠ مل من الدم من المريض (الشكل ٣-٢٤)، تم إرسال ١ مل منها إلى المختبر من أجل دراسة عدد الصفائح، بينما وُضعت الكمية المتبقية في أنابيب بلاستيكية تحوي مادة سترات الدِكْستروز الحَمْضِيَّة (ACD-A) كمانع تخثر (الشكل ٣-٢٥).



الشكل ٣-٢٤: سحب الدم لإعداد البلازما الغنية بالصفائح الشكل ٣-٢٥: وضع الدم في الأنابيب

وضعت الأنابيب في المثقلة لمرة أولى بسرعة ١٠٠٠ دورة بالدقيقة لمدة ١٢ دقيقة في درجة حرارة الغرفة (الشكل ٣-٢٦)، مما أدى إلى فصل الدم الموجود في الأنبوب إلى ثلاث طبقات الكريات الحمراء في الأسفل

✓ الصفائح في المنتصف

✓ البلازما الفقيرة بالصفائح في الأعلى (الشكل ٣-٢٧).



الشكل ٣-٢٧: البلازما بعد التثقيب الأول

الشكل ٣-٢٦ : وضع الأنابيب في المثقلة

تم استبعاد معظم كريات الدم الحمراء عن طريق سحب البلازما الفقيرة بالصفائح (الطبقة العلوية) والطبقة الغنية بالصفائح (الطبقة المتوسطة) وبعض الكريات الحمراء (التي تم سحبها خلال سحب آخر الطبقة المتوسطة) وذلك باستخدام محقنة معقمة (الشكل ٣-٢٨)، ونقلهم إلى أنابيب أخرى (لا تحوي مادة مانعة للتخثر) (الشكل ٣-٢٩) ليتم تثقيبها مرة أخرى بسرعة ٣٠٠٠ دورة في الدقيقة لمدة ٨ دقائق.



الشكل ٣-٢٩: نقل البلازما إلى الأنبوب الثاني

الشكل ٣-٢٨: سحب البلازما بعد التثقيب الأول

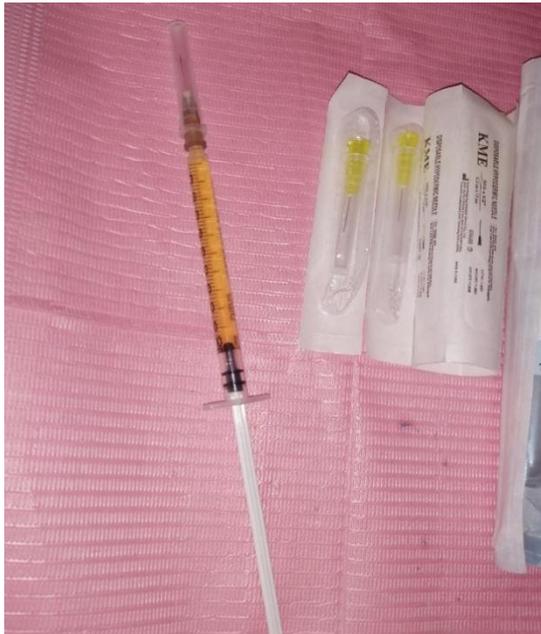
بعد التثقيب الثاني (الشكل ٣-٣٠)، تم سحب كمية البلازما الغنية بالصفائح باستخدام محقنة معقمة دون تأخير خوفاً من انتشار الصفائح إلى منطقة البلازما الفقيرة بالصفائح مما يقلل من تركيزها (الشكل ٣-٣١) (Liou, ٢٠١٦).

تم نقل البلازما الغنية بالصفائح إلى محاقن بسعة ١ مل (الشكل ٣-٣٣) تمهيداً للحقن الذي سيتم باستخدام رأس إبرة قياس ٣٠G (أصفر اللون) ، كما تم إرسال ١ مل من البلازما الغنية بالصفائح للمختبر للتأكد من عدد الصفائح.

تراوح عدد الصفائح في عينات الدم الأولى للمرضى من (٢٠٠٠٠٠-٤٢٠٠٠٠/مم^٣)، بينما بلغ عدد الصفائح في البلازما الغنية بالصفائح بعد انتهاء تحضيرها ٣ أضعاف العدد الأولي تقريباً.



الشكل ٣-٣٠: البلازما بعد التنفيل الثاني الشكل ٣-٣١: سحب البلازما الغنية بالصفائح



الشكل ٣-٣٢: البلازما الغنية بالصفائح الشكل ٣-٣٣: نقل البلازما إلى محاقن ١ مل

٢.٣.٦.٣ طريقة الحصول على الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن:

تم سحب ٢٠ مل من الدم من المريض (الشكل ٣-٣٤)، تم إرسال ١ مل منها إلى المختبر من أجل دراسة عدد الصفائح، بينما وضعت الكمية المتبقية في أنابيب بلاستيكية جافة ومعقمة لا تحوي أي مانع تخثر (الشكل ٣-٣٥).

تم وضع الأنابيب بسرعة قبل حدوث التخثر في المثلة (الشكل ٣-٣٦) التي تم إعدادها مسبقاً ببرنامج ٧٠٠ دورة في الدقيقة لمدة ثلاث دقائق (Miron et al., ٢٠١٧) مما أدى إلى فصل الدم إلى طبقتين:

- طبقة الكريات الحمراء في الأسفل
- طبقة الفبرين الغني بالصفائح في الأعلى (الشكل ٣-٣٧)

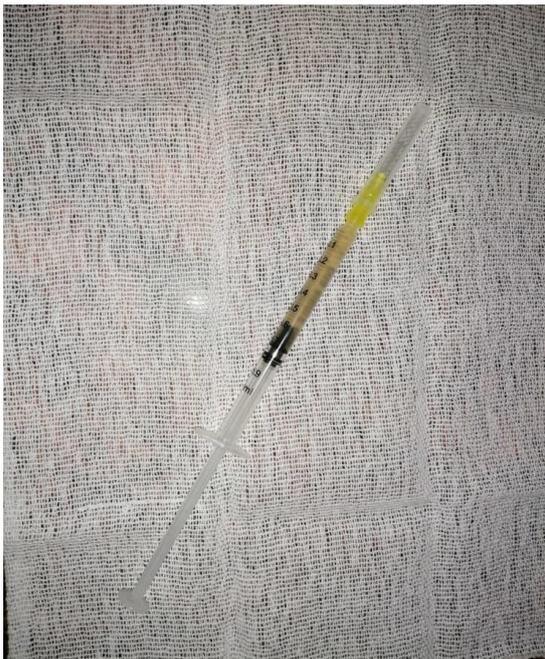


الشكل ٣-٣٤: سحب الدم لإعداد الفبرين الغني بالصفائح الشكل ٣-٣٥: وضع الدم في الأنابيب

تم سحب الفبرين الغني بالصفائح من الأنابيب باستخدام محقنة معقمة (الشكل ٣-٣٨) و نقله إلى محاقن بسعة ١ مل تمهيداً للحقن الذي سيتم باستخدام رأس إبرة قياس ٣٠ G (أصفر اللون) (الشكل ٣-٣٩)



الشكل ٣-٣٦: وضع الأنابيب في المثقلة الشكل ٣-٣٧: الفبرين الغني بالصفائح بعد التنفيل



الشكل ٣-٣٨: سحب الفبرين الغني بالصفائح الشكل ٣-٣٩: الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن

٣.٣.٦.٣ مراحل الحقن :

قبل الحقن تم إجراء تخدير موضعي للمناطق الهدف للسيطرة على الألم (الشكل ٣-٤٠)، وذلك باستخدام محقنة ورأس إبرة قياس ٢٧G وأمبولات تخدير تحوي ٢٪ Lidocaine HCL مع Epinerphrine ١/٨٠٠٠٠، تم بعد ذلك الانتظار مدة ١٠ دقائق.



الشكل ٣-٤١: حقن البلازما الغنية بالصفائح

الشكل ٣-٤٠: التخدير الموضعي

تم حقن ٠.١٥ مل من البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن (كل في مجموعته) في الرباط حول السني على السطح الوحشي للنانب العلوي والزائويتين الوحشية الدهليزية والوحشية الحنكية (٠.٠٥ مل لكل نقطة حقن)، ثم تم إجراء حقن تحت المخاطية الدهليزية للنانب العلوي (١ مل) و المخاطية الحنكية للنانب العلوي (٠.٥ مل) (El-Timamy et al., ٢٠٢٠). وقد تم الحقن في الجهتين اليمنى واليسرى لكل مريض بنفس الكميات تماماً قبل إرجاع الناب مباشرةً و أعيد تكرار الحقن (العملية السابقة) بعد ٨ أسابيع .

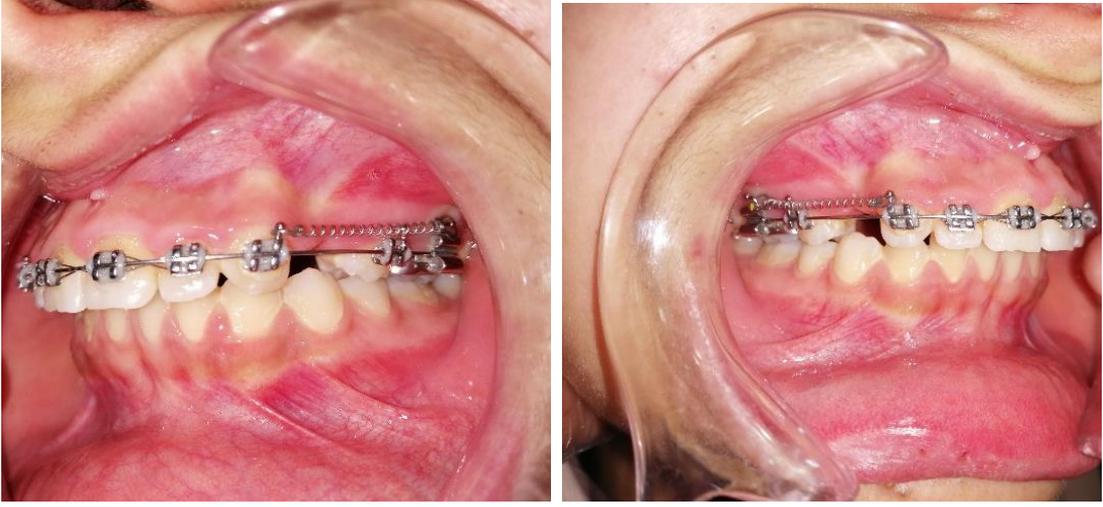


الشكل ٣-٤٣: الحقن في الرباط

الشكل ٣-٤٢: حقن الفبرين الغني بالصفائح حنكياً

٤.٦.٣ إجراءات المرحلة الثالثة من المعالجة (إرجاع الأنياب العلوية):

بدأ إرجاع الأنياب العلوية بعد حقن (البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن) مباشرةً. وذلك باستخدام التقنية الانزلاقية على الأسلاك القاعدية من خلال تطبيق نوابض مغلقة مصنوعة من النيكل تيتانيوم بطول ٩ مم من شركة (American Orthodontics®, Sheboygan, WI) (الشكل ٣- ٤٤) ممتدة بين خطاف حاصرة الناب إلى خطاف طوق الرحى الأولى العلوية في كل جانب، بحيث يطبق كل نابض قوة إرجاع قدرها ١٥٠ غ، وتم التأكد من مقدار القوة المطبقة باستخدام الربيعة التقويمية داخل الفموية من شركة (Dentaurum, Ispringen, Germany) (٠٤٠-٧١١-٠٠)



الشكل ٣- ٤٤: بدء إرجاع الأنياب العلوية

تمّ تحديد مواعيد مراجعة للمرضى كل أسبوعين، في كل زيارة كان يتم التأكد من مقدار القوة التي يطبقها النابض و تعديلها عند الحاجة (استبدال النابض بنابض أقصر طولاً) لإبقائها بمقدار ١٥٠ غ، كما كان يتم فحص الجهاز وعناصره من أجل أي تشوه أو انفلات بسبب المضغ، إضافةً إلى التأكد من عدم وجود تداخلات إطباقية قد تؤثر سلباً على حركة الناب، استمرت عملية الإرجاع حتى وصول الأنياب لعلاقة صنف أول.

١.٤.٦.٣ أزمدة أخذ الطبقات العلوية والمسح ثلاثي الأبعاد للأمثلة الجبسية:

أخذت طبقات الفك العلوي باستخدام الألبينات (Cavex® Holland BV, Haarlem, Netherlands) وتم صبها باستخدام الجبس التقويمي ، ومن ثم تمت كتابة اسم المريض والمرحلة الزمنية على الأمثلة وذلك في الأزمنة التالية:

✓ (T٠) قبل البدء بإرجاع الأنثاب (بعد انتهاء الرصف والتسوية)

✓ (T١) بعد ٤ أسابيع من بدء إرجاع الأنثاب العلوية

✓ (T٢) بعد ٨ أسابيع من بدء إرجاع الأنثاب العلوية

✓ (T٣) بعد ١٢ أسبوعاً من بدء إرجاع الأنثاب العلوية

✓ (T٤) بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الأنثاب العلوية

لم يصل أي من المرضى لعلاقة نابية من الصنف الأول قبل الشهر الرابع، وبالتالي حصلنا خلال أزمدة التقييم على ٥ طبقات و ٥ أمثلة جبسية لكل مريض.

تم مسح الأمثلة الجبسية التي حصلنا عليها باستخدام الجهاز المسح Identica Hybrid من إنتاج شركة (MEDIT®, Seoul, Korea) والموجود لدى فني مخبري في مدينة حماه، حيث يُمكن الجهاز المسح Identica Hybrid (الشكل ٣-٤٥) من الحصول على بيانات ثلاثية الأبعاد عالية الجودة بشكل سريع وعالي الدقة للأمثلة الجبسية، وهو سهل الاستخدام من قبل أي ممارس سني في العيادة.



الشكل ٣- ٤٥: الجهاز المسح Identica Hybrid

ويظهر الجدولان (١-٣ و ٢-٣) مواصفات الجهاز المسح ومتطلبات الحاسوب الذي يقوم بتشغيل البرنامج الخاص بالجهاز.

| الجدول (١-٣): مواصفات الجهاز المسح | |
|------------------------------------|-------------------------|
| المواصفات | الفئة |
| Mono ١.٣ (MP), Color ٥.٠ (MP) | مواصفات الكاميرا المسحة |
| ٨٠ mm*٦٠mm*٦٠mm | مساحة منطقة المسح |
| ٢٩٠mm*٢٩٠mm*٣٤٠mm | الحجم |
| KG ١٦ | الوزن |
| LED | مصدر الضوء |
| أزرق | لون الضوء |
| USB ٣.٠ B type | طريقة التوصيل |
| Ac ١٠٠-٢٤٠v , ٥٠-٦٠ Hz | الطاقة |

| الجدول (٢-٣) متطلبات الحاسوب من أجل تشغيل برنامج الجهاز المسح | |
|---|----------------------------|
| Intel i٧@ ٣.٤٠ GHz أو أعلى | وحدة المعالجة المركزية CPU |
| ١٦ G أو أعلى | الذاكرة العشوائية RAM |
| NVIDIA (٢GB) أو أعلى | كرت الشاشة Graphic Card |
| Windows ٧, ٦٤ Bit أو أعلى | نظام التشغيل |

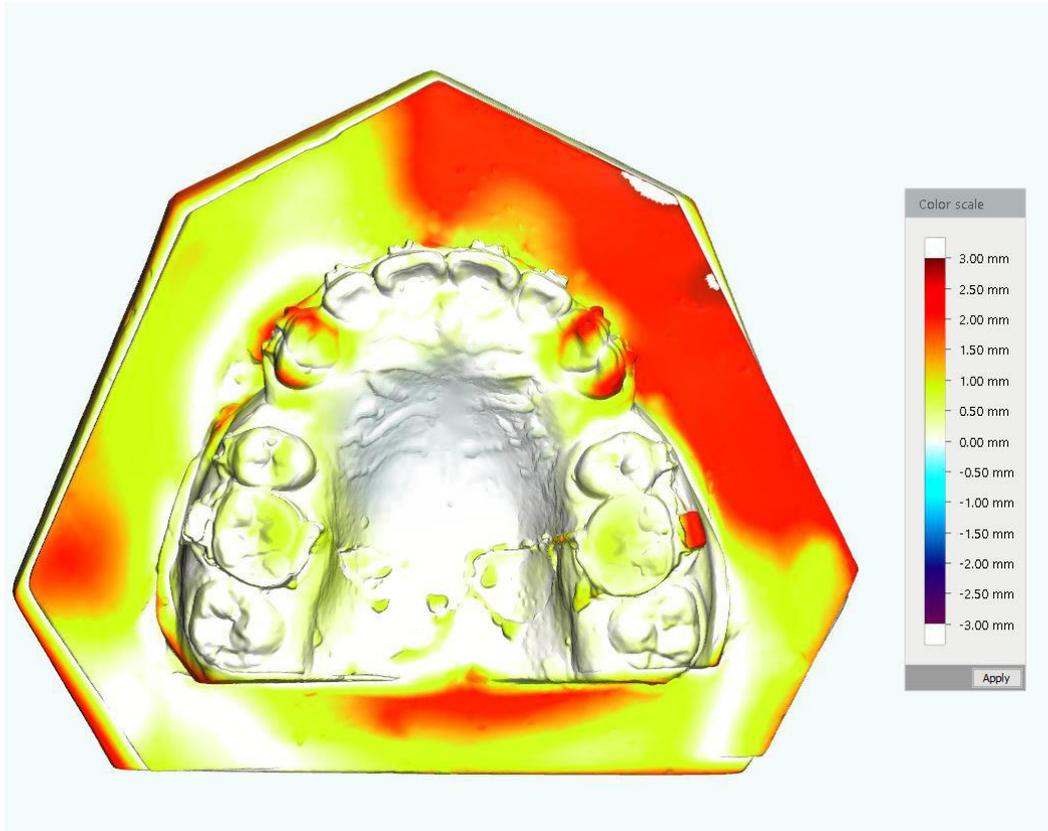
يتم العمل على الجهاز المسح Identica Hybrid من خلال برنامج المسح Identica ScanTM الذي يُعد سهل الاستخدام ويعمل على الحصول على بيانات المسح الضوئي بشكل تلقائي مما يوفر الوقت ويزيد من الإنتاجية.

تم حفظ ملفات الأمثلة الممسوحة بصيغة STL لتتم قراءتها باستخدام البرنامج الحاسوبي Ortho analyzerTM software من شركة (3shape, Copenhagen, Denmark)، وهو عبارة عن برنامج حاسوبي يسمح لأخصائي التقويم بدراسة النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد الناتجة عن عملية المسح الليزري للأمثلة الجبسية وإجراء التحاليل السنوية والقياسات اللازمة على أمثلة الدراسة في الاتجاهات الثلاثة، كما يتميز البرنامج بسهولة حفظ البيانات وإجراء التعديلات عليها وإمكانية مشاركتها مع أطباء آخرين، ويختصر وقت وجهد الدراسة اليدوية للأمثلة الجبسية،

إضافةً إلى ميزة هامة في البرنامج وهي إمكانية مقارنة الحالة التقويمية قبل وأثناء وبعد المعالجة من أجل معرفة التغيرات التي حصلنا عليها عن طريق إجراء مطابقة للأمتلة بالاعتماد على نقاط مرجعية ثابتة.

في هذه الدراسة تم مطابقة كل مثالين متتالين لدراسة المتغيرات شهرياً، إضافة إلى مطابقة المثال الأول مع المثال الأخير لمعرفة المتغيرات الكلية خلال مدة الدراسة لكل مريض.

تم التأكد من دقة انطباق الأمتلة من خلال خريطة لونية مع طيف من الألوان حيث يعني الأبيض انطباقاً مثالياً

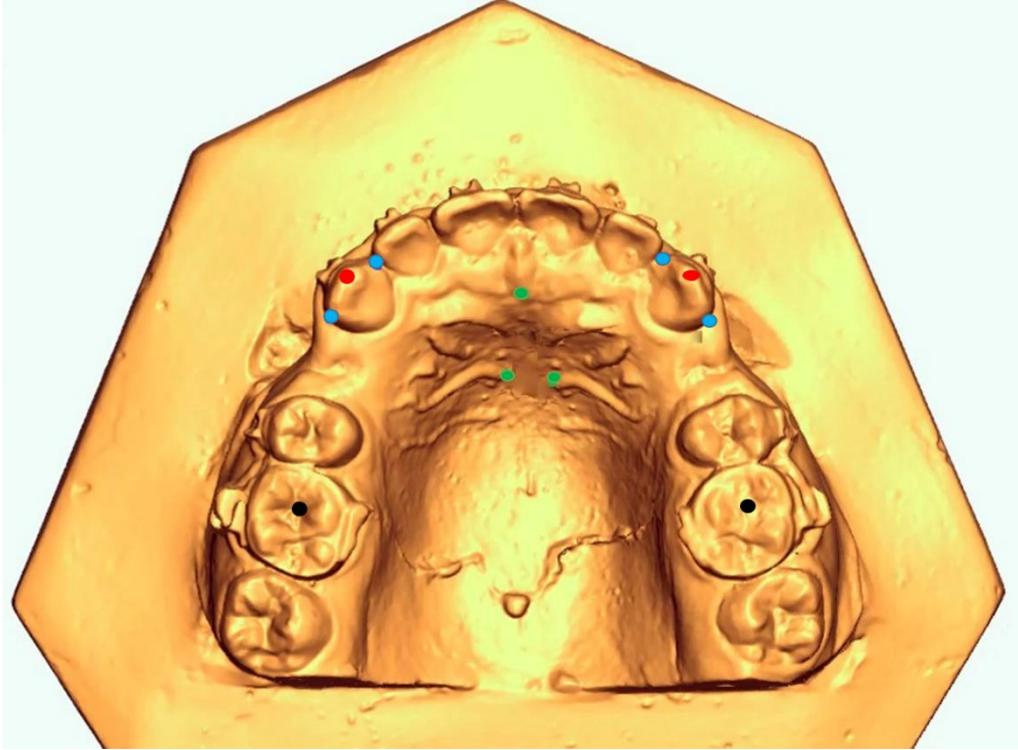


الشكل ٣ - ٤٦ : الخريطة اللونية

٢.٤.٦.٣ النقاط المرجعية المعتمدة من أجل مطابقة الأمتلة ثلاثية الأبعاد وتقييم حركة الناب والأرجاء الأولى العلوية:

نظراً لكون الأسنان الأمامية لم تخضع لحركة تقويمية خلال مرحلة إرجاع الأنياب فهي بقيت ثابتة نسبياً، الأمر الذي يجعل من النهاية الخلفية للحليمة القاطعة نقطة ثابتة خلال هذه المرحلة، ولذلك فقد اعتمدت هذه النقطة من أجل إجراء المطابقة ثلاثية الأبعاد بالاشتراك مع نقطتين

آخرين هما النهايتان الأنسيتان لزوج التجميعات الحنكية الثالثة (الشكل ٣-٤٧). تُعتبر هذه النقاط الثلاث صالحة من أجل إجراء المطابقة ثلاثية الأبعاد بسبب ثباتها قبل وبعد إرجاع الأنياب العلوية بحسب دراسات مشابهة استخدمت هذه النقاط (Hoggan and Sadowsky, ٢٠١٦; Aksakalli et al., ٢٠٠٩; Jang et al., ٢٠٠١). أما النقاط المستخدمة من أجل تقييم حركة الأرحاء الأولى والأنياب العلوية فهي الوهدة المركزية للرحى الأولى الدائمة العلوية و ذروة حذبة الناب العلوي إضافةً إلى النقطة الأكثر بروزاً على الحفاف الأنسية والنقطة الأكثر بروزاً على الحفاف الوحشية للناب العلوي في الجهتين (Alkebsi et al., ٢٠١٨) (الشكل ٣-٤٧).



الشكل ٣-٤٧ : النقاط المرجعية لإجراء المطابقة (الخضراء) و النقاط المعتمدة لتقييم حركة الأرحاء الأولى (السوداء) والأنياب العلوية (الحمراء والزرقاء)

٧.٣ المتغيرات المدروسة على الأمثلة ثلاثية الأبعاد وطريقة القياس :

١.٧.٣ مقدار الحركة الوحشية للأنياب:

تم حساب مقدار الحركة الوحشية للنانب العلوي في كل شهر من الأشهر الأربعة من خلال قياس المسافة بين ذروة النانب العلوي في المثال الأول (بداية الشهر) إلى ذروة النانب العلوي في المثال اللاحق (نهاية الشهر) (الشكل ٣-٤٨) خلال الأزمنة التالية:

$$T_0 - T_1 / T_1 - T_2 / T_2 - T_3 / T_3 - T_4 /$$

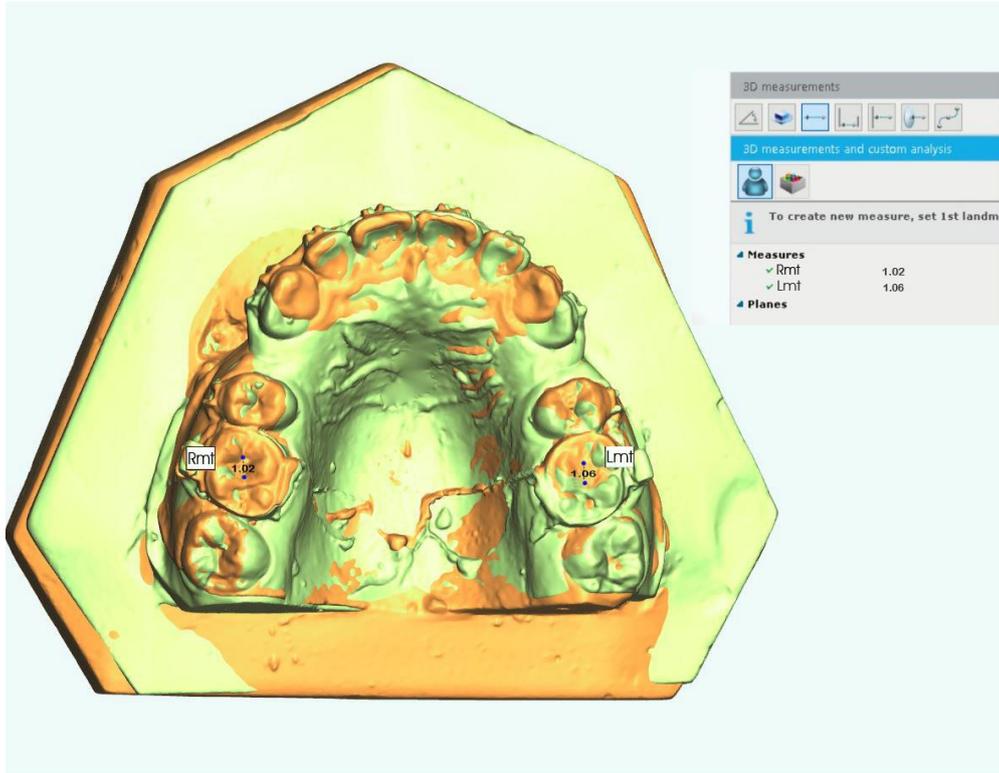


الشكل ٣-٤٨ : حساب مقدار إرجاع النانب العلوي

٢.٧.٣ مقدار فقدان الدعم (الإرساء) (الحركة الأنسية للأرجاء الأولى العلوية):

تم حساب مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في كل شهر من الأشهر الأربعة من خلال قياس المسافة بين الوهدة المركزية للرحى الأولى العلوية في المثال الأول (مثال بداية الشهر) إلى الوهدة المركزية للرحى الأولى العلوية في المثال اللاحق (مثال نهاية الشهر)

$$(الشكل ٣-٤٩) خلال الأزمنة التالية: / T_0 - T_1 / T_1 - T_2 / T_2 - T_3 / T_3 - T_4 /$$



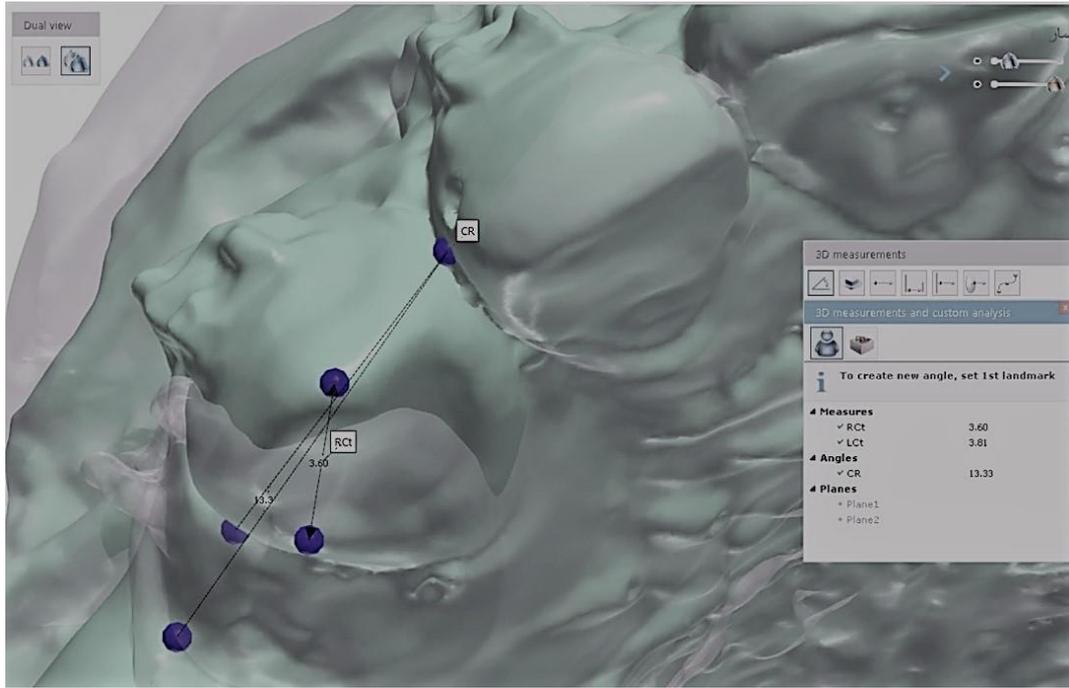
الشكل ٣-٤٩ : حساب مقدار فقدان الدعم

٣.٧.٣ مقدار انفتال (دوران) الناب العلوي خلال الإرجاع :

عادةً وباستخدام الأمثلة الجبسية التقليدية كان يتمّ قياس درجة انفتال الناب من خلال قياس الزاوية المتشكلة بين الخط المتوسط العظمي للفك العلوي والمستقيم المار بالنقاط الحفافية الأنسية الوحشية للناب العلوي على المثال الأول ومن ثمّ قياس نفس الزاوية (المتشكلة بين الخط المتوسط العظمي للفك العلوي والمستقيم المار بالنقاط الحفافية الأنسية الوحشية للناب العلوي) في المثال الثاني، ومن ثمّ حساب مقدار انفتال الناب العلوي بتسجيل الفرق بين الزاويتين السابقتين .

أما في حال الأمثلة ثلاثية الأبعاد وبما أن الخط العظمي للمثال الأول تمت مطابقته تماماً على الخط العظمي للمثال الثاني فقد تمت دراسة مقدار انفتال الناب شهرياً من خلال قياس الزاوية المتشكلة بين الخط المار بالنقاط المرجعية على الحفاف الأنسية والوحشية للناب العلوي في المثال الأول (بداية الشهر) مع الخط المار بالنقاط المرجعية على الحفاف الأنسية والوحشية للناب العلوي في المثال اللاحق (نهاية الشهر) (الشكل ٣-٥٠) خلال الأزمنة التالية:-T٠

$$T_1 / T_1 - T_2 / T_2 - T_3 / T_3 - T_4$$



الشكل ٣-٥٠: حساب مقدار انفتال الناب العلوي

٨.٣ أزمنا إجراء صور الـ CBCT و طريقة دراستها

تم إجراء صور CBCT للمرضى في الزمن T٠ (قبل إرجاع الأنياب العلوية مباشرةً) والزمين T٤ بعد مضي ١٦ أسبوعاً على إرجاع الأنياب العلوية (Makhlouf et al., ٢٠١٨). تم إجراء صور الـ CBCT في نفس مركز الأشعة وضمن نفس الشروط ومن قبل نفس الفني من أجل تقليل الاختلاف.

١.٨.٣ الأدوات المستخدمة:

- أقراص ليزيرية تحمل الصور ثلاثية الأبعاد للمرضى من خلال جهاز التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية CBCT.
- برنامج v٣.١٠.٢١ CS ٣D imaging لإجراء القياسات المطلوبة على الصور ثلاثية الأبعاد.
- جهاز حاسوب يتميز بالموصفات التالية:
 - ✓ نظام تشغيل الحاسوب ٦٤ Bit – Windows ١٠ pro
 - ✓ المعالج ١٥^(TM) Intel^(R) Core ١١th Gen
 - ✓ الذاكرة المثبتة ٨ GB RAM.

٢.٨.٣ الجهاز المستخدم للتصوير الشعاعي:

اسم الجهاز ثلاثي الأبعاد الذي تم استخدامه في تصوير المرضى هو جهاز (CS ٩٣٠٠, Carestream Dental LLC, Atlanta, Georgia) حيث تم تصوير المرضى ضمن

الشروط التالية (الشكل ٣-٥١):

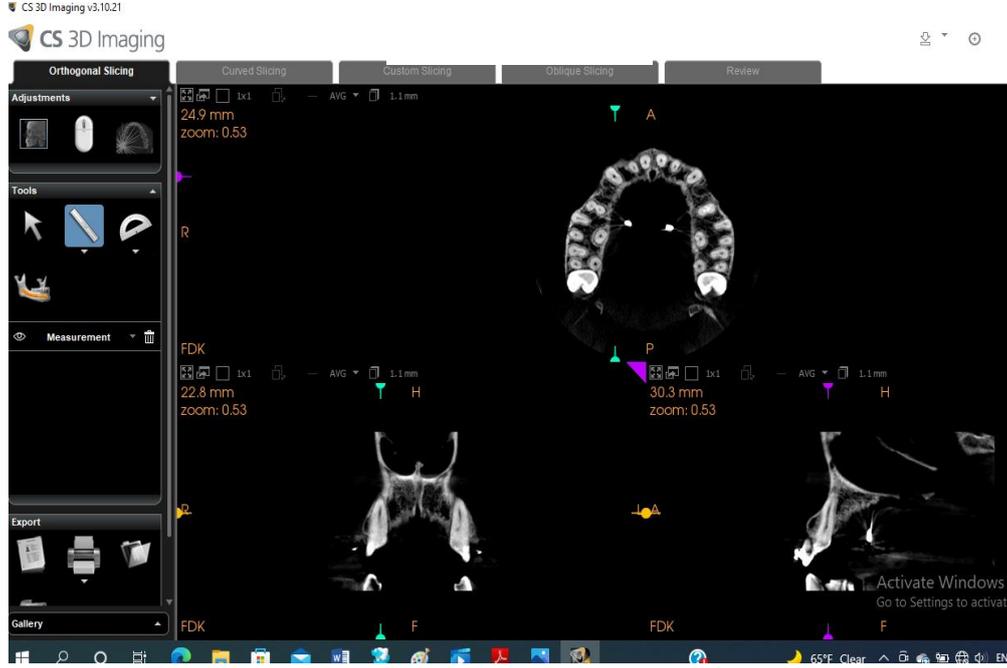
- شدة التيار ٥ ميلي أمبير
- الجهد: ٩٠ كيلو فولط
- زمن التعرض للأشعة : ٨ ثوان
- حجم حقل الرؤية (FOV) ١٠*٥ cm
- voxel size ١٨٠
- الجرعة الشعاعية : ٤٨٦ mGy-cm^٢
- وضعية المريض : الوقوف



الشكل ٣ - ٥١ : إعداد الجهاز قبل التصوير

تم ضبط جهاز التصوير بحيث يكون مستوى فرانكفورت لرأس المريض بشكل أفقي مواز لمستوى الأرض. وتم توجيه حزم الضوء من الجهاز لضبط وضعية الرأس في المستويات الثلاثة. حزمة الضوء الطولي كانت موجهة لتمر في منتصف المسافة بين الحاجبين ومنتصف الشفة العلوية (glabella and filtrum) وحزمة الضوء المعترض مرت عبر زاوية العين الوحشية.

استخدم البرنامج v3.10.21 CS 3D imaging المرفق مع الجهاز من أجل تحليل الصور الشعاعية ويظهر الشكل (٣-٥٢) واجهة البرنامج.



الشكل ٣-٥٢: الواجهة الأولية للبرنامج عند فتح معلومات المريض.

يشمل البرنامج ثلاثة مستويات هي: المستوى المحوري و السهمي و الإكليلي

المستوى المحوري (المعترض) Axial (Transverse) plane:

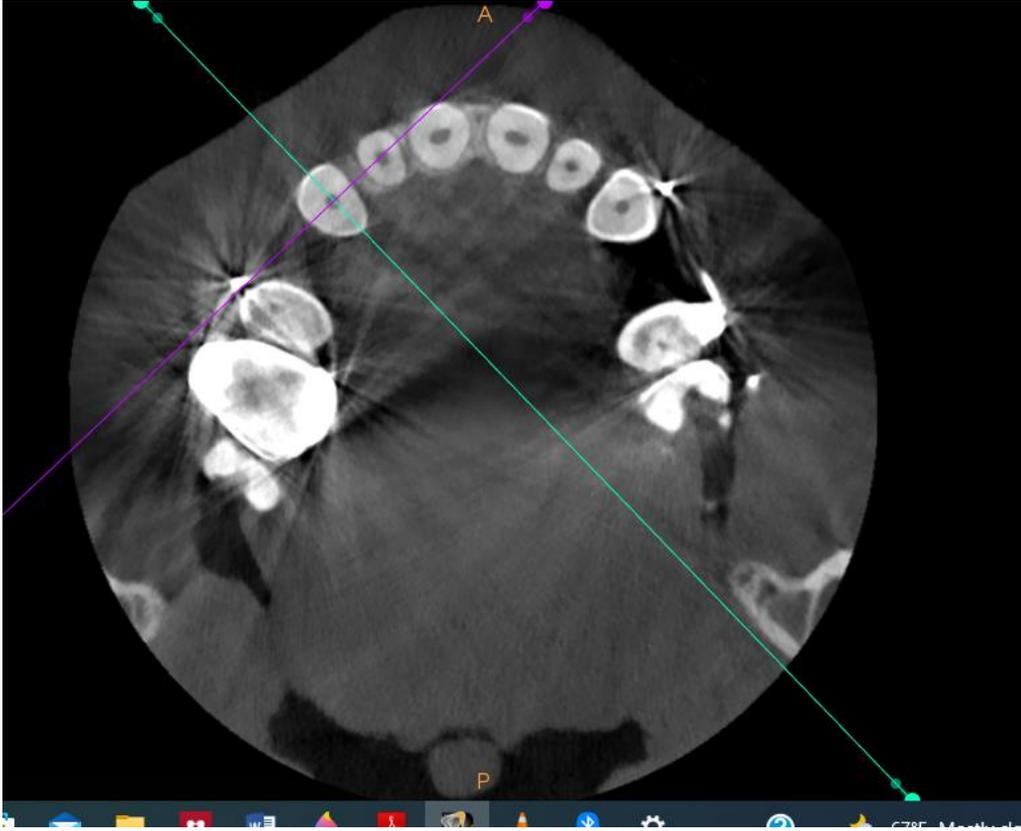
تم جعل المستوى المحوري يمر بالسطوح الأنسية والوحشية للنانب العلوي وبمركز الحجرة اللبية.

المستوى السهمي Sagittal plane:

تم توجيه المستوى السهمي من خلال المستوى المحوري ليمر عبر المحور الطولي للمقطع البيضوي للنانب وبمركز الحجرة اللبية.

المستوى الإكليلي (الجبهي) Coronal(Frontal) plane:

تم توجيه المستوى الإكليلي ليلتقي مع المستوى السهمي عمودياً في مركز الحجرة اللبية للنانب ويظهر الشكل (٣-٥٣) الطريقة المستخدمة لتوجيه المحاور.



الشكل ٣ - ٥٣: التقاء المستوى السهمي مع المستوى الإكليلي ضمن شريحة من المستوى المحوري .

٣.٨.٣ طريقة القياس باستخدام البرنامج :

✓ تم إجراء القياسات الخطية باستخدام أداة المسطرة من قائمة Tools، حيث يظهر لنا أسفل الأداة مربع الخيارات نختار منه Measure ثم نقوم برسم خط بين نقطتين يتم اختيارهما.

✓ تم إجراء القياسات الزاوية من خلال أداة المنقلة من قائمة Tools حيث يظهر لنا أسفل منها مربع الخيارات نختار منه Angle ثم نقوم برسم الزاوية المراد قياسها.

٤.٨.٣ المتغيرات المدروسة:

١.٤.٨.٣ ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي للأنياب العلوية:

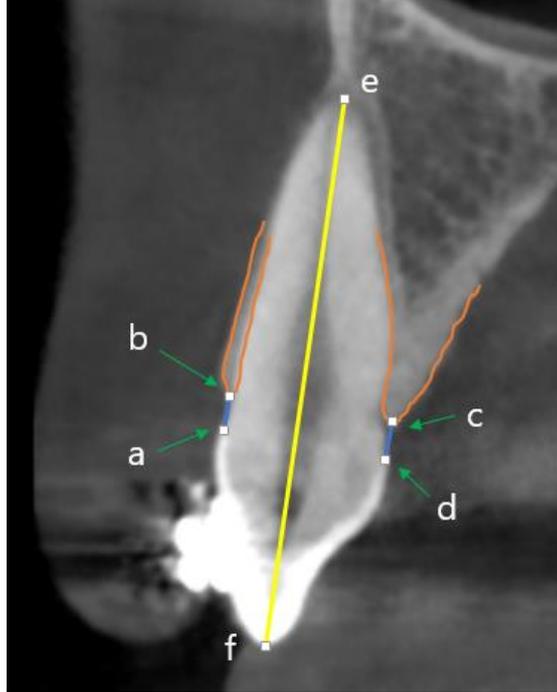
تم حساب مقدار ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي للأنياب العلوية بقياس المسافة بين الملتقى المينائي الملاطي الدهليزي والحنكي من جهة وأخفض نقطة على الناتئ السنخي

الدھليزي والحنكي بالميلبي متر (مم) من جهة أخرى (Castro et al., ٢٠١٦) وذلك في

زمنين: - T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً

- T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

ويوضح الشكلان (٣-٥٤ و ٣-٥٥) طريقة قياس ارتفاع الناتئ السنخي والدھليزي والحنكي



الشكل ٣- ٥٤: النقاط المستخدمة لقياس ارتفاع الناتئ السنخي (a) و d: الملتقى المينائي الملاطي الدھليزي والحنكي، b و c أخفض نقطة على الناتئ السنخي الدھليزي والحنكي)

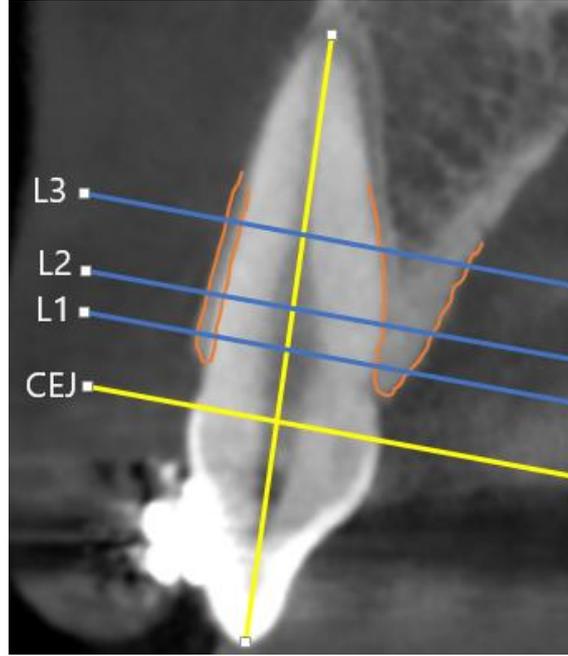


لشكل ٣- ٥٥: قياس ارتفاع قمة الناتئ السنخي

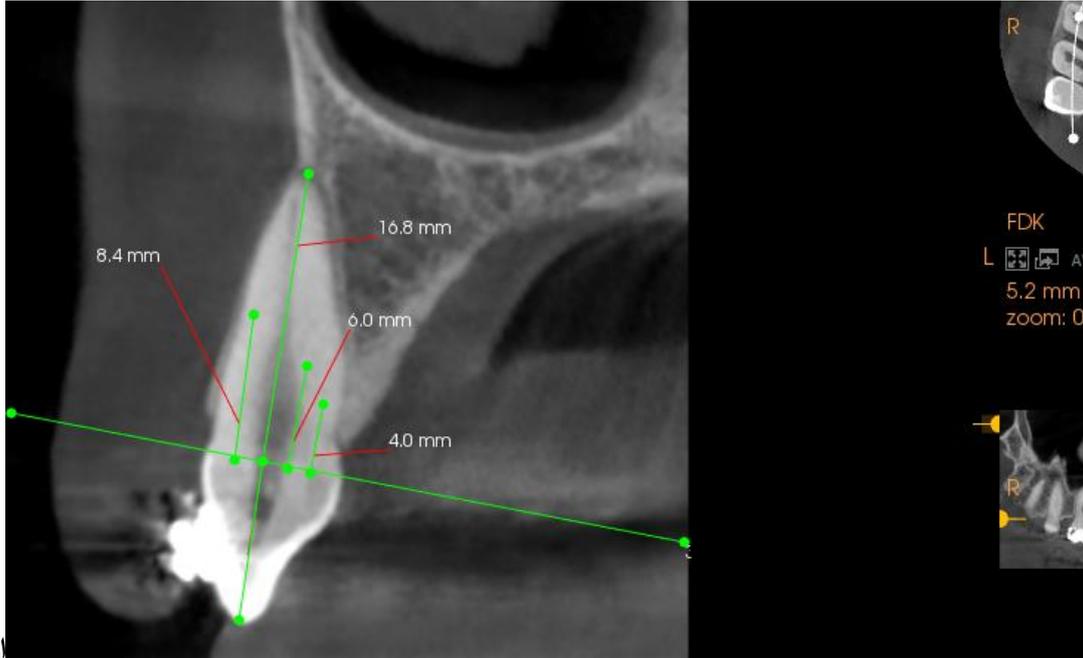
٢.٤.٨.٣ ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية للأنياب العلوية:

تم قياس ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية للناناب العلوي عند ثلاثة مستويات (Braut et al., ٢٠١١; Picanço et al., ٢٠١٣) (الشكل ٣-٥٦ و الشكل ٣-٥٧):

- ✓ الأول (Level ١) : على بعد ٤ مم ذروباً من الملتقى المينائي الملاطي للناناب العلوي
- ✓ الثاني (Level ٢) : على بعد ٦ مم ذروباً من الملتقى المينائي الملاطي للناناب العلوي
- ✓ الثالث (Level ٣) : منتصف طول الجذر.



الشكل ٣-٥٦ : المستويات التي تم فيها قياس ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية



شكل ٣-٥٧ : المستويات التي تم فيها قياس ثخانة الصفيحة السنخية (٤ و ٦ مم و منتصف الجذر)

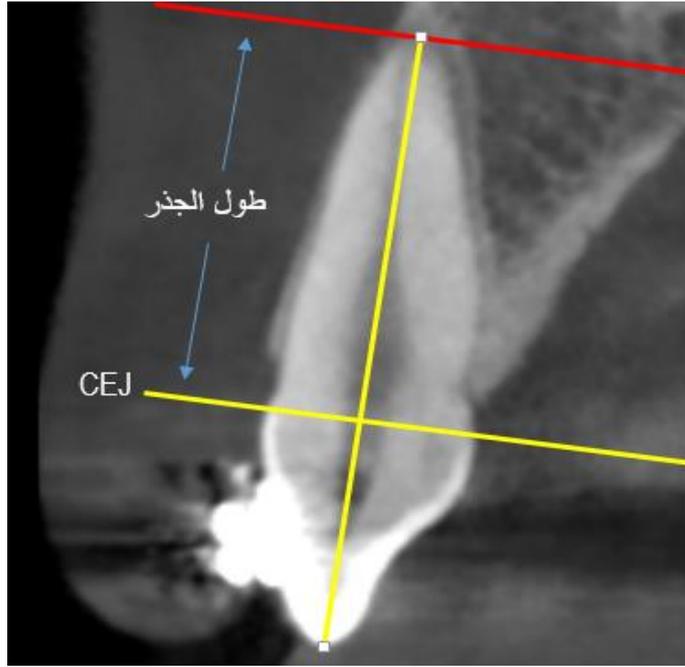
حيث تم قياس ثخانة العظم السنخي الدهليزي والحنكي المغطي لجذر الناب العلوي على المقطع السهمي عبر قياس المسافة من سطح الجذر الدهليزي أو الحنكي للنانب العلوي حتى السطح الخارجي للعظم السنخي المغطي له بالميلي متر، بحيث يكون القياس عمودياً على المحور الطولي للنانب (Braut et al., ٢٠١١، الشكل ٣-٥٨).



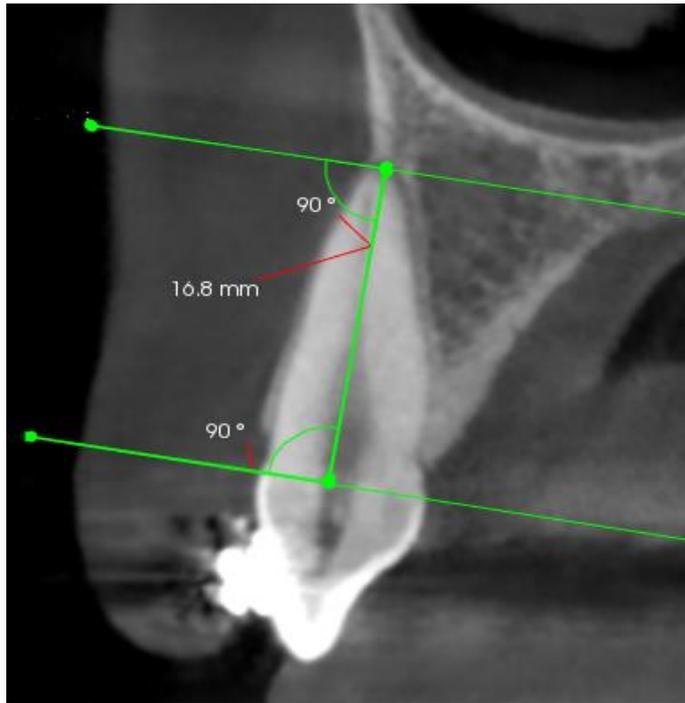
الشكل ٣- ٥٨: قياس ثخانة العظم السنخي في المستوى السهمي

٣.٤.١.٣ طول جذور الأنياب العلوية:

تم قياس طول جذور الأنياب العلوية على المقطع السهمي من خلال قياس المسافة العمودية بين الملتقى المينائي الملاطي وذروة الجذر، عبر رسم خط يمر من ذروة الجذر ويوازي الخط المار من الملتقى المينائي الملاطي الدهليزي والحنكي (Lund et al., ٢٠١٢b) وذلك باستخدام أداة القياس الموجودة في البرنامج والمنقلة للتأكد من الزاوية العمودية (الشكلان ٣-٥٩ و ٣-٦٠)



الشكل ٣- ٥٩: طول جذر الناب في المستوى السهمي



الشكل ٣- ٦٠: قياس طول جذور الأنياب العلوية على البرنامج

٩.٣ تحري الطيات اللثوية وقياس شدتها:

بعد انتهاء إرجاع الأنياب العلوية والوصول إلى علاقة نابية من الصنف الأول تمت متابعة العلاج لحين إغلاق كامل مسافة القلع المتبقية (إن وجدت) وحدث تماس بين الناب العلوي

والضاحك الثاني العلوي في الجهتين (الشكل ٣-٦٢)، وتم تسجيل الطيات اللثوية عند وجودها في كل من المجموعات الثلاث حسب التالي:

- الطيّة اللثوية (وجود أو غياب):

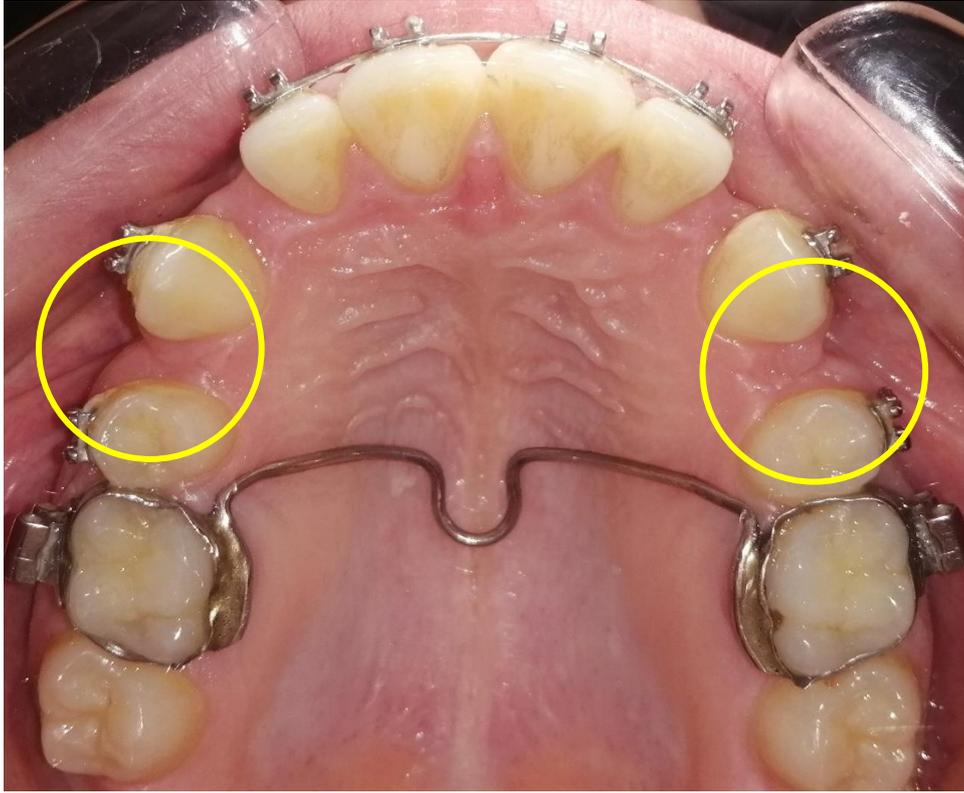
تم تقييم وجود الطيّة اللثوية عندما تكون أعمق من ١ مم. كما هو التقييم المتبع من قبل Reichert وزملائه (Reichert et al., ٢٠١٢)

- درجة شدة الطيّة اللثوية:

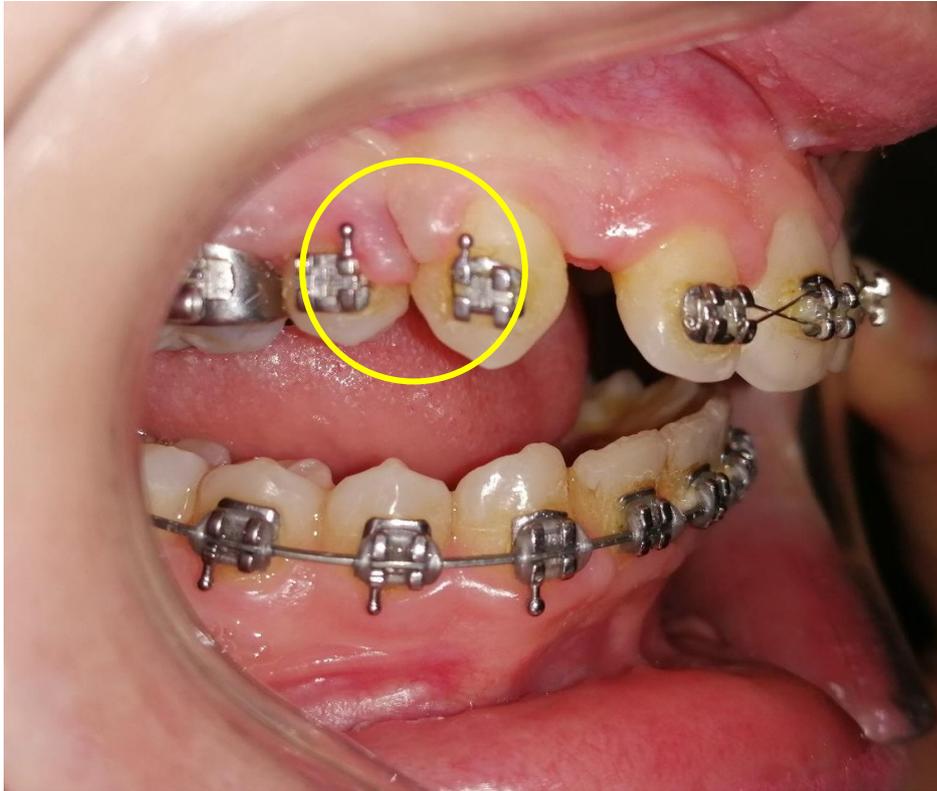
تم تقييمها بحسب التصنيف الموجود في الجدول (٣-٣) والمتبع من قبل Reichert وزملائه (Reichert et al., ٢٠١٧)، وذلك باستخدام مسبر لثوي (حول سني).

| الجدول (٣-٣): تصنيف شدة الطيات اللثوية | | |
|---|---------------------|------------|
| عمق السبر | | درجة الشدة |
| عمودياً | أفقياً | |
| $2 > \text{ مم}$ | ١ مم | ٠ |
| $2 \leq \text{ مم}$ | ١ < حتى > ٣ مم | I |
| $2 \leq \text{ مم}$ | ٣ ≤ مم حتى > ٥ مم | II |
| $2 \leq \text{ مم}$ | ٥ ≤ مم حتى > ٨ مم | III |
| $2 \leq \text{ مم}$ | ٨ ≤ مم ^a | IV |
| يمكن أن يتم السبر أفقياً عبر المخاطية السنخية من جهةٍ لأخرى | | V |
| ^a $8 \leq$ مم ولكن ليس عابر (أي أن المسبر لا يخرج من الناحية المقابلة) | | |
| أفقياً: دهليزي لساني بشكل مواز لمستوى الإطباق عمودياً: لثوي طاحن بشكل عمودي على مستوى الإطباق | | |

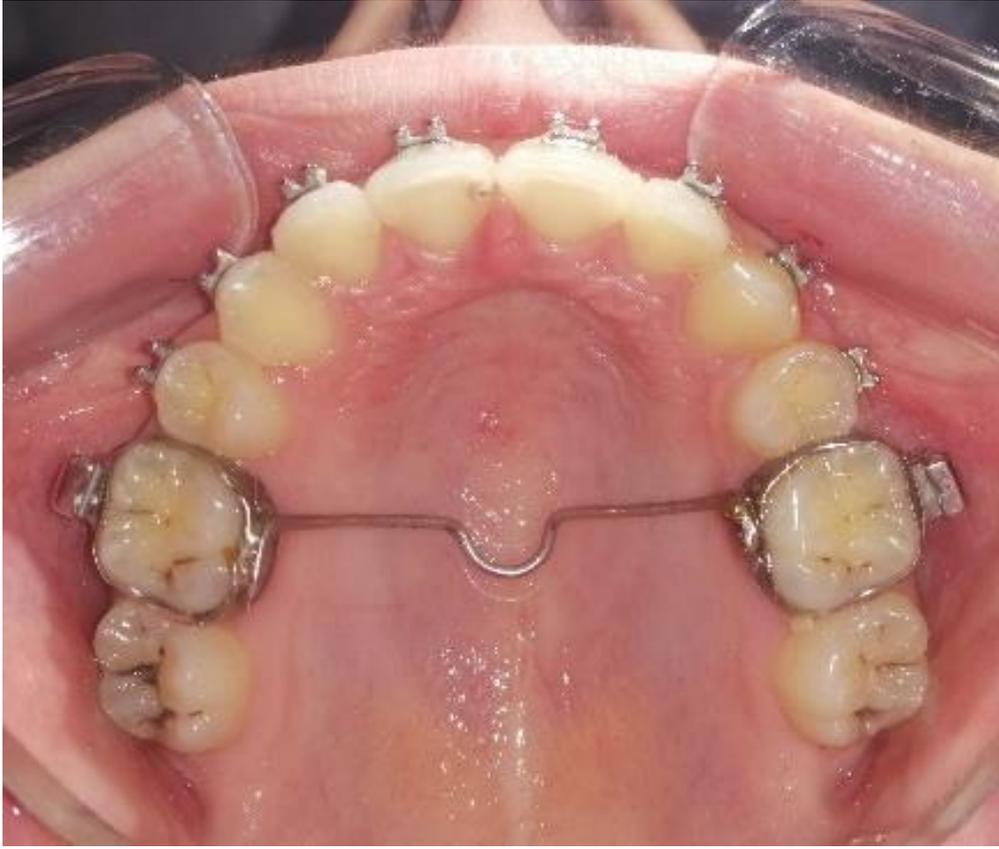
تُعتبر في هذا التصنيف الدرجة الخامسة (V) أعلى درجة، وتُسجل عندما يخترق المسبر كامل المخاطية السنخية من الدهليزي إلى الحنكي (الشكل ٣-٦٤).



الشكل ٣-٦١: بداية تشكل الطيات اللثوية أثناء إرجاع الأنياب



الشكل ٣-٦٢: تماس الناب مع الضاحك الثاني العلوي و وجود الطية اللثوية



الشكل ٣-٦٣: إغلاق كامل الفراغات في الفك العلوي



الشكل ٣-٦٤: الدرجة V اختراق المسبر لكامل المخاطية السنخية من جهة إلى أخرى

١٠.٣ الدراسة الإحصائية Study Statistical :

- تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS/SPSS® v ٢٦.٠ IBM corporation, Armonk, NY) من أجل إجراء التحاليل الإحصائية.
- تم استخدام اختبار Kolmogorov–Smirnov من أجل اختبار التوزيع لجميع المتغيرات، وتبين أنها تتبع التوزيع الطبيعي، ولذلك تم استخدام الاختبارات المعلمية عند إجراء التحاليل الإحصائية.
- تم استخدام اختبار Paired T-test من أجل مقارنة متوسطات المتغيرات (مقدار إرجاع الناب العلوي - مقدار فقدان الدعم - مقدار انفتال الناب - تغير ارتفاع الناتئ السنخي - تغير ثخانة العظم السنخي - تغير طول جذور الأنياب العلوية) بين الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى.
- تم استخدام اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) من أجل مقارنة متوسطات المتغيرات بين المجموعات الثلاث.
- تم استخدام Least Significant Difference (LSD) من أجل إجراء المقارنة الثنائية بين كل مجموعتين عند وجود فرق جوهري في اختبار (One-way ANOVA)
- تم استخدام اختبار Chi-Square للكشف عن وجود ارتباط بين أعداد الطيآت اللثوية والمجموعات الثلاث وكذلك بين شدة الطيآت اللثوية و المجموعات الثلاث.

١١.٣ التعمية:

نظراً لطبيعة الدراسة لم يكن ممكناً إجراء التعمية سواء للباحث أو للمريض خلال مرحلة سحب الدم والحقن، إلا أن جميع الملفات الخاصة بالأمثلة الجبسية ثلاثية الأبعاد التي تمت دراستها إضافةً إلى صور الـ CBCT قد تم ترقيمها وإعطائها رموزاً بحيث لم يتمكن الباحث من معرفة المجموعة التي يتبع لها المريض أثناء إجراء أي من القياسات، أما أثناء تحري الطيآت اللثوية بشكل مباشر على المريض فلم يكن من الممكن أن يتم إجراء التعمية.

Chapter Four

الفصل الرابع

النتائج Results

٤. النتائج Results

١.٤ وصف العينة Sample description :

تألفت عينة البحث النهائية من ٦٠ مريضاً (٣٦ أنثى، ٢٤ ذكراً) تراوحت أعمارهم من ١٨-٢٥ سنة بمتوسط عمري 21.1 ± 2.2 سنة، تم توزيعهم إلى ثلاث مجموعات:

- مجموعة شاهدة: وتشمل ٢٠ مريضاً (١٢ أنثى و ٨ ذكور بمتوسط عمري 20.6 ± 2.1 سنة)

- مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (PRP): وتشمل ٢٠ مريضاً (١٠ إناث و ١٠ ذكور بمتوسط عمري 20.9 ± 2.3 سنة)

- مجموعة الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن (I-PRF) : وتشمل ٢٠ مريضاً (١٤ أنثى و ٦ ذكور بمتوسط عمري 21.8 ± 1.8 سنة)، وستذكر باسم (مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (PRF))

تابع جميع المرضى البحث حتى النهاية، حيث تم إرجاع الأنبياب العلوية في المجموعات الثلاث بعد قلع الضواحك الأولى العلوية بطريقة التزليق ولم يصل أي من المرضى إلى علاقة نابية من الصنف الأول قبل الزمن T٤.

لا يوجد فروق جوهرية بين المجموعات الثلاث من ناحية العمر كما أن المجموعات مستقلة من ناحية الجنس، ويُظهر الجدول (٤-١) متوسط الأعمار و توزع المرضى حسب الجنس في المجموعات الثلاث.

| الجدول (٤ - ١): عدد أفراد العينة ومتوسط أعمارهم والتوزع حسب الجنس | | | | | | | | |
|---|------|-------------------------------|------|---------------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|
| العينة كاملة | | مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | مجموعة البلازما الغنية بالصفائح | | المجموعة الشاهدة | | الجنس |
| إناث | ذكور | إناث | ذكور | إناث | ذكور | إناث | ذكور | |
| ٣٦ | ٢٤ | ١٤ | ٦ | ١٠ | ١٠ | ١٢ | ٨ | عدد الأفراد |
| %٦٠ | %٤٠ | %٧٠ | %٣٠ | %٥٠ | %٥٠ | %٦٠ | %٤٠ | النسبة المئوية لعدد الأفراد |
| 21.1 ± 2.2 | | 1.8 ± 21.8 | | 2.3 ± 20.9 | | 2.1 ± 20.6 | | متوسط الأعمار |

٢.٤ خطأ الطريقة Error of the method

- تم اختيار أمثلة جبسية لـ ٢٠ مريضاً بشكل عشوائي (الطريقة العشوائية البسيطة) من أجل حساب خطأ الطريقة لمتغيرات الأمثلة الجبسية التي تضمنتها الدراسة، وذلك بفواصل شهر من القياس الأول.
- تم إعادة المسح ثلاثي الأبعاد للأمثلة بنفس الجهاز (Hybrid Identica) من إنتاج شركة (MEDIT[®], Seoul, Korea) وإجراء المطابقة ثلاثية الأبعاد باستخدام برنامج (shape, Copenhagen, Ortho analyzerTM software من شركة Denmark) بنفس المعايير التي أتت ضمن البحث، ثم بعد ذلك استخدم البرنامج لإجراء كامل القياسات الخطية والزاوية.
- كما تم اختيار ٤٠ صورة شعاعية (CBCT) بشكل عشوائي (الطريقة العشوائية البسيطة) من أجل حساب خطأ الطريقة لمتغيرات الصور الشعاعية التي تضمنتها الدراسة وذلك بفواصل شهر من القياس الأول. تم إعادة تحديد المستويات المرجعية وقياس المتغيرات الشعاعية باستخدام برنامج CS ٣D imaging v٣.١٠.٢١
- تم حساب مُعامل الارتباط ضمن الفئوي Intraclass Correlation Coefficient (ICC) وذلك لتقييم الأخطاء العشوائية (Random errors) وهي الأخطاء التي تنتج عن عدم الدقة في تحديد النقاط على الأمثلة ثلاثية الأبعاد والصور الشعاعية وبالتالي تحري إعادة الإنتاجية (Reproducibility) أي الموثوقية (Reliability)
- أظهرت نتائج هذا الاختبار أن قيمة مُعامل الارتباط ضمن الفئوي لجميع المتغيرات تراوحت بين ٠.٩٨٩ إلى ٠.٩٩٩ أي أنّ جميع القياسات المُجرّاة على الأمثلة الجبسية والصور الشعاعية تمتعت بموثوقية جيدة حيث كانت الأخطاء العشوائية في حدودها الدنيا خلال الدراسة.

٣.٤ إرجاع الأنياب العلوية:

تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة paired t-test من أجل مقارنة متوسطي قيم إرجاع الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى خلال كل شهر ضمن المجموعة الواحدة ولم يكن هناك فرق جوهري بين الجهتين ($P > 0.05$)، لذلك تم استخدام وسطي القيمتين اليمنى واليسرى في التحاليل الإحصائية اللاحقة، ويبين الجدولان (٢-٤ و ٣-٤) النتائج الإحصائية الخاصة باختبار paired t-test في المجموعات الثلاث:

| الجدول (٢ - ٤): متوسط قيم إرجاع الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في المجموعة الشاهدة (مم) | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|---------|-------------------|--------|---------|
| المجموعة | الشهر | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P-value |
| المجموعة الشاهدة | M١ | يمين | ٢٠ | ٠.٨٨ | ٠.١١ | ٠.٤٢٢ | ٠.٦٧٥ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٦ | ٠.١٢ | | |
| | M٢ | يمين | ٢٠ | ٠.٨٣ | ٠.١٢ | -٠.٣٧١ | ٠.٧١٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٥ | ٠.١٢ | | |
| | M٣ | يمين | ٢٠ | ٠.٨١ | ٠.١٣ | -٠.٤١٥ | ٠.٦٨٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٢ | ٠.١٢ | | |
| | M٤ | يمين | ٢٠ | ٠.٨٠ | ٠.١٤ | ٠.٣٤٨ | ٠.٧٣٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٧٩ | ٠.١٤ | | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | |

| الجدول (٤ - ٣): متوسط قيم إرجاع الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح (مم) | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|---------|-------------------|--------|---------|
| المجموعة | الشهر | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P-value |
| مجموعة البلازما الغنية بالصفائح | M1 | يمين | ٢٠ | ١.٢٢ | ٠.١٦ | ٠.٧٠٦ | ٠.٤٨٥ |
| | | يسار | ٢٠ | ١.١٨ | ٠.١٥ | | |
| | M2 | يمين | ٢٠ | ٠.٨٨ | ٠.١٤ | -٠.٤١٥ | ٠.٦٨٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٩٠ | ٠.١٤ | | |
| | M3 | يمين | ٢٠ | ١.٢٦ | ٠.٣٣ | -٠.٣٢٩ | ٠.٧٤٤ |
| | | يسار | ٢٠ | ١.٣٠ | ٠.٣٣ | | |
| | M4 | يمين | ٢٠ | ٠.٨٩ | ٠.١٣ | ٠.٤٨٦ | ٠.٦٣٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٧ | ٠.١٣ | | |
| مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | M1 | يمين | ٢٠ | ١.٣٧ | ٠.٣٣ | ٠.٣٢٠ | ٠.٧٥٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ١.٣٤ | ٠.٣٢ | | |
| | M2 | يمين | ٢٠ | ١.١٦ | ٠.١٩ | -٠.٥٨٨ | ٠.٥٦٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ١.٢٠ | ٠.١٩ | | |
| | M3 | يمين | ٢٠ | ١.٢٧ | ٠.٢٩ | -٠.٣٤٤ | ٠.٧٣٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ١.٣٠ | ٠.٣٠ | | |
| | M4 | يمين | ٢٠ | ١.١٦ | ٠.٢٣ | ٠.٤٤٥ | ٠.٦٥٩ |
| | | يسار | ٢٠ | ١.١٣ | ٠.٢٣ | | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، M1 : الشهر الأول (T1-T0)، M2 : الشهر الثاني (T2-T1)، M3 : الشهر الثالث (T3-T2)، M4 : الشهر الرابع (T4-T3) | | | | | | | |

١.٣.٤ إرجاع الناب العلوي في المجموعة الشاهدة:

يوضح الجدول (٤-٤) متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال كل شهر من الأشهر الأربعة، إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ٤): متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال أزمدة التقييم (مم) | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|-------|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | المعياري الانحراف | المتوسط | العدد | الشهر |
| ٠.٣٣٥ | ١.١٥٠ | ١.٠٠ | ٠.٥٩ | ٠.٠٢ | ٠.١٢ | ٠.٨٧ | ٢٠ | M١ |
| | | ٠.٩٩ | ٠.٥٦ | ٠.٠٢ | ٠.١٢ | ٠.٨٤ | ٢٠ | M٢ |
| | | ٠.٩٧ | ٠.٥٨ | ٠.٠٢ | ٠.١٢ | ٠.٨١ | ٢٠ | M٣ |
| | | ٠.٩٥ | ٠.٥٧ | ٠.٠٣ | ٠.١٤ | ٠.٨٠ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

تبين من الجدول السابق عدم وجود فروقٍ جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعة الشاهدة ($P=٠.٣٣٥$)

٢.٣.٤ إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح:

يوضح الجدول (٤-٥) متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال كل شهر من الأشهر الأربعة، إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٥ - ٤): متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال أزمدة التقييم (مم) | | | | | | | | |
|---|--------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|-------|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | المعياري الانحراف | المتوسط | العدد | الشهر |
| * <٠.٠٠٠١ | ١٩.٣٢٠ | ١.٤٥ | ٠.٩٣ | ٠.٠٣ | ٠.١٦ | ١.٢٠ | ٢٠ | M١ |
| | | ١.٢٤ | ٠.٦٥ | ٠.٠٣ | ٠.١٤ | ٠.٨٩ | ٢٠ | M٢ |
| | | ١.٨١ | ٠.٧٠ | ٠.٠٧ | ٠.٣٣ | ١.٢٨ | ٢٠ | M٣ |
| | | ١.١٤ | ٠.٦١ | ٠.٠٣ | ٠.١٣ | ٠.٨٨ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * فرق جوهري، M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

تبين من الجدول السابق أن هناك فروقاً جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ($P < 0.0001$) كما تبين أن متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في كل من الشهرين الأول والثالث هو أكبر من متوسط مقدار إرجاع الناب في كل من الشهرين الثاني والرابع.

تم إجراء الاختبار الإحصائي (Least Significant Difference (LSD) والمذكورة نتائجه في الجدول (٤-٦) من أجل مقارنة متوسطات قيم مقدار إرجاع الناب العلوي بين كل شهرين من الأشهر الأربعة في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح :

| الجدول (٤ - ٦): مقارنة متوسطات قيم مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح بين كل شهرين من الأشهر الأربعة (مم) | | | | | |
|--|----------------|---------------------|-----------|-----------|--------------------|
| P-value | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين (I-J) | الشهر (J) | الشهر (I) | إرجاع الناب العلوي |
| <0.0001* | 0.066 | 0.31 | M٢ | M١ | |
| 0.212 | 0.066 | - 0.08 | M٣ | | |
| <0.0001* | 0.066 | 0.32 | M٤ | | |
| <0.0001* | 0.066 | - 0.39 | M٣ | M٢ | |
| 0.870 | 0.066 | 0.01 | M٤ | | |
| <0.0001* | 0.066 | 0.40 | M٤ | M٣ | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ، M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | |

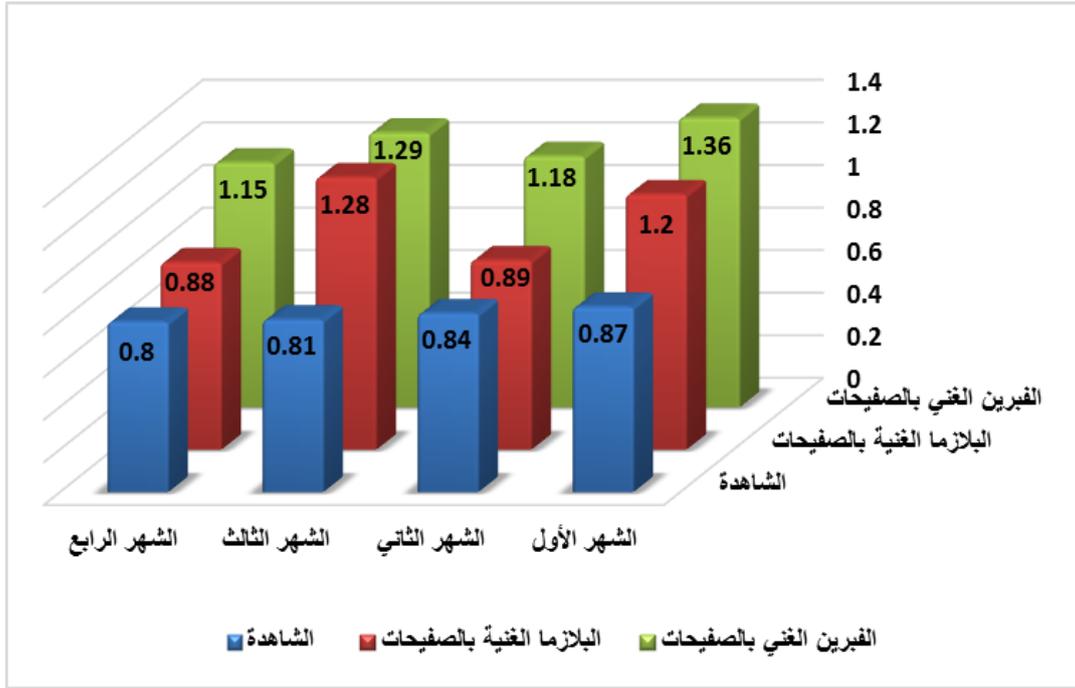
نلاحظ من الجدول السابق وجود فروق جوهرية بين الشهر الأول وكل من الشهرين الثاني والرابع ($P < 0.0001$). وكذلك وجود فروق جوهرية بين الشهر الثالث وكل من الشهرين الثاني والرابع ($P < 0.0001$).

٣.٣.٤ إرجاع الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح:

يوضح الجدول (٤-٧) متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافة إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ٧): متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال أزمدة التقييم (مم) | | | | | | | | |
|--|------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.٠٦٠ | ٢.٥٧ | ١.٧٣ | ٠.٧٣ | ٠.٠٧ | ٠.٣٢ | ١.٣٦ | ٢٠ | M١ |
| | | ١.٤٣ | ٠.٧٢ | ٠.٠٤ | ٠.١٩ | ١.١٨ | ٢٠ | M٢ |
| | | ١.٦٠ | ٠.٧٥ | ٠.٠٦ | ٠.٣٠ | ١.٢٩ | ٢٠ | M٣ |
| | | ١.٥٢ | ٠.٧٢ | ٠.٠٥ | ٠.٢٣ | ١.١٥ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA. M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

يتبين من الجدول السابق عدم وجود فروقٍ جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ($P=٠.٠٦٠$). ويمثل المخطط (٤-١) متوسط قيم إرجاع الناب خلال كل شهر في المجموعات الثلاث.



المخطط (٤ - ١٢): متوسط قيم إرجاع الناب خلال كل شهر في المجموعات الثلاث (مم)

٤.٣.٤ القيم الشهرية لإرجاع الناب العلوي في المجموعات الثلاث :

يظهر الجدول (٤-٨) التالي متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في المجموعات الثلاث خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ٨): مقارنة متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر بين المجموعات الثلاث (مم) | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|------|----|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | المعياري الانحراف | المتوسط | العدد | | |
| <٠.٠٠١* | ٢٥.٢١٢ | ١.٠٠ | ٠.٥٩ | ٠.٠٢ | ٠.١٢ | ٠.٨٧ | ٢٠ | Cont | M١ |
| | | ١.٤٥ | ٠.٩٣ | ٠.٠٣ | ٠.١٦ | ١.٢٠ | ٢٠ | PRP | |
| | | ١.٧٣ | ٠.٧٣ | ٠.٠٧ | ٠.٣٢ | ١.٣٦ | ٢٠ | PRF | |
| <٠.٠٠١* | ٢٦.٤٢٤ | ٠.٩٩ | ٠.٥٦ | ٠.٠٢ | ٠.١٢ | ٠.٨٤ | ٢٠ | Cont | M٢ |
| | | ١.٢٤ | ٠.٦٥ | ٠.٠٣ | ٠.١٤ | ٠.٨٩ | ٢٠ | PRP | |
| | | ١.٤٣ | ٠.٧٢ | ٠.٠٤ | ٠.١٩ | ١.١٨ | ٢٠ | PRF | |

| | | | | | | | | | |
|---|--------|------|------|------|------|------|----|------|----|
| * <0.0001 | 19.916 | 0.97 | 0.58 | 0.02 | 0.12 | 0.81 | 20 | Cont | M3 |
| | | 1.81 | 0.70 | 0.07 | 0.33 | 1.28 | 20 | PRP | |
| | | 1.60 | 0.75 | 0.06 | 0.30 | 1.29 | 20 | PRF | |
| * <0.0001 | | 0.95 | 0.57 | 0.03 | 0.14 | 0.80 | 20 | Cont | M4 |
| | | 1.14 | 0.61 | 0.03 | 0.13 | 0.88 | 20 | PRP | |
| | | 1.52 | 0.72 | 0.05 | 0.23 | 1.15 | 20 | PRF | |
| <p>الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * فرق جوهري ، Cont : المجموعة الشاهدة ، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ، M1 : الشهر الأول (T0-T1) ، M2 : الشهر الثاني (T1-T2) ، M3 : الشهر الثالث (T2-T3) ، M4 : الشهر الرابع (T3-T4)</p> | | | | | | | | | |

تُظهر النتائج أن هناك فروقاً جوهرياً بين متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر بين المجموعات الثلاث.

تم إجراء اختبار (LSD) Least Significant Difference من أجل المقارنة بين متوسطات مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث (الجدول ٩-٤)

| الجدول (٩ - ٤): مقارنة متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث (مم) | | | | | |
|--|----------------|---------------------|--------------|--------------|----|
| P-value | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) | |
| * <0.0001 | 0.069 | - 0.33 | PRP | Cont | M1 |
| * <0.0001 | 0.069 | - 0.49 | PRF | | |
| 0.058 | 0.069 | - 0.16 | PRF | PRP | |
| 0.350 | 0.049 | - 0.05 | PRP | Cont | M2 |
| * <0.0001 | 0.049 | - 0.34 | PRF | | |

| | | | | | |
|---|-------|--------|-----|------|----------------|
| <0.001* | 0.049 | - 0.29 | PRF | PRP | |
| <0.001* | 0.085 | - 0.47 | PRP | Cont | M ₃ |
| <0.001* | 0.085 | - 0.48 | PRF | | |
| 0.945 | 0.085 | - 0.01 | PRF | PRP | |
| 0.150 | 0.056 | - 0.08 | PRP | Cont | M ₄ |
| <0.001* | 0.056 | - 0.35 | PRF | | |
| <0.001* | 0.056 | - 0.27 | PRF | PRP | |
| <p>الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ، M₁: الشهر الأول (T₁-T₀) ، M₂: الشهر الثاني (T₂-T₁) ، M₃: الشهر الثالث (T₃-T₂) ، M₄: الشهر الرابع (T₄-T₃)</p> | | | | | |

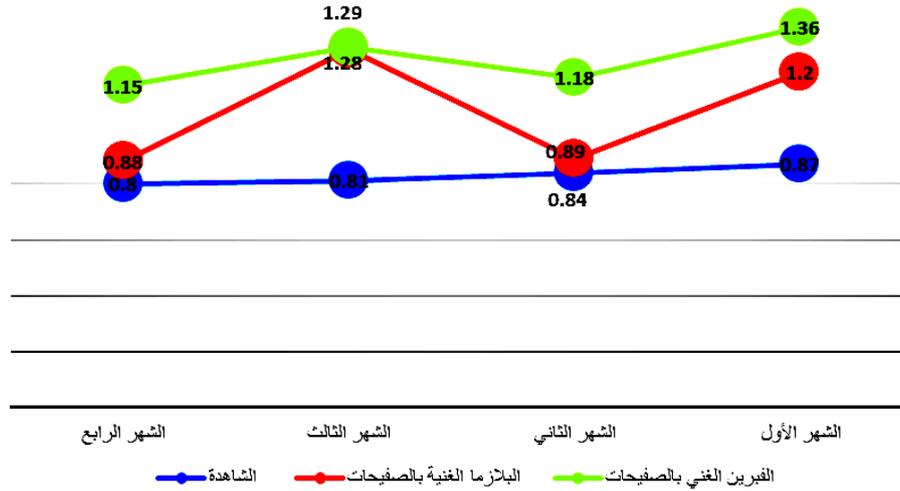
أظهرت النتائج وجود فروق جوهريّة خلال الشهر الأول بين المجموعة الشاهدة وكل من مجموعتي البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح ($P < 0.001$)، إلا أنه لم يكن هناك فروق جوهريّة بين مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح ($P = 0.058$).

خلال الشهر الثاني لم يكن هناك فروق جوهريّة بين المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح ($P = 0.350$)، بينما كان هناك فروق جوهريّة بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعتي الشاهدة و البلازما الغنية بالصفائح ($P < 0.001$).

خلال الشهر الثالث أظهرت النتائج وجود فروق جوهريّة بين المجموعة الشاهدة وكل من مجموعتي البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح ($P < 0.001$)، إلا أنه لم يكن هناك فروق جوهريّة بين مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح ($P = 0.945$).

خلال الشهر الرابع لم يكن هناك فروق جوهريّة بين المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح ($P = 0.150$)، بينما كان هناك فروق جوهريّة بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعتي الشاهدة و البلازما الغنية بالصفائح ($P < 0.001$).

ويظهر المخطط (٤-٢) تغير متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي خلال كل شهر من الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث.



المخطط (٤-١٣): تغير متوسط حركة إرجاع الناب العلوي في المجموعات الثلاث

٥.٣.٤ الإرجاع الكلي للناب العلوي في المجموعات الثلاث:

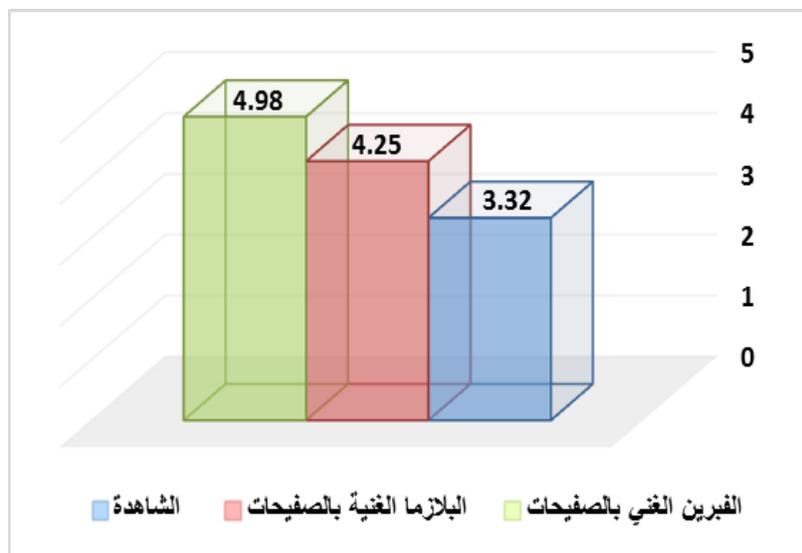
يوضح الجدول (٤-١٠) متوسط قيم الإرجاع الكلي للناب العلوي في المجموعات الثلاث خلال الأشهر الأربعة إضافة إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-١٠) : متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم) | | | | | | | | |
|---|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----------|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | المعياري الانحراف | المتوسط | العدد | المجموعة |
| <٠.٠٠١* | ٢٣.٩٧ | ٣.٨٨ | ٢.٣٥ | ٠.١١ | ٠.٥١ | ٣.٣٢ | ٢٠ | Cont |
| | | ٥.١٢ | ٢.٩٩ | ٠.١٤ | ٠.٦٤ | ٤.٢٥ | ٢٠ | PRP |
| | | ٥.٩١ | ٢.٩٨ | ٠.٢٢ | ١.٠١ | ٤.٩٨ | ٢٠ | PRF |

الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

تظهر النتائج أن هناك فروقاً جوهرية بين المجموعات الثلاث فيما يخص متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي ($P < 0.001$)، وأن متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في المجموعة الشاهدة

هو أقل من متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في كل من مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح. وأن أعلى قيمة هي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح. ويظهر المخطط (٤-٣) متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث.



المخطط (٤-١٤): متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم)

بإجراء اختبار Least Significant Difference (LSD) من أجل مقارنة متوسطات مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث نتج لدينا الجدول (٤-١١)

| الجدول (٤-١١): مقارنة متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة بين المجموعات الثلاث (مم) | | | | |
|--|----------------|---------------------|--------------|--------------|
| P-value | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) |
| <٠.٠٠١* | ٠.٢٣ | -٠.٩٣ | PRP | Cont |
| <٠.٠٠١* | ٠.٢٣ | -١.٦٦ | PRF | |
| ٠.٠٠٤* | ٠.٢٣ | -٠.٧٣ | PRF | PRP |

الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق أن هناك فروقاً جوهرية بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث ($P < 0.005$). كما نلاحظ أن متوسط مقدار إرجاع الناب العلوي في مجموعتي البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح خلال الأشهر الأربعة يزيد بمقدار ٠.٩٣ مم و ١.٦٦ مم على التوالي عن متوسط مقدار الإرجاع في المجموعة الشاهدة. بينما يزيد متوسط مقدار إرجاع الناب في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح بمقدار ٠.٧٣ مم عن متوسط مقدار إرجاع الناب في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ولحساب نسبة الزيادة تم استخدام المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الزيادة} = \frac{\text{مقدار الزيادة}}{\text{القيمة الأساسية}}$$

أي أن حركة الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح أكبر بمقدار ٢٨% مما هي عليه في المجموعة الشاهدة. بينما تزيد حركة الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح بمقدار ٥٠% و ١٧.١% على التوالي عما هي عليه في المجموعة الشاهدة و مجموعة البلازما الغنية بالصفائح.

٤.٤ فقدان الدعم (فقدان الإرساء):

تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة paired t-test من أجل مقارنة متوسطي قيم فقدان الدعم (الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية) في الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى خلال كل شهر ضمن المجموعة الواحدة، ويبين الجدولان (٤-١٢ و ٤-١٣) النتائج الإحصائية الخاصة باختبار paired t-test في المجموعات الثلاث:

| الجدول (٤ - ١٢): متوسط قيم فقدان الدعم في الجهتين اليمنى واليسرى في المجموعة الشاهدة و مجموعة البلازما الغنية بالصفائح(مم) | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|---------|-------------------|--------|---------|
| المجموعة | الشهر | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P-value |
| المجموعة الشاهدة | M١ | يمين | ٢٠ | ٠.٣٧ | ٠.٠٧١ | ٠.٨٩٧ | ٠.٣٧٥ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٣٥ | ٠.٠٧١ | | |
| | M٢ | يمين | ٢٠ | ٠.٢٩ | ٠.٠٤٠ | -١.٥٩١ | ٠.١٢٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٣١ | ٠.٠٤٠ | | |
| | M٣ | يمين | ٢٠ | ٠.١٩ | ٠.٠٢٤ | -٢.٦٤٣ | ٠.١١٢ |

| | | | | | | | |
|---|--------|-------|------|----|------|----|---------------------------------|
| | | ٠.٠٢٤ | ٠.٢١ | ٢٠ | يسار | | مجموعة البلازما الغنية بالصفائح |
| ٠.١١٩ | ٢.٤٥٨ | ٠.٠٢٦ | ٠.٢٢ | ٢٠ | يمين | M٤ | |
| | | ٠.٠٢٦ | ٠.٢٠ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٤٦٩ | ٠.٧٣١ | ٠.٠٨٦ | ٠.٥٦ | ٢٠ | يمين | M١ | |
| | | ٠.٠٨٦ | ٠.٥٤ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣٧٣ | -٠.٩٠١ | ٠.٠٧٠ | ٠.٣١ | ٢٠ | يمين | M٢ | |
| | | ٠.٠٧٠ | ٠.٣٣ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٤٦٢ | -٠.٧٤٣ | ٠.٠٨٥ | ٠.٥٤ | ٢٠ | يمين | M٣ | |
| | | ٠.٠٨٥ | ٠.٥٦ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣١٤ | ١.٠٢٠ | ٠.٠٦٢ | ٠.٢٥ | ٢٠ | يمين | M٤ | |
| | | ٠.٠٦٢ | ٠.٢٣ | ٢٠ | يسار | | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | |

| الجدول (٤ - ١٣) : متوسط قيم فقدان الدعم في الجهتين اليمنى واليسرى في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (مم) | | | | | | | | |
|---|--------|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------------------------------|--|
| P- value | T | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | الجهة | الشهر | المجموعة | |
| ٠.٥٠٤ | ٠.٦٧٥ | ٠.٠٩٤ | ٠.٥٧ | ٢٠ | يمين | M١ | مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | |
| | | ٠.٠٩٤ | ٠.٥٥ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٢٥٠ | -١.١٦٩ | ٠.٠٥٤ | ٠.٤٨ | ٢٠ | يمين | M٢ | | |
| | | ٠.٠٥٤ | ٠.٥٠ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٤٨٧ | -٠.٧٠٢ | ٠.٠٩٠ | ٠.٥٦ | ٢٠ | يمين | M٣ | | |
| | | ٠.٠٩٠ | ٠.٥٨ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٣٠٩ | ١.٠٣١ | ٠.٠٦١ | ٠.٤٩ | ٢٠ | يمين | M٤ | | |
| | | ٠.٠٦١ | ٠.٤٧ | ٢٠ | يسار | | | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، M١ : الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

نلاحظ من الجدولين السابقين عدم وجود فروق جوهرية بين الجهتين اليمنى و اليسرى فيما يخص الحركة الأنسية للأرحاء الأولى العلوية ($P > 0.05$)، وبالتالي فقد تمّ استخدام وسطي القيمتين اليمنى واليسرى في التحاليل الإحصائية اللاحقة.

١.٤.٤ فقدان الدعم في المجموعة الشاهدة:

يوضح الجدول (٤-١٤) التالي متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في المجموعة الشاهدة خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (Anova - one way) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ١٤) : متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في المجموعة الشاهدة خلال أزمئة التقييم(مم) | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.٠٧٠ | ١.٩٢٤ | ٠.٤٣ | ٠.٣١ | ٠.٠١ | ٠.٠٧ | ٠.٣٥ | ٢٠ | M١ |
| | | ٠.٣٤ | ٠.٢٤ | ٠.٠١ | ٠.٠٣ | ٠.٢٩ | ٢٠ | M٢ |
| | | ٠.٢٩ | ٠.١٧ | ٠.٠١ | ٠.٠٢ | ٠.٢١ | ٢٠ | M٣ |
| | | ٠.٣٣ | ٠.١٤ | ٠.٠١ | ٠.٠٢ | ٠.٢١ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * فرق جوهري M١: الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢: الشهر الثاني (T٢-T١)، M٣: الشهر الثالث (T٣-T٢)، M٤: الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

تُظهر نتائج الجدول (٤-١٤) عدم وجود فروقٍ جوهريةٍ بين متوسطات مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال الأشهر الأربعة في المجموعة الشاهدة ($P = 0.07$).

٢.٤.٤ فقدان الدعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح:

يوضح الجدول (٤-١٥) متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ١٥) : متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال أزمنا التقييم (مم) | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----------------|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| * <math>P < 0.0001</math> | ١.٩٩١ | ٠.٦٢ | ٠.٣٥ | ٠.٠٤ | ٠.٠٨ | ٠.٥٥ | ٢٠ | M _١ |
| | | ٠.٤٢ | ٠.٢٢ | ٠.٠٢ | ٠.٠٧ | ٠.٣٢ | ٢٠ | M _٢ |
| | | ٠.٦٥ | ٠.٤٧ | ٠.٠١ | ٠.٠٤ | ٠.٥٦ | ٢٠ | M _٣ |
| | | ٠.٣٥ | ٠.١٨ | ٠.٠٣ | ٠.٠٦ | ٠.٢٣ | ٢٠ | M _٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * فرق جوهري M _١ : الشهر الأول (T _١ -T _٠) ، M _٢ : الشهر الثاني (T _٢ -T _١) ، M _٣ : الشهر الثالث (T _٣ -T _٢) ، M _٤ : الشهر الرابع (T _٤ -T _٣) | | | | | | | | |

تبين من الجدول السابق أن هناك فروقاً جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال الأشهر الأربعة في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ($P < 0.0001$).

كما تبين أن متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في كل من الشهرين الأول والثالث هو أكبر من متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في كل من الشهرين الثاني والرابع.

تم إجراء الاختبار الإحصائي **Least Significant Difference (LSD)** من أجل مقارنة متوسطات قيم مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية بين كل شهرين من الأشهر الأربعة في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (الجدول ٤-١٦) :

| الجدول (٤ - ١٦) : مقارنة مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح بين كل شهرين من الأشهر الأربعة (مم) | | | | |
|---|----------------|---------------------|----------------|----------------|
| P-value | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين (I-J) | الشهر (J) | الشهر (I) |
| * <math>P < 0.0001</math> | ٠.٠٨ | ٠.٢٣ | M _٢ | M _١ |
| ٠.٢١٢ | ٠.٠٢ | -٠.٠١ | M _٣ | |
| * <math>P < 0.0001</math> | ٠.٠١ | ٠.٣٢ | M _٤ | |
| * <math>P < 0.0001</math> | ٠.٠٢ | -٠.٢٤ | M _٣ | M _٢ |

| | | | | |
|---|------|------|----|----|
| ٠.٨٧٠ | ٠.٠٣ | ٠.٠٩ | M٤ | |
| <٠.٠٠١* | ٠.٠٤ | ٠.٣٣ | M٤ | M٣ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري، M١: الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢: الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣: الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤: الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | |

يتضح من الجدول السابق وجود فروق جوهريّة بين الشهر الأول وكل من الشهرين الثاني والرابع ($P < 0.0001$). وكذلك وجود فروق جوهريّة بين الشهر الثالث وكل من الشهرين الثاني والرابع ($P < 0.0001$).

٣.٤.٤ فقدان الدعم في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح:

يوضح الجدول (٤-١٧) التالي متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهريّة الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ١٧) : متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال أزمنة التقييم (مم) | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.١٣٦ | ١.٩٠٢ | ٠.٦٥ | ٠.٣٤ | ٠.٠٤ | ٠.٠٢ | ٠.٥٦ | ٢٠ | M١ |
| | | ٠.٥٥ | ٠.٣٨ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٤٩ | ٢٠ | M٢ |
| | | ٠.٦٧ | ٠.٣٧ | ٠.٠٢ | ٠.٠٣ | ٠.٥٦ | ٢٠ | M٣ |
| | | ٠.٦٩ | ٠.٣٤ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٤٨ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * فرق جوهري، M١: الشهر الأول (T١-T٠) ، M٢: الشهر الثاني (T٢-T١) ، M٣: الشهر الثالث (T٣-T٢) ، M٤: الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

تظهر النتائج في الجدول السابق (٤ - ١٧) عدم وجود فروقٍ جوهريّة ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم فقدان الدعم في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال الأشهر الأربعة.

٤.٤.٤ القيم الشهرية لفقدان الدعم في المجموعات الثلاث:

يظهر الجدول (٤-١٨) متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في المجموعات الثلاث خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهريّة الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ١٨): مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال كل شهر بين المجموعات الثلاث (مم) | | | | | | | | | |
|--|---------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|------|----------------|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | | |
| <٠.٠٠٠١* | ٣٦.٨٤٨ | ٠.٤٣ | ٠.٣١ | ٠.٠١ | ٠.٠٧ | ٠.٣٥ | ٢٠ | Cont | M _١ |
| | | ٠.٦٢ | ٠.٣٥ | ٠.٠٤ | ٠.٠٨ | ٠.٥٥ | ٢٠ | PRP | |
| | | ٠.٦٥ | ٠.٣٤ | ٠.٠٤ | ٠.٠٢ | ٠.٥٦ | ٢٠ | PRF | |
| <٠.٠٠٠١* | ٧٠.١٠٥ | ٠.٣٤ | ٠.٢٤ | ٠.٠١ | ٠.٠٣ | ٠.٢٩ | ٢٠ | Cont | M _٢ |
| | | ٠.٤٢ | ٠.٢٢ | ٠.٠٢ | ٠.٠٧ | ٠.٣٢ | ٢٠ | PRP | |
| | | ٠.٥٥ | ٠.٣٨ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٤٩ | ٢٠ | PRF | |
| <٠.٠٠٠١* | ١٥٩.٧٧٠ | ٠.٢٩ | ٠.١٧ | ٠.٠١ | ٠.٠٢ | ٠.٢١ | ٢٠ | Cont | M _٣ |
| | | ٠.٦٥ | ٠.٤٧ | ٠.٠١ | ٠.٠٤ | ٠.٥٦ | ٢٠ | PRP | |
| | | ٠.٦٧ | ٠.٣٧ | ٠.٠٢ | ٠.٠٣ | ٠.٥٦ | ٢٠ | PRF | |
| <٠.٠٠٠١* | ١٦٣.٠٣٤ | ٠.٣٣ | ٠.١٤ | ٠.٠١ | ٠.٠٢ | ٠.٢١ | ٢٠ | Cont | M _٤ |
| | | ٠.٣٥ | ٠.١٨ | ٠.٠٣ | ٠.٠٦ | ٠.٢٣ | ٢٠ | PRP | |
| | | ٠.٦٩ | ٠.٣٤ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٤٨ | ٢٠ | PRF | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، M _١ : الشهر الأول (T _١ -T _٠)، M _٢ : الشهر الثاني (T _٢ -T _١)، M _٣ : الشهر الثالث (T _٣ -T _٢)، M _٤ : الشهر الرابع (T _٤ -T _٣) | | | | | | | | | |

تبيّن النتائج أن هناك فروقاً جوهريّة بين متوسطات مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال كل شهر بين المجموعات الثلاث. بإجراء اختبار Least Significant Difference (LSD) من أجل المقارنة بين متوسطات مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال كل شهر بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث نتج لدينا الجدول (٤-١٩)

| الجدول (٤ - ١٩): مقارنة متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية شهرياً بين المجموعات الثلاث (مم) | | | | |
|--|---------------|----------|----------|-----------|
| P-value | فرق المتوسطين | المجموعة | المجموعة | Dependent |

| Variable | (I) | (J) | (I-J) |
|----------------|------|-----|-------|
| M ₁ | Cont | PRP | -0.20 |
| | | PRF | -0.21 |
| | PRP | PRF | 0.627 |
| M ₂ | Cont | PRP | -0.03 |
| | | PRF | -0.20 |
| | PRP | PRF | -0.17 |
| M ₃ | Cont | PRP | -0.35 |
| | | PRF | -0.35 |
| | PRP | PRF | 0.575 |
| M ₄ | Cont | PRP | -0.02 |
| | | PRF | -0.27 |
| | PRP | PRF | -0.25 |

الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ،
Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF: مجموعة الفبرين
الغني بالصفائح ، M₁: الشهر الأول (T₁-T₀) ، M₂: الشهر الثاني (T₂-T₁) ، M₃: الشهر
الثالث (T₃-T₂) ، M₄: الشهر الرابع (T₄-T₃)

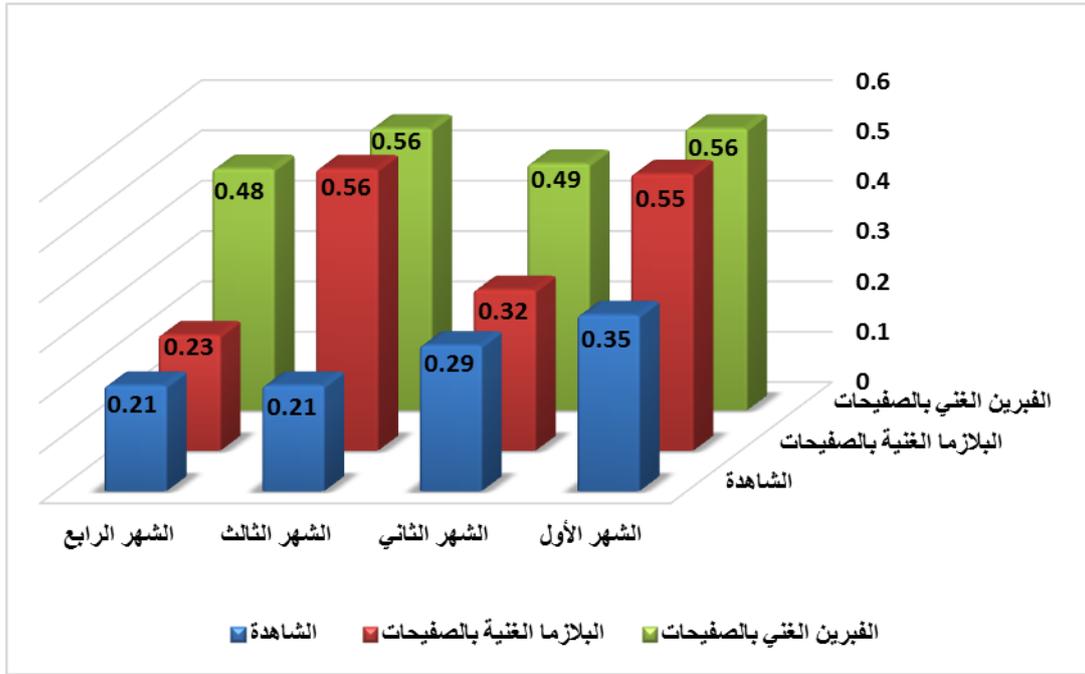
أظهرت النتائج وجود فروق جوهريّة خلال الشهر الأول بين المجموعة الشاهدة وكل من مجموعتي البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح ($P < 0.0001$)، إلا أنه لم يكن هناك فروقٌ جوهريّةً بين مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح ($P = 0.058$).

خلال الشهر الثاني لم يكن هناك فروقٌ جوهريّةً بين المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح ($P = 0.627$)، بينما كان هناك فروقٌ جوهريّةً بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعتي الشاهدة و البلازما الغنية بالصفائح ($P < 0.0001$).

خلال الشهر الثالث أظهرت النتائج وجود فروقٍ جوهريّةٍ بين المجموعة الشاهدة وكل من مجموعتي البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح ($P < 0.0001$)، إلا أنه لم يكن هناك فروقٌ جوهريّةً بين مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح ($P = 0.575$).

خلال الشهر الرابع لم يكن هناك فروقٌ جوهريةً بين المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح (P=0.086)، بينما كان هناك فروقٌ جوهريةً بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعتي الشاهدة و البلازما الغنية بالصفائح (P<0.001).

ويظهر المخطط (٤-٤) متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية خلال كل شهر من الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث.



المخطط (٤-١٥): متوسط مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية في المجموعات الثلاث خلال الأشهر الأربعة (مم)

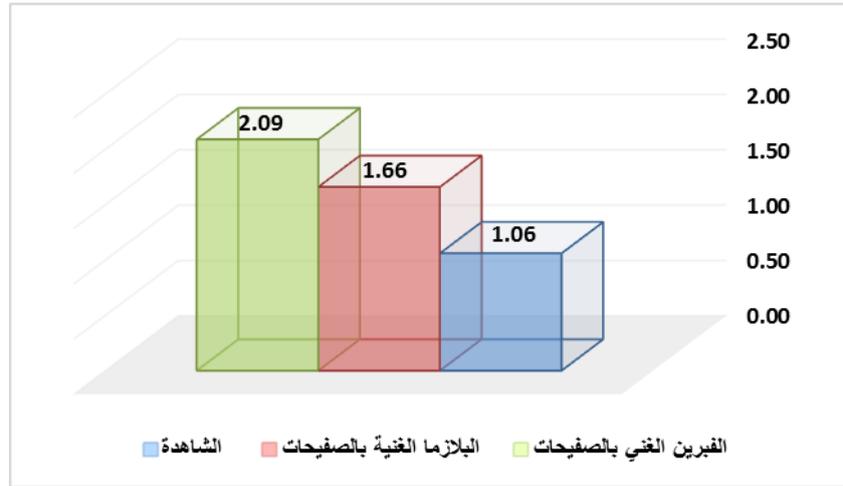
٥.٤.٤ فقدان الدعم الكلي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث :

يوضح الجدول (٤-٢٠) متوسط مقدار الحركة الأنسية الكلية للرحى الأولى العلوية في المجموعات الثلاث خلال الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة الفروق بينها:

| الجدول (٤-٢٠): متوسط قيم فقدان الدعم الكلي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم) | | | | | | | | | |
|---|----------|-------|---------|-------------------|----------------|-----------|-----------|-------|---------|
| نتائج | المجموعة | العدد | المتوسط | المعياري الانحراف | المعياري الخطأ | أدنى قيمة | أعلى قيمة | F | P-value |
| Cont | ٢٠ | ١.٠٦ | ٠.٠٩٢ | ٠.٠١٨ | ٠.٨٠ | ١.٢٣ | ٠.٧٠ | ١.٨٣٠ | ٠.٠٠٠٧* |

| | | | | | | | | |
|---|--|------|------|-------|-------|------|----|-----|
| | | ١.٩١ | ١.٤٥ | ٠.٠٣٢ | ٠.١٩٠ | ١.٦٦ | ٢٠ | PRP |
| | | ٢.٢٤ | ١.٨١ | ٠.٠٢٤ | ٠.٢٠٩ | ٢.٠٩ | ٢٠ | PRF |
| الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، | | | | | | | | |

تظهر النتائج أن هناك فروقاً جوهرياً بين المجموعات الثلاث فيما يخص متوسط مقدار فقدان الدعم الكلي ، وأن أعلى قيمة هي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ($P < 0.0001$). وأن متوسط مقدار فقدان الدعم الكلي في المجموعة الشاهدة هو أقل من متوسط مقدار فقدان الدعم الكلي في كل من مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح. ويظهر المخطط (٤-٥) متوسط مقدار فقدان الدعم الكلي في المجموعات الثلاث.



المخطط (٤-١٦): متوسط مقدار فقدان الدعم خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث (مم)
 بإجراء اختبار Least Significant Difference (LSD) من أجل مقارنة متوسطات فقدان الدعم الكلي خلال الأشهر الأربعة بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث نتج لدينا الجدول (٤-٢١)

| الجدول (٤-٢١): مقارنة متوسط مقدار فقدان الدعم الكلي بين المجموعات الثلاث (مم) | | | |
|---|---------------------|--------------|--------------|
| P-value | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) |
| <0.0001* | -0.59 | PRP | Cont |
| <0.0001* | -1.03 | PRF | |
| <0.0001* | -0.43 | PRF | PRP |

الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ،
 Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF: مجموعة الفبرين
 الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق أن هناك فروقاً جوهرياً في متوسطات مقدار فقدان الدعم الكلي خلال الأشهر الأربعة بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث.

٥.٤ انفتال الناب العلوي:

تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة paired t-test من أجل مقارنة متوسطي قيم انفتال الناب في الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى خلال كل شهر ضمن المجموعة الواحدة، وبين الجدولان (٢٢-٤ و ٢٣-٤) النتائج الإحصائية الخاصة باختبار paired t-test في المجموعات الثلاث:

| الجدول (٢٢-٤): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في المجموعة الشاهدة و مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (درجة) | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|---------|-------------------|--------|---------|
| المجموعة | الشهر | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P-value |
| المجموعة الشاهدة | M١ | يمين | ٢٠ | ٢.٤٩١ | ٠.٧١٠ | ٠.٨٦٦ | ٠.٣٩٢ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٣٠٦ | ٠.٦٣٨ | | |
| | M٢ | يمين | ٢٠ | ٢.٧٩٥ | ١.١٨٩ | ٠.٦٣٥ | ٠.٥٣٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٦١٣ | ٠.٤٨١ | | |
| | M٣ | يمين | ٢٠ | ٢.٧٣٩ | ٠.٩٨٥ | ٠.٦٨١ | ٠.٥٠٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٥٧٠ | ٠.٥١٤ | | |
| | M٤ | يمين | ٢٠ | ٢.٩٢٠ | ١.٠٢٥ | -٠.٢٢٢ | ٠.٨٢٦ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٩٧٧ | ٠.٥٢٤ | | |
| مجموعة البلازما الغنية بالصفائح | M١ | يمين | ٢٠ | ٢.٣٩١ | ٠.٦٢٣ | -٠.١٨٢ | ٠.٨٥٧ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٤٢٩ | ٠.٦٩٧ | | |
| | M٢ | يمين | ٢٠ | ٢.٤١٥ | ٠.٥٩٣ | -١.٤٩٢ | ٠.١٤٤ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٨٦٤ | ١.٢٠٩ | | |
| | M٣ | يمين | ٢٠ | ٢.٥١٢ | ٠.٥٥٩ | -١.١٤٢ | ٠.٢٦١ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٨٠٥ | ١.٠٠٢ | | |

| | | | | | | |
|---|--------|-------|-------|----|------|----|
| ٠.٢٦٨ | -١.١٢٥ | ٠.٦٢١ | ٢.٥٥٣ | ٢٠ | يمين | M٤ |
| | | ١.٠٠٤ | ٢.٨٥٠ | ٢٠ | يسار | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، M١ : الشهر الأول (T١-T٠)، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١)، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢)، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | |

| الجدول (٢٣-٤): متوسط قيم انتقال الناب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (درجة) | | | | | | |
|---|--------|-------------------|---------|-------|-------|----------|
| P-value | T | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | الجهة | المجموعة |
| ٠.٦٦٥ | -٠.٤٣٦ | ٠.٦٢٥ | ٢.٢٤٨ | ٢٠ | يمين | M١ |
| | | ٠.٦٠٧ | ٢.٣٣٣ | ٢٠ | يسار | |
| ٠.٢٥١ | ١.١٦٥ | ٠.٤٩٣ | ٢.٦٧٩ | ٢٠ | يمين | M٢ |
| | | ٠.٦٠٨ | ٢.٤٧٥ | ٢٠ | يسار | |
| ٠.٧٣١ | ٠.٣٤٦ | ٠.٥٢٤ | ٢.٦٣٤ | ٢٠ | يمين | M٣ |
| | | ٠.٥٧٢ | ٢.٥٧٤ | ٢٠ | يسار | |
| ٠.٢٥ | ٢.٣٢٨ | ٠.٥١٤ | ٢.٩٠٧ | ٢٠ | يمين | M٤ |
| | | ٠.٦٠٧ | ٢.٤٩٣ | ٢٠ | يسار | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، M١ : الشهر الأول (T١-T٠)، M٢ : الشهر الثاني (T٢-T١)، M٣ : الشهر الثالث (T٣-T٢)، M٤ : الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | |

نلاحظ من الجدولين السابقين عدم وجود فروقٍ جوهريةٍ بين الجهتين اليمنى و اليسرى فيما يخص انتقال الناب العلوي ($P > ٠.٠٥$)، وبالتالي فقد تم استخدام وسطي القيمتين اليمنى واليسرى في التحاليل الإحصائية اللاحقة.

١.٥.٤ انتقال الناب العلوي في المجموعة الشاهدة:

يظهر الجدول (٢٤-٤) متوسط قيم انتقال الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| |
|--|
| الجدول (٢٤-٤) : متوسط قيم انتقال الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال أزمنة التقييم. (درجة) |
|--|

| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
|---|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----|
| ٠.٥٣٦ | ٠.٧٣٣ | ٣.٣٥ | ١.١٩ | ٠.١٥ | ٠.٧٠ | ٢.٤٦ | ٢٠ | M١ |
| | | ٤.٩٥ | ١.١٦ | ٠.٢٦ | ١.١٩ | ٢.٨٣ | ٢٠ | M٢ |
| | | ٤.٣٠ | ١.١٥ | ٠.٢٢ | ٠.٩٩ | ٢.٧٧ | ٢٠ | M٣ |
| | | ٤.٢٠ | ١.٢٥ | ٠.٢٢ | ١.٠١ | ٢.٨٨ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، M١: الشهر الأول (T١-T٠)، M٢: الشهر الثاني (T٢-T١)، M٣: الشهر الثالث (T٣-T٢)، M٤: الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

تبين نتائج الجدول السابق (٢٤-٤) عدم وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم انفعال الناب العلوي في المجموعة الشاهدة خلال الأشهر الأربعة (P=٠.٥٣٦).

٢.٥.٤ انتقال الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح:

يظهر الجدول (٢٥-٤) متوسط قيم انفعال الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٢٥-٤): متوسط قيم انفعال الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال أزمنا التقييم. (درجة) | | | | | | | | |
|---|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.٠٥٦ | ٢.٠٤٤ | ٣.٢٠ | ١.٤٥ | ٠.١٤ | ٠.٦٣ | ٢.٧٧ | ٢٠ | M١ |
| | | ٣.٢٥ | ١.٩٥ | ٠.١٠ | ٠.٤٨ | ٢.٦٤ | ٢٠ | M٢ |
| | | ٣.٤٥ | ١.٨٤ | ٠.١١ | ٠.٥١ | ٢.٦١ | ٢٠ | M٣ |
| | | ٣.٧٩ | ٢.١٨ | ٠.١١ | ٠.٥١ | ٢.٩٤ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، M١: الشهر الأول (T١-T٠)، M٢: الشهر الثاني (T٢-T١)، M٣: الشهر الثالث (T٣-T٢)، M٤: الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

تبين نتائج الجدول السابق (٢٥-٤) عدم وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم انفتال الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال الأشهر الأربعة (P=٠.٠٥٦).

٣.٥.٤ انفتال الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح:

يظهر الجدول (٢٦-٤) متوسط قيم انفتال الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال كل شهر من الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٢٦-٤): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال أزمنا التقييم (درجة) | | | | | | | | |
|---|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|----|
| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.٧٦٨ | ٠.٣٧٩ | ٣.١٥ | ١.٤٨ | ٠.١٣ | ٠.٦١ | ٢.٣٦ | ٢٠ | M١ |
| | | ٣.٢٤ | ١.٦٥ | ٠.١٣ | ٠.٦٠ | ٢.٤٤ | ٢٠ | M٢ |
| | | ٣.٢٥ | ١.٧٥ | ٠.١٢ | ٠.٥٦ | ٢.٥٤ | ٢٠ | M٣ |
| | | ٣.٤٥ | ١.٦٥ | ٠.١٣ | ٠.٦١ | ٢.٥٢ | ٢٠ | M٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، M١: الشهر الأول (T١-T٠)، M٢: الشهر الثاني (T٢-T١)، M٣: الشهر الثالث (T٣-T٢)، M٤: الشهر الرابع (T٤-T٣) | | | | | | | | |

توضح نتائج الجدول السابق (٢٦-٤) عدم وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم انفتال الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح خلال الأشهر الأربعة (P=٠.٧٦٨).

٤.٥.٤ الانفتال الكلي للناب خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث:

يظهر الجدول (٢٧-٤) متوسط قيم الانفتال الكلي للناب العلوي خلال الأشهر الأربعة في المجموعات الثلاث خلال الأشهر الأربعة إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

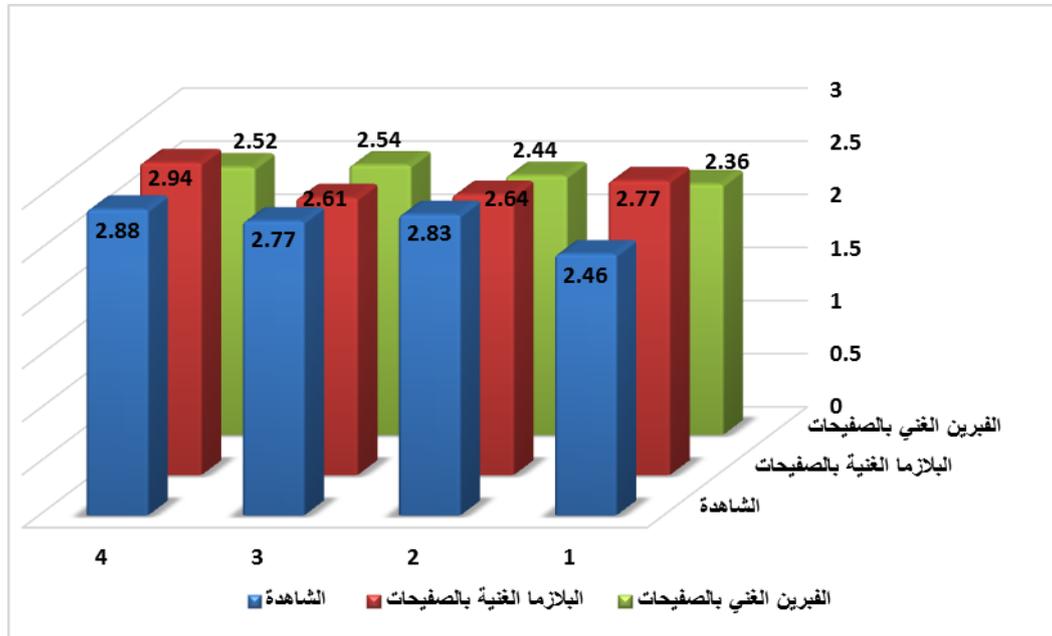
الجدول (٢٧ - ٤) : متوسط قيم الانفتال الكلي للناب العلوي في المجموعات الثلاث (درجة)

| P-value | F | أعلى قيمة | أدنى قيمة | المعياري الخطأ | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | | |
|---------|-------|-----------|-----------|----------------|-------------------|---------|-------|------|---------------------|
| ٠.٢٢١ | ١.٥٥٢ | ١٥.٠٩ | ٨.٠٥ | ٠.٤٤ | ١.٩٩ | ١٠.٩٤ | ٢٠ | Cont | إجمالي انفتال الناب |
| | | ١٢.٥٢ | ٨.٦٩ | ٠.٢٧ | ١.٢٣ | ١٠.٩٦ | ٢٠ | PRP | |
| | | ١٢.٨٥ | ٦.٥٣ | ٠.٥٣ | ٢.٣٨ | ٩.٨٦ | ٢٠ | PRF | |

الاختبار الإحصائي المستخدم **One-way ANOVA** ، المجموعه الشاهدة ، **PRP** : مجموعه الفبرين الغني بالصفائح
PRF : مجموعه الفبرين الغني بالصفائح

أظهرت نتائج الجدول السابق (٤-٢٧) عدم وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم إجمالي انفتال الناب العلوي في الأشهر الأربعة بين المجموعات (P=٠.٢٢١).

ويظهر المخطط (٤-٦) متوسط درجة انفتال الناب العلوي خلال كل شهر في المجموعات الثلاث



المخطط (٤-١٧): متوسط قيم انفتال الناب العلوي في المجموعات الثلاث (درجة)

٦.٤ ارتفاع الناتئ السنخي:

تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة paired t-test من أجل مقارنة متوسطات قيم ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحكي للنااب العلوي بين الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى ضمن المجموعة الواحدة في الزمنين: T₀ (قبل البدء بإرجاع النااب مباشرة) و T_٤ (بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع النااب)، حيث سيُشير مصطلح "قبل الإرجاع" على الزمن T₀ ومصطلح "بعد الإرجاع" على الزمن T_٤. و يبين الجدولان (٢٨-٤ ، ٢٩-٤) النتائج الإحصائية الخاصة باختبار paired t-test في المجموعات الثلاث:

| الجدول (٢٨-٤): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للنااب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|---------|----------------------|--------|----------|
| الجمو ية | الزمن | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P- value |
| Cont | T ₀ | يمين | ٢٠ | ٢.٧٢ | ٠.٨٣٧ | ٠.٢٤٥ | ٠.٨٠٨ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٦٥ | ٠.٨١٨ | | |
| | T _٤ | يمين | ٢٠ | ٣.١٢ | ٠.٦١٠ | -٠.٣٧١ | ٠.٧١٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٣.٢٠ | ٠.٦١٩ | | |
| PRP | T ₀ | يمين | ٢٠ | ٢.٨٠ | ٠.٨٧٣ | ٠.٢٤٢ | ٠.٨١٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٧٤ | ٠.٨٥١ | | |
| | T _٤ | يمين | ٢٠ | ٣.١٥ | ٠.٧٠٩ | -٠.٣١٨ | ٠.٧٥٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٣.٢٢ | ٠.٧٢٥ | | |
| PRF | T ₀ | يمين | ٢٠ | ٢.٩٨ | ٠.٨٢٠ | ٠.٢٧٣ | ٠.٧٨٦ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٩١ | ٠.٨٠٢ | | |
| | T _٤ | يمين | ٢٠ | ٣.٠١ | ٠.٨٢٢ | -٠.٢٦٦ | ٠.٧٩١ |
| | | يسار | ٢٠ | ٣.٠٨ | ٠.٨٤٠ | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفيرين الغني بالصفائح، T₀: قبل البدء بإرجاع النااب مباشرة، T_٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع النااب

| الجدول (٢٩-٤): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الحكي للنااب العلوي في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | |
|--|--|
|--|--|

| المجموعة | الزمن | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P- value |
|----------|----------------|-------|-------|---------|-------------------|--------|----------|
| Cont | T ₀ | يمين | ٢٠ | ٢.٤٣ | ٠.٧١٦ | -٠.٢٥٣ | ٠.٨٠١ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٤٩ | ٠.٧٣٢ | | |
| | T _٤ | يمين | ٢٠ | ٣.٠٥ | ٠.٧٤٧ | ٠.٣٠٧ | ٠.٧٦٠ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٩٨ | ٠.٧٣٤ | | |
| PRP | T ₀ | يمين | ٢٠ | ٢.٤٩ | ٠.٨٠١ | -٠.٢٣٥ | ٠.٨١٦ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٥٥ | ٠.٨١٦ | | |
| | T _٤ | يمين | ٢٠ | ٣.١٦ | ٠.٧٥١ | ٠.٣٢٣ | ٠.٧٤٨ |
| | | يسار | ٢٠ | ٣.٠٨ | ٠.٧٣٧ | | |
| PRF | T ₀ | يمين | ٢٠ | ٢.٦٥ | ٠.٧٥٣ | -٠.٢٥٨ | ٠.٧٩٨ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٧١ | ٠.٧٦٦ | | |
| | T _٤ | يمين | ٢٠ | ٢.٩٤ | ٠.٧٢٨ | ٠.٢٩٧ | ٠.٧٦٨ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٨٧ | ٠.٧١٩ | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T₀: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T_٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

نلاحظ من الجدولين السابقين عدم وجود فروقٍ جوهريةٍ بين الجهتين اليمنى و اليسرى فيما يخص ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي للناب العلوي ($P > 0.05$)، وبالتالي فقد تم استخدام وسطي القيمتين (اليمنى واليسرى) في التحاليل الإحصائية اللاحقة.

١.٦.٤ : ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي

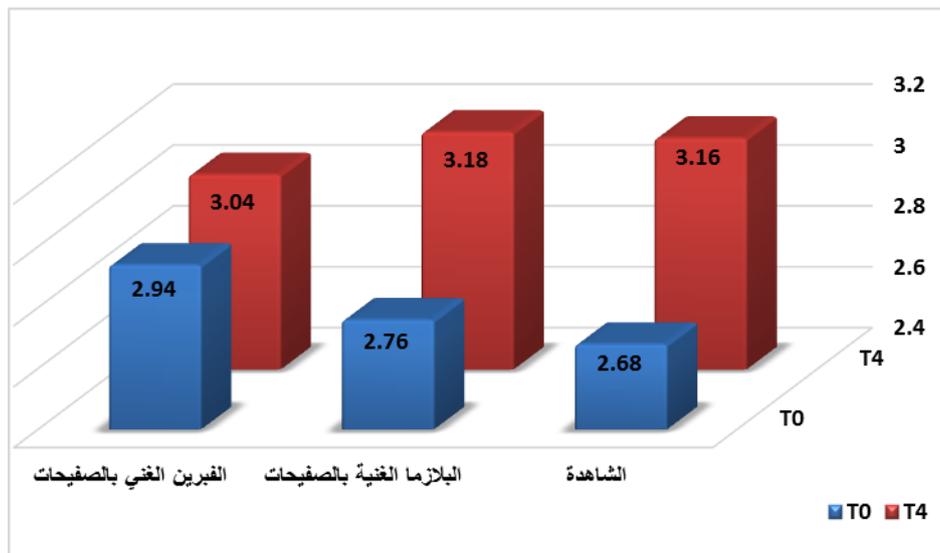
يظهر الجدول (٤-٣٠) متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي في المجموعات الثلاث قبل و بعد إرجاع الناب العلوي، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة-paired t test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

الجدول (٤-٣٠) : متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناب العلوي للمجموعات الثلاث قبل و بعد الإرجاع (مم)

| P-value | T | فرق المتوسطين | الانحراف المعياري | العدد | المتوسط | الزمن | |
|---------|--------|---------------|-------------------|-------|---------|-------|------|
| <0.001* | -2.978 | -0.48 | 0.82 | 20 | 2.68 | T0 | Cont |
| | | | 0.61 | 20 | 3.16 | T4 | |
| <0.001* | -0.918 | -0.42 | 0.86 | 20 | 2.76 | T0 | PRP |
| | | | 0.71 | 20 | 3.18 | T4 | |
| 0.155 | -1.48 | -0.10 | 0.81 | 20 | 2.94 | T0 | PRF |
| | | | 0.83 | 20 | 3.04 | T4 | |

الاختبار الإحصائي المستخدم paired t-test ،*: فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T0: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T4: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناناب العلوي بين الزمن T0 والزمن T4 في المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، أما في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح فلا يوجد فرق جوهري إحصائياً في ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناناب العلوي بين الزمن T0 و الزمن T4. ويظهر المخطط التالي (٤-٧) متوسط ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناناب في الزمنين T0 و T4.



المخطط (٤-١٨): ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للناناب العلوي في الزمنين T0 و T4 (مم)

يوضح الجدول (٤-٣١) متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للنباب العلوي في المجموعات الثلاث بين الزمنين T٠ و T٤ إضافة إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٣١): متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للنباب العلوي في المجموعات الثلاث | | | | | | |
|---|-------|---------|-------------------|----------------|-------|---------|
| المجموعة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | F | P value |
| Cont | ٢٠ | -٠.٤٨ | ٠.٤١ | ٠.١٠ | ٣.٤٧٢ | ٠.٠٣٨* |
| PRP | ٢٠ | -٠.٤٢ | ٠.٣١٥ | ٠.٠٣ | | |
| PRF | ٢٠ | -٠.١٠ | ٠.٣٠٥ | ٠.٠٦ | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للنباب العلوي بين المجموعات الثلاث. تم إجراء اختبار Least Significant Difference (LSD) من أجل مقارنة متوسط مقدار التغير بين كل مجموعتين (الجدول ٤-٣٢):

| الجدول (٤-٣٢): تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للنباب العلوي (مم) | | | | |
|--|---------------------|--------------|--------------|--|
| P-value | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) | |
| ٠.٦٩٧ | ٠.٠٦ | PRP | Cont | |
| ٠.٠١٧* | ٠.٣٨ | PRF | | |
| ٠.٠٤٤* | ٠.٣٢ | PRF | PRP | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Least Significant Difference (LSD)، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي للنباب العلوي بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والمجموعة الشاهدة.

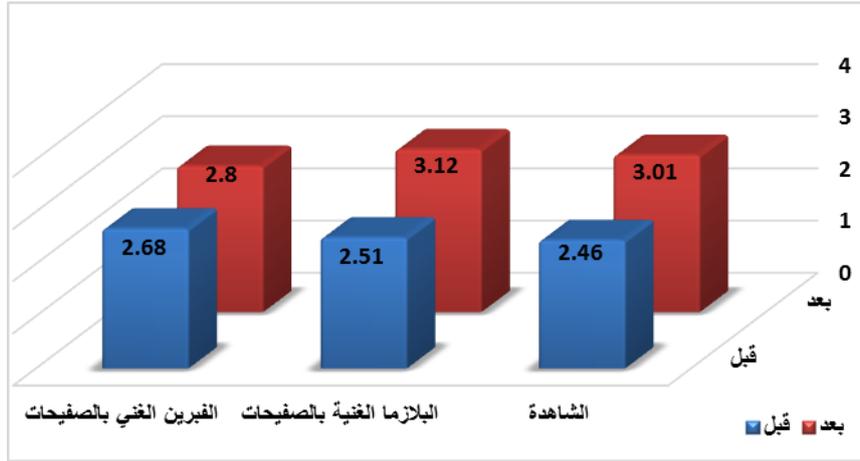
٢.٦.٤ ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للنباب العلوي :

يظهر الجدول رقم (٤-٣٣) متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للنباب العلوي في المجموعات الثلاث قبل و بعد إرجاع الناب العلوي، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهريّة الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٣٣): متوسط قيم ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للنباب العلوي للمجموعات الثلاث قبل و بعد الإرجاع (مم) | | | | | | | |
|--|---------|---------------|----------------|-------------------|-------|---------|-------|
| P-value | T | فرق المتوسطين | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | العدد | المتوسط | الزمن |
| <٠.٠٠٠١* | -٥.٥٥٦ | -٠.٥٥ | ٠.١٦ | ٠.٧٢ | ٢٠ | ٢.٤٦ | T٠ |
| | | | ٠.١٦ | ٠.٧٤ | ٢٠ | ٣.٠١ | T٤ |
| <٠.٠٠٠١* | -٣٠.٦٣٠ | -٠.٦١ | ٠.١٨ | ٠.٨٠ | ٢٠ | ٢.٥١ | T٠ |
| | | | ٠.١٨ | ٠.٧٤ | ٢٠ | ٣.١٢ | T٤ |
| ٠.٠٦٥ | -٨.٢٩ | -٠.١٢ | ٠.١٧ | ٠.٧٥ | ٢٠ | ٢.٦٨ | T٠ |
| | | | ٠.١٢ | ٠.٦٢ | ٢٠ | ٢.٨٠ | T٤ |

الاختبار الإحصائي المستخدم paired t-test، * فرق جوهري ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

يتضح من الجدول السابق وجود فرق جوهري في ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للنباب العلوي بين الزمن T٠ و الزمن T٤ في المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، دون أن يكون هذا الفرق الجوهري موجوداً في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح. ويظهر المخطط (٤-٨) متوسط ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للنباب العلوي قبل وبعد إرجاع الناب



المخطط (٤-١٩): ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناناب العلوي قبل وبعد الإرجاع (مم)
 يظهر الجدول (٤-٣٤) متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناناب العلوي في المجموعات الثلاث بين الزمنين T_0 و T_4 إضافة إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٣٤): متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناناب العلوي (مم) | | | | | | |
|---|------|----------------|-------------------|---------|-------|------|
| P-value | F | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.٠١٠* | ٤.٩٦ | ٠.٠٦٠ | ٠.٥١ | ٠.٥٥ | ٢٠ | Cont |
| | | ٠.٠١ | ٠.٤٩ | ٠.٦١ | ٢٠ | PRP |
| | | ٠.٠٢ | ٠.٠٩ | ٠.١٢ | ٢٠ | PRF |

الاختبار الإحصائي المستخدم **One-way ANOVA**، فرق جوهري، *: **Cont**: المجموعة الشاهدة، **PRP**: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، **PRF**: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناناب العلوي قبل وبعد الإرجاع في المجموعات الثلاث.

تم إجراء اختبار **Least Significant Difference (LSD)** من أجل مقارنة متوسط مقدار التغير بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث (الجدول ٤-٣٥):

| الجدول (٤-٣٥): تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي للناناب العلوي (مم) | | | | |
|---|----------------|---------------------|--------------|--------------|
| P-value | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) |

| | | | | |
|--|-------|-------|-----|------|
| ٠.٧٢٨ | ٠.٠٥٣ | -٠.٠٦ | PRP | Cont |
| ٠.٠١٤* | ٠.٠٥٣ | ٠.٤٣ | PRF | |
| ٠.٠٠٦* | ٠.٠٥٣ | ٠.٤٨ | PRF | PRP |
| الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | | |

يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار تغير ارتفاع الناتئ السنخي الحنكي بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والمجموعة الشاهدة.

٧.٤ ثخانة العظم السنخي:

تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة paired t-test من أجل مقارنة متوسطات قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي والحنكي للنباب العلوي بين الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى ضمن المجموعة الواحدة في المستويات الثلاث (على بعد ٤ مم و ٦ مم ذروباً من الملتقى المينائي الملاطي للنباب العلوي إضافةً إلى منتصف طول الجذر) في الزمنين: T٠ (قبل البدء بإرجاع النباب مباشرةً) و T٤ (بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع النباب)، حيث سيُشير مصطلح "قبل الإرجاع" على الزمن T٠ ومصطلح "بعد الإرجاع" على الزمن T٤، وتبين الجداول (٤-٣٦ و ٤-٣٧ و ٤-٣٨ و ٤-٣٩ و ٤-٤٠ و ٤-٤١) النتائج الإحصائية الخاصة باختبار paired t-test في المجموعات الثلاث:

| الجدول (٤-٣٦) : متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنباب العلوي في المستوى الأول في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|---------|-------------------|-------|---------|
| المجموعة | تاريخ | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P-value |
| Cont | T٠ | يمين | ٢٠ | ١.٠١ | ٠.٢٥٢ | ٠.٣٥٨ | ٠.٧٢٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٩٨ | ٠.٢٤٣ | | |

| | | | | | | | | |
|---|--------|-------|------|----|------|----|-----|-----|
| ٠.٦٤٨ | -٠.٤٦٠ | ٠.١٦٢ | ٠.٨٦ | ٢٠ | يمين | T٤ | PRP | |
| | | ٠.١٦٨ | ٠.٨٩ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٧٢١ | ٠.٣٦٠ | ٠.٢٦٨ | ١.٠٦ | ٢٠ | يمين | T٠ | | |
| | | ٠.٢٥٩ | ١.٠٣ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٥٨٩ | -٠.٥٤٥ | ٠.١٥٨ | ٠.٩١ | ٢٠ | يمين | T٤ | | |
| | | ٠.١٦٧ | ٠.٩٤ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٧٣٩ | ٠.٣٣٥ | ٠.٢٦٨ | ١.٠٠ | ٢٠ | يمين | T٠ | | PRF |
| | | ٠.٢٦٠ | ٠.٩٧ | ٢٠ | يسار | | | |
| ٠.٧٠٦ | -٠.٣٨١ | ٠.٢٤٥ | ٠.٩٦ | ٢٠ | يمين | T٤ | | |
| | | ٠.٢٥٣ | ٠.٩٩ | ٢٠ | يسار | | | |
| <p>الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، Cont : المجموعة الشاهدة ، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠ : قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤ : بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب</p> | | | | | | | | |

| الجدول (٤-٣٧) : متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للناب العلوي في المستوى الأول في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | | | | | | | |
|--|--------|-------------------|---------|-------|-------|-------|----------|
| P- value | T | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | الجهة | تصنيف | المجموعة |
| ٠.٦٨٥ | -٠.٤٠٩ | ٠.٢٤٣ | ١.٠٨ | ٢٠ | يمين | T٠ | Cont |
| | | ٠.٢٥٢ | ١.١١ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٤٩٦ | ٠.٦٨٧ | ٠.٠٩٢ | ٠.٨٦ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.٠٩٢ | ٠.٨٤ | ٢٠ | يسار | | |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|------|----|------|----|-----|
| ٠.٦٨٥ | -٠.٤٠٨ | ٠.٢٦٠ | ١.١٣ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRP |
| | | ٠.٢٦٧ | ١.١٧ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٦٢٥ | ٠.٤٩٣ | ٠.١٤٣ | ٠.٩١ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.١٣٩ | ٠.٨٩ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٦٨٦ | -٠.٤٠٧ | ٠.٢٦٠ | ١.٠٧ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRF |
| | | ٠.٢٦٨ | ١.١٠ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٦٦٩ | ٠.٤٣١ | ٠.٢٥٣ | ١.٠٩ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.٢٤٥ | ١.٠٦ | ٢٠ | يسار | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

الجدول (٤-٣٨): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني في الجهتين اليمنى واليسرى (مم)

| المجموعة | الزمن | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P- value |
|----------|-------|-------|-------|---------|-------------------|--------|----------|
| Cont | T٠ | يمين | ٢٠ | ٠.٩١ | ٠.٢٥ | ٠.٣٥٨ | ٠.٧٢٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٨ | ٠.٢٤ | | |
| Cont | T٤ | يمين | ٢٠ | ٠.٧٣ | ٠.١٣ | -٠.٥٠٦ | ٠.٦١٦ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٧٥ | ٠.١٣ | | |
| PRP | T٠ | يمين | ٢٠ | ٠.٩٦ | ٠.٢٧ | ٠.٣٣٦ | ٠.٧٣٩ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٩٣ | ٠.٢٦ | | |
| PRP | T٤ | يمين | ٢٠ | ٠.٨٠ | ٠.١٥ | -٠.٤٢٥ | ٠.٦٧٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٢ | ٠.١٥ | | |
| PRF | T٠ | يمين | ٢٠ | ٠.٩٠ | ٠.٢٧ | ٠.٣٣٥ | ٠.٧٣٩ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٧ | ٠.٢٦ | | |
| PRF | T٤ | يمين | ٢٠ | ٠.٨٦ | ٠.٢٥ | -٠.٣٥٥ | ٠.٧٢٤ |
| | | يسار | ٢٠ | ٠.٨٩ | ٠.٢٥ | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

الجدول (٤-٣٩): متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني في الجهتين اليمنى واليسرى (مم)

| المجموعة | الزمن | الجهة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | T | P- value |
|----------|-------|-------|-------|---------|-------------------|--------|----------|
| Cont | T٠ | يمين | ٢٠ | ٢.٩٦ | ٠.٢٤ | -٠.٨٦٩ | ٠.٣٩١ |
| | | يسار | ٢٠ | ٣.٠٣ | ٠.٢٥ | | |
| Cont | T٤ | يمين | ٢٠ | ٢.٦٧ | ٠.١٣ | ١.٤٩٧ | ٠.١٤٣ |
| | | يسار | ٢٠ | ٢.٦١ | ٠.١٣ | | |

| | | | | | | | |
|--|--------|------|------|----|------|----|-----|
| ٠.٤٠٦ | -٠.٨٤٠ | ٠.٢٦ | ٣.٠١ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRP |
| | | ٠.٢٧ | ٣.٠٨ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.١٦٥ | ١.٤١٥ | ٠.١٣ | ٢.٧٣ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.١٣ | ٢.٦٧ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٤٢١ | -٠.٨١٤ | ٠.٢٦ | ٢.٩٥ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRF |
| | | ٠.٢٧ | ٣.٠٢ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣٨٠ | ٠.٨٨٨ | ٠.٢٥ | ٢.٩٦ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.٢٥ | ٢.٨٩ | ٢٠ | يسار | | |
| <p>الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب</p> | | | | | | | |

| الجدول (٤-١٠): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثالث في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | | | | | | | |
|--|--------|-------------------|---------|-------|-------|-------|----------|
| P- value | T | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | الجهة | الزمن | المجموعة |
| ٠.٧٢٣ | ٠.٣٥٨ | ٠.٢٥ | ٠.٨٢ | ٢٠ | يمين | T٠ | Cont |
| | | ٠.٢٥ | ٠.٧٩ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٥١٤ | -٠.٦٥٨ | ٠.١١ | ٠.٦٢ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.١٢ | ٠.٦٤ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٧٣٩ | ٠.٣٣٦ | ٠.٢٦ | ٠.٨٧ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRP |
| | | ٠.٢٦ | ٠.٨٥ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٥٥٦ | -٠.٥٩٥ | ٠.١٥ | ٠.٧٢ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.١٥ | ٠.٧٥ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٧٦٤ | ٠.٣٠٢ | ٠.٢٧ | ٠.٨٣ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRF |
| | | ٠.٢٦ | ٠.٨٠ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٧٤٣ | -٠.٣٣٠ | ٠.٢٥ | ٠.٧٩ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.٢٥ | ٠.٨٢ | ٢٠ | يسار | | |
| <p>الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب</p> | | | | | | | |

| الجدول (٤-١١): متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث في الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | | | | | | | |
|---|--------|-------------------|---------|-------|-------|-------|----------|
| P- value | T | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | الجهة | الزمن | المجموعة |
| ٠.٣٠١ | -١.٠٤٨ | ٠.٤٩ | ٧.٥٠ | ٢٠ | يمين | T٠ | Cont |
| | | ٠.٥٠ | ٧.٦٧ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣٠٤ | ١.٠٤٢ | ٠.٤٤ | ٦.٦٢ | ٢٠ | يمين | T٤ | |

| | | | | | | | |
|---|--------|------|------|----|------|----|-----|
| | | ٠.٤٣ | ٦.٤٨ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣٣١ | -٠.٩٨٥ | ٠.٥٢ | ٧.٦١ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRP |
| | | ٠.٥٣ | ٧.٧٨ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٢٣٧ | ١.٢٠٢ | ٠.٤١ | ٧.١٣ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.٤٠ | ٦.٩٧ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣٤٤ | -٠.٩٥٧ | ٠.٥٢ | ٧.٤٩ | ٢٠ | يمين | T٠ | PRF |
| | | ٠.٥٣ | ٧.٦٥ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٢٦٢ | ١.١٤٠ | ٠.٤٤ | ٧.٤٠ | ٢٠ | يمين | T٤ | |
| | | ٠.٤٣ | ٧.٢٤ | ٢٠ | يسار | | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، Cont : المجموعة الشاهدة ، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ، T٠ : قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً ، T٤ : بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب | | | | | | | |

يظهر من الجداول السابقة عدم وجود فروق جوهرية في متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي والحنكي للنانب العلوي بين الجهتين اليمنى واليسرى في المستويات الثلاث (على بعد ٤ و ٦ مم ذروباً من الملتقى المينائي الملاطي للنانب العلوي إضافة إلى منتصف طول الجذر) في الزمن T٠ والزمن T٤ ولذلك تم اعتماد وسطي قيم الجهتين في التحليل الإحصائية اللاحقة.

١.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول:

يبين الجدول (٤ - ٤٢) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول قبل و بعد إرجاع الناب العلوي في كل مجموعة من المجموعات الثلاث، إضافة إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ٤٢): متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول في مرحلتي قبل وبعد الإرجاع (مم) | | | | | | | | |
|---|-------|---------|-------|-------------------|----------------|---------------|-------|---------|
| المجموعة | الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين | T | P-value |
| Cont | T٠ | ٠.٩٩ | ٢٠ | ٠.٢٤ | ٠.٠٥ | -٠.١١٧ | ٣.٦٩٦ | ٠.٠٠٢* |
| | T٤ | ٠.٨٧ | ٢٠ | ٠.١٦ | ٠.٠٤ | | | |
| R | T٠ | ١.٠٤ | ٢٠ | ٠.٢٦ | ٠.٠٥ | -٠.١٢٦ | ٣.٩٥١ | ٠.٠٠١* |

| | | | | | | | | |
|---|-------|--------|------|------|----|------|----|-----|
| | | | ٠.٠٥ | ٠.١٦ | ٢٠ | ٠.٩٢ | T٤ | |
| ٠.٥٤٢ | ٠.٦٢١ | -٠.٠٠٨ | ٠.٠٥ | ٠.٢٦ | ٢٠ | ٠.٩٨ | T٠ | PRF |
| | | | ٠.٠٥ | ٠.٢٤ | ٢٠ | ٠.٩٧ | T٤ | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، Cont : المجموعة الشاهدة ، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ، T٠ : قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً ، T٤ : بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب | | | | | | | | |

يتضح من الجدول السابق أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول بين الزمن T٠ والزمن T٤ في كل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، أما في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح فلا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول بين الزمنين T٠ و T٤.

ويظهر الجدول (٤-٤٣) متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي بين الزمنين T٠ و T٤ في المستوى الأول في المجموعات الثلاث إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٣): متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول (مم) | | | | | | | |
|--|---------|--------|----------------|-------------------|---------|-------|----------|
| | P-value | قيمة F | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | المجموعة |
| مقدار التغير | ٠.٠٠٥* | ٥.٩٢٣ | ٠.٠٢ | ٠.١٤ | ٠.١٢ | ٢٠ | Cont |
| | | | ٠.٠٢ | ٠.١٤ | ٠.١٢ | ٢٠ | PRP |
| | | | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٠١ | ٢٠ | PRF |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * : فرق جوهري ، Cont : المجموعة الشاهدة ، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | | | | | |

يتضح من الجدول السابق وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي قبل و بعد الإرجاع في المستوى الأول بين المجموعات الثلاث.

ويظهر الجدول (٤-٤٤) نتائج اختبار (LSD) Least Significant Difference عند إجراء المقارنة بين كل مجموعتين:

| الجدول (٤-٤٤): تغير متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي (مم) في المستوى الأول بين المجموعات الثلاث | | | | |
|--|--------------|---------------------|----------------|---------|
| المجموعة (I) | المجموعة (J) | فرق المتوسطين (I-J) | الخطأ المعياري | P-value |
| Cont | PRP | -٠.٠١ | ٠.٢٩٥ | ٠.٨١٤ |
| | PRF | ٠.١١ | ٠.٢٩٥ | ٠.٠٠٦* |
| PRP | PRF | ٠.١٢ | ٠.٢٩٥ | ٠.٠٠٣* |

الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ،*: فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتبين من الجدول السابق وجود فروق جوهري في مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الأول بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح.

٤.٧.٢ ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول:

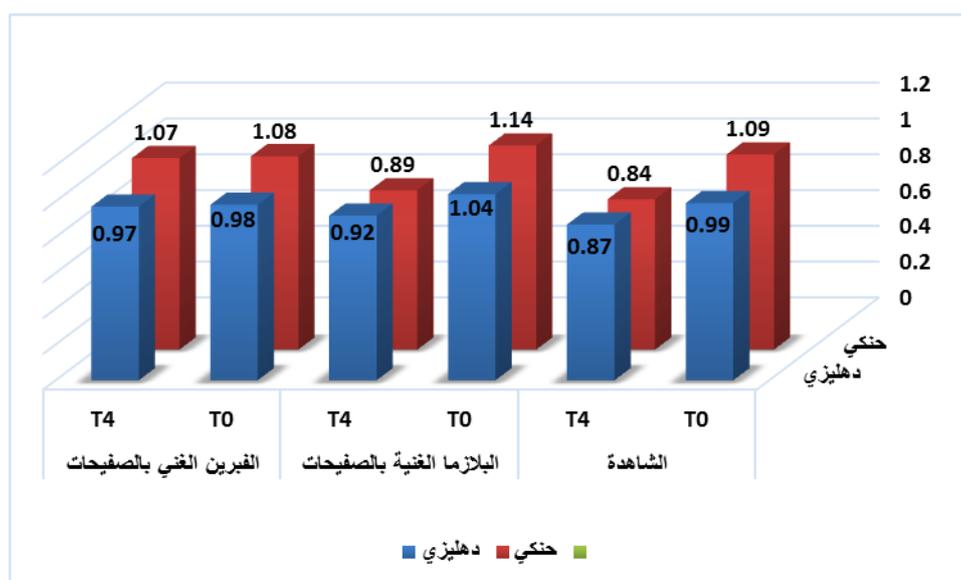
يظهر الجدول (٤-٤٥) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول قبل و بعد إرجاع الناب العلوي في كل مجموعة من المجموعات الثلاث، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٤٥): ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (مم) في المستوى الأول (٣ مم) | | | | | | | |
|---|-------|---------|-------|-------------------|---------------|-------|----------|
| المجموعة | الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | فرق المتوسطين | T | P-value |
| Cont | T٠ | ١.٠٩ | ٢٠ | ٠.٢٥ | -٠.٢٤٣ | ٥.٥٢٧ | <٠.٠٠٠١* |

| | | | | | | | |
|---|-------|--------|------|----|------|----|-----|
| | | | ٠.٠٩ | ٢٠ | ٠.٨٤ | T٤ | |
| <٠.٠٠١* | ٥.٦٨٦ | -٠.٢٥١ | ٠.٢٦ | ٢٠ | ١.١٤ | T٠ | PRP |
| | | | ٠.١٤ | ٢٠ | ٠.٨٩ | T٤ | |
| ٠.٥٤٢ | ٠.٦٢١ | -٠.٠٠٨ | ٠.٢٦ | ٢٠ | ١.٠٨ | T٠ | PRF |
| | | | ٠.٢٥ | ٢٠ | ١.٠٧ | T٤ | |
| <p>الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب</p> | | | | | | | |

يتضح من الجدول السابق أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول بين الزمن **T٠** والزمن **T٤** في المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، أما مجموعة الفبرين الغني بالصفائح فلا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول بين هذين الزمنين.

ويظهر المخطط التالي (٤-٩) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي والحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول في المجموعات الثلاث وذلك قبل إرجاع الناب العلوي مباشرةً (**T٠**) وبعد ١٦ أسبوعاً من بدء الإرجاع **T٤**.



المخطط (٤- ٢٠): متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول في قبل و بعد الإرجاع (مم).

كما يظهر الجدول (٤-٦٤) متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي بين الزمنين T٠ و T٤ في المستوى الأول إضافة إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات.

| الجدول(٤-٦٤): متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (مم) في المستوى الأول | | | | | | |
|--|-------|---------|-------------------|----------------|--------|---------|
| المجموعة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | قيمة F | P-value |
| Cont | ٢٠ | ٠.٢٥ | ٠.١٩ | ٠.٠١ | ١٤.١٢٤ | <٠.٠٠١* |
| PRP | ٢٠ | ٠.٢٥ | ٠.١٩ | ٠.٠٢ | | |
| PRF | ٢٠ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٠١ | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق (٤-٦٤) أن هناك فروقاً جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (قبل وبعد الإرجاع) في المستوى الأول في المجموعات الثلاث. ويظهر الجدول(٤-٦٧) نتائج اختبار Least Significant Difference (LSD) عند مقارنة التغير بين كل مجموعتين:

| الجدول(٤-٦٧) : تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول(مم) | | | |
|--|--------------|---------------------|---------|
| المجموعة (I) | المجموعة (J) | فرق المتوسطين (I-J) | P-value |
| Cont | PRP | -٠.٠١ | ٠.٨٧٨ |
| | PRF | ٠.٢٤ | <٠.٠٠١* |
| PRP | PRF | ٠.٢٤ | <٠.٠٠١* |

الاختبار الإحصائي المستخدم Least Significant Difference (LSD)، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

تشير نتائج الجدول السابق (٤-٤٧) إلى أن هناك فرقاً جوهرياً في مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الأول بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والمجموعة الشاهدة.

٣.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني :

يظهر الجدول (٤-٤٨) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني قبل و بعد إرجاع الناب العلوي في كل مجموعة من المجموعات الثلاث، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول(٤-٤٨) : ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني | | | | | | | |
|--|----------------|---------|-------|-------------------|-----------------|-------|---------|
| المجموعة | الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | المتوسطين الفرق | T | P-value |
| Cont | T ₀ | ٠.٨٩ | ٢٠ | ٠.٢٤ | -٠.١٤ | ٣.٨٧٨ | ٠.٠٠١* |
| | T _٤ | ٠.٧٥ | ٢٠ | ٠.١٢ | | | |
| PRP | T ₀ | ٠.٩٤ | ٢٠ | ٠.٢٦ | -٠.١٤ | ٤.١٩٥ | <٠.٠٠١* |
| | T _٤ | ٠.٨٠ | ٢٠ | ٠.١٤ | | | |
| PRF | T ₀ | ٠.٨٨ | ٢٠ | ٠.٢٦ | ٠.٠١ | ٠.٦٢١ | ٠.٥٤٢ |
| | T _٤ | ٠.٨٧ | ٢٠ | ٠.٢٤ | | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T₀: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T_٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

يتضح من الجدول السابق أن هناك فروقاً جوهرياً ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي بين الزمنين T₀ و T_٤ وذلك في المستوى الثاني في المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح .

أما في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح فلا يوجد فروق جوهرياً ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني بين هذين الزمنين.

ويوضح الجدول (٤-٤٩) نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA عند مقارنة مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي (قبل وبعد الإرجاع) في المستوى الثاني بين المجموعات الثلاث.

| الجدول (٤-٤٩) : مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني (مم) | | | | | | |
|---|-------|---------|-------------------|----------------|--------|---------|
| المجموعة | العدد | المتوسط | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | قيمة F | P-value |
| Cont | ٢٠ | ٠.١٥ | ٠.١٧ | ٠.٠٢ | ٦.٧٨٢ | ٠.٠٠٢* |
| PRP | ٢٠ | ٠.١٤ | ٠.١٥ | ٠.٠٢ | | |
| PRF | ٢٠ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٠١ | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

يتضح من الجدول السابق أن هناك فروقاً جوهرية ذات دلالة إحصائية في مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني (قبل و بعد الإرجاع) بين المجموعات الثلاث.

ويوضح الجدول (٤-٥٠) نتائج اختبار Least Significant Difference (LSD) عند مقارنة متوسط مقدار التغير بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث:

| الجدول (٤-٥٠) : تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني (مم) | | | |
|---|--------------|---------------------|---------|
| المجموعة (I) | المجموعة (J) | فرق المتوسطين (I-J) | P-value |
| Cont | PRP | ٠.٠١ | ٠.٨٧١ |
| | PRF | ٠.١٤ | ٠.٠٠٢* |
| PRP | PRF | ٠.١٣ | ٠.٠٠٣* |

الاختبار الإحصائي المستخدم Least Significant Difference (LSD)، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

تظهر نتائج الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح فيما يخص تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثاني.

٤.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني :

يظهر الجدول (٤-٥١) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني قبل و بعد إرجاع الناب العلوي في كل مجموعة من المجموعات الثلاث، إضافة إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول(٤-٥١) : ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني(مم) | | | | | | | |
|--|----------------|---------|-------|-------------------|-----------------|-------|----------|
| المجموعة | الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | المتوسطين الفرق | T | P-value |
| cont | T ₀ | ٢.٩٩ | ٢٠ | ٠.٢٤ | -٠.٣٦ | ٦.٣٧٧ | <٠.٠٠٠١* |
| | T _٤ | ٢.٦٣ | ٢٠ | ٠.١٢ | | | |
| PRP | T ₀ | ٣.٠٤ | ٢٠ | ٠.٢٦ | -٠.١٣ | ٦.٧٢٠ | <٠.٠٠٠١* |
| | T _٤ | ٢.٧٢ | ٢٠ | ٠.١٣ | | | |
| PRF | T ₀ | ٢.٩٨ | ٢٠ | ٠.٢٦ | ٠.٠٦ | ٤.٥٠٠ | <٠.٠٠٠١* |
| | T _٤ | ٢.٩٢ | ٢٠ | ٠.٢٤ | | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T₀: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T_٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

يتضح من الجدول السابق (٤-٥١) أن هناك فروقاً جوهرية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني بين الزمن T₀ والزمن T_٤ في المجموعات الثلاث. و يوضح الجدول(٤-٥٢) نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA من أجل مقارنة مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (قبل وبعد الإرجاع) في المستوى الثاني بين المجموعات الثلاث:

| الجدول(٤-٥٢) : مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى .. الثاني (مم) | | | | | | |
|---|-------|---------|----------|-------|--------|---------|
| المجموعة | العدد | المتوسط | الانحراف | الخطأ | قيمة F | P-value |

| | | المعياري | المعياري | | | |
|---|--------|----------|----------|------|----|------|
| <0.001* | ١٤.٤٥٥ | 0.01 | 0.24 | 0.35 | 20 | Cont |
| | | 0.02 | 0.23 | 0.35 | 20 | PRP |
| | | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 20 | PRF |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA ، * فرق جوهري، Cont : المجموعة الشاهدة، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | | | | |

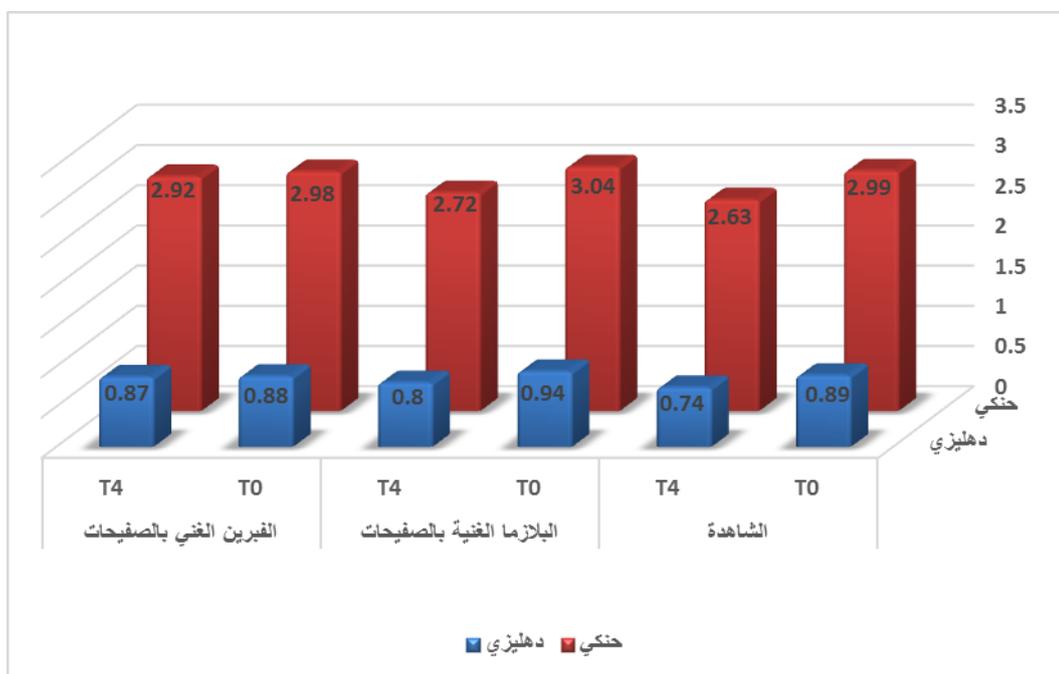
يتضح من الجدول السابق (٤-٥٢) وجود فروق جوهريّة ذات دلالة إحصائية في مقدار تغيّر ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (قبل وبعد الإرجاع) في المستوى الثاني بين المجموعات الثلاث.

ويوضح الجدول (٤-٥٣) نتائج اختبار **Least Significant Difference (LSD)** عند مقارنة متوسط مقدار التغير بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث.

| الجدول (٤-٥٣): تغيّر ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (مم) | | | |
|--|---------------------|--------------|--------------|
| P-value | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) |
| 0.911 | 0.01 | PRP | Cont |
| <0.001* | 0.29 | PRF | |
| <0.001* | 0.28 | PRF | PRP |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Least Significant Difference (LSD) ، * فرق جوهري، Cont : المجموعة الشاهدة، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | |

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (٤-٥٣) وجود فروقٍ جوهريّة في متوسط مقدار تغيّر ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والمجموعة الشاهدة. أي أن كمية خسارة ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح أقل بشكل جوهري من كمية خسارة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في ذات المستوى في كل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، رغم وجود فرقٍ جوهريٍّ فيما يخص ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني بين الزمن T_0 والزمن T_4 في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح.

ويظهر المخطط التالي (٤-١٠) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للنانب العلوي في مرحلتي ما قبل وما بعد إرجاع النانب في المستوى الثاني في المجموعات الثلاث.



المخطط (٤-٢١): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثاني قبل و بعد إرجاع النانب (مم)

٥.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثالث:

يبين الجدول (٤-٥٤) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثالث قبل و بعد إرجاع النانب العلوي في كل مجموعة من المجموعات الثلاث، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات.

| الجدول (٤-٥٤): ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي قبل وبعد الإرجاع في المستوى الثالث (مم) | | | | | | | |
|--|-------|---------------|-------------------|-------|---------|-------|---|
| P-value | T | فرق المتوسطين | الانحراف المعياري | العدد | المتوسط | الزمن | |
| ٠.٠٠٠٢* | ٣.٧٠٢ | ٠.١٧ | ٠.٢٤ | ٢٠ | ٠.٨٠ | T٠ | ٠ |

| | | | | | | | |
|---|-------|------|------|----|------|----|-----|
| | | | ٠.١١ | ٢٠ | ٠.٦٣ | T٤ | |
| ٠.٠٠٠٢* | ٣.٦٢٩ | ٠.١٢ | ٠.٢٦ | ٢٠ | ٠.٨٦ | T٠ | PRP |
| | | | ٠.١٤ | ٢٠ | ٠.٧٤ | T٤ | |
| ٠.٣٨ | ٠.٨٨ | ٠.٠١ | ٠.٢٦ | ٢٠ | ٠.٨٢ | T٠ | PRF |
| | | | ٠.٢٤ | ٢٠ | ٠.٨١ | T٤ | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب | | | | | | | |

يتضح من الجدول السابق وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية في متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي في المستوى الثالث بين الزمن T٠ والزمن T١ في كل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، أما في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح فلا يوجد فرق جوهري في متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي في المستوى الثالث بين الزمنين المذكورين.

ويظهر الجدول (٤-٥٥) نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA لمتوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي (قبل وبعد الإرجاع) في المستوى الثالث بين المجموعات الثلاث:

| ...الجدول (٤-٥٥): مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للناب العلوي قبل وبعد الإرجاع (مم) | | | | | | |
|--|--------|----------------|-------------------|---------|-------|------|
| P-value | قيمة F | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| ٠.٠٠٠٥* | ٥.٨٧١ | ٠.٠٢ | ٠.٢٠ | ٠.١٧ | ٢٠ | Cont |
| | | ٠.٠٢ | ٠.١٥ | ٠.١٢ | ٢٠ | PRP |
| | | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ٠.٠١ | ٢٠ | PRF |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، *: فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | | | | |

يتضح من الجدول السابق (٤-٥٥) وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي بين المجموعات الثلاث.

ويجاء اختبار Least Significant Difference (LSD) بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث يتبين أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي في المستوى الثالث بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح (الجدول ٤-٥٦).

| الجدول (٤ - ٥٦): تغير ثخانة العظم السنخي الدهليزي للنانب العلوي في المستوى الثالث (م) | | | |
|---|--------------|---------------------|---------|
| المجموعة (I) | المجموعة (J) | فرق المتوسطين (I-J) | P-value |
| Cont | PRP | ٠.٠٥ | ٠.٢٩٤ |
| | PRF | ٠.١٦ | ٠.٠٠١* |
| PRP | PRF | ٠.١١ | ٠.٠٢٦* |

الاختبار الإحصائي المستخدم (LSD) Least Significant Difference ، * فرق جوهري ،
Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين
الغني بالصفائح

٦.٧.٤ ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث

يوضح الجدول (٤-٥٧) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث قبل و بعد إرجاع الناب العلوي في كل مجموعة من المجموعات الثلاث، إضافة إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤ - ٥٧): ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث (م) | | | | | | | |
|--|-------|---------|-------|-------------------|---------------|--------|---------|
| | الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | فرق المتوسطين | t | P-value |
| Cont | T٠ | ٧.٥٨ | ٢٠ | ٠.٤٩ | -١.٠٣ | ١٣.٣٨٨ | <٠.٠٠١* |
| | T٤ | ٦.٥٥ | ٢٠ | ٠.٤٣ | | | |
| PRP | T٠ | ٧.٦٩ | ٢٠ | ٠.٥٢ | -٠.٦٤ | ٥.٣٣١ | <٠.٠٠١* |
| | T٤ | ٧.٠٤ | ٢٠ | ٠.٤٠ | | | |
| R | T٠ | ٧.٥٦ | ٢٠ | ٠.٥٢ | ٠.٢٣ | ٣.٣١٧ | ٠.٠٠٤* |

| | | | | | | |
|---|--|--|------|----|------|----|
| | | | ٠.٤٣ | ٢٠ | ٧.٣٢ | T٤ |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، T٠: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T٤: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب | | | | | | |

تظهر نتائج الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث بين الزمن T٠ والزمن T٤ في المجموعات الثلاث. ويظهر الجدول (٥٨-٤) نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA لمتوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث بين المجموعات الثلاث.

| الجدول (٥٨ - ٤): مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي قبل وبعد الإرجاع (مم) | | | | | | |
|--|--------|----------------|-------------------|---------|-------|------|
| P-value | قيمة F | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | |
| <٠.٠٠٠١* | ١٧.٨٢٨ | ٠.٠١ | ٠.٣٤ | ١.٠٣ | ٢٠ | Cont |
| | | ٠.٤٤ | ٠.٥٤ | ٠.٦٥ | ٢٠ | PRP |
| | | ٠.٠٢ | ٠.٣٢ | ٠.٢٤ | ٢٠ | PRF |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، | | | | | | |

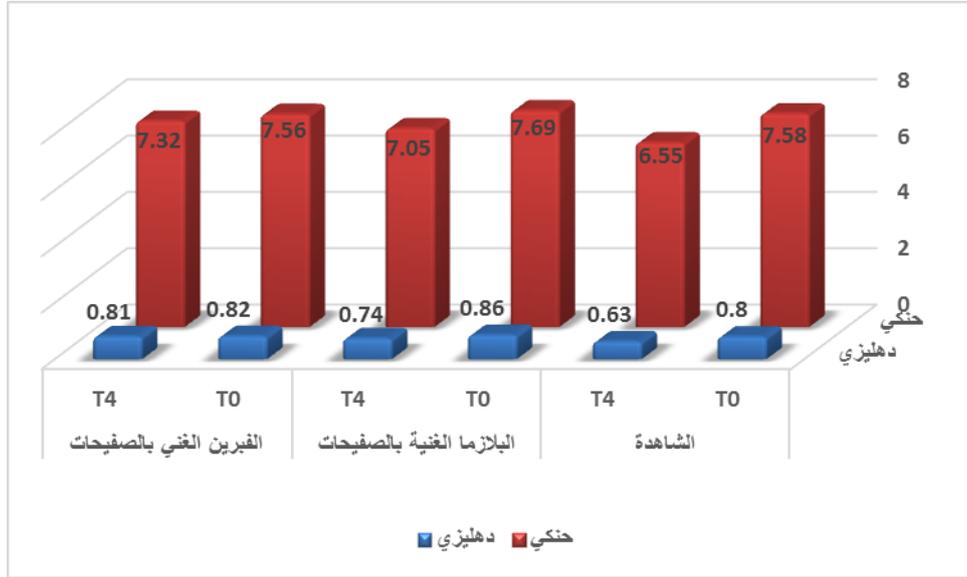
يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار تغير سماكة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث بين المجموعات الثلاث.

وبإجراء اختبار Least Significant Difference (LSD) بين كل مجموعتين، تبين وجود فروق جوهرية بين كل مجموعتين من المجموعات الثلاث فيما يخص متوسط مقدار تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي في المستوى الثالث الجدول (٥٩-٤)

| الجدول (٥٩ - ٤): تغير ثخانة العظم السنخي الحنكي للنانب العلوي (مم) | | | |
|---|---------------------|--------------|--------------|
| P-value | فرق المتوسطين (I-J) | المجموعة (J) | المجموعة (I) |
| ٠.٠٠٠٥* | ٠.٣٨ | PRP | Cont |
| <٠.٠٠٠١* | ٠.٧٩ | PRF | |
| ٠.٠٠٠٣* | ٠.٤٠ | PRF | PRP |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Least Significant Difference (LSD)، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين | | | |

الغني بالصفائح، T₀: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T₄: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

ويوضح المخطط (١١-٤) متوسط قيم ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للنانب العلوي في الزمنين T₀ و T₄ في المستوى الثالث.



المخطط (١١-٤): متوسط ثخانة العظم السنخي الدهليزي و الحنكي للنانب العلوي في الزمن T₀ والزمن T₄ في المستوى الثالث (مم).

٨.٤ طول جذور الأنياب العلوية:

تم إجراء اختبار t للعينات المترابطة paired t-test من أجل مقارنة متوسطات قيم طول جذر الناب العلوي بين الجهتين اليمنى واليسرى للمرضى ضمن المجموعة الواحدة في الزمنين: T₀ (قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً) و T₄ (بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب)، حيث سيُشير مصطلح "قبل الإرجاع" على الزمن T₀ ومصطلح "بعد الإرجاع" على الزمن T₄. ويبين الجدول (٦٠-٤) النتائج الإحصائية الخاصة بهذا الاختبار في المجموعات الثلاث:

| الجدول (٦٠ - ٤): متوسط طول جذر الناب العلوي بين الجهتين اليمنى واليسرى (مم) | | | | | | | |
|---|--------|-------------------|---------|-------|-------|----------------|----------|
| P-value | T | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | الجهة | الزمن | المجموعة |
| ٠.٣٧٣ | ٠.٩٠١ | ١.٢٠ | ١٦.٦٩ | ٢٠ | يمين | T ₀ | Cont |
| | | ١.١٧ | ١٦.٣٦ | ٢٠ | يسار | | |
| ٠.٣٨٣ | -٠.٨٨٣ | ١.١٨ | ١٥.٧٧ | ٢٠ | يمين | T ₄ | |

تظهر النتائج أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في طول جذر الناب العلوي بين الزمن T₀ والزمن T₄ في المجموعة الشاهدة (P<0.0001).

٢.٨.٤ طول جذر الناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح:

يبين الجدول (٤-٦٢) متوسط قيم طول جذر الناب العلوي قبل و بعد الإرجاع في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٦٢): متوسط قيم طول جذر الناب العلوي قبل وبعد الإرجاع في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (مم) | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------------------|----------------|---------------|-------|----------|
| الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين | T | P-value |
| T ₀ | ١٦.٤٤ | ٢٠ | ١.٣١ | ٠.٢٩ | ٠.٠٦٤ | ٦.٣١١ | <0.0001* |
| T ₄ | ١٥.٨٠ | ٢٠ | ١.١٨ | ٠.٣٣ | | | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test*: فرق جوهري، T ₀ : قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً، T ₄ : بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب | | | | | | | |

تظهر النتائج أن هناك فروقاً جوهرية ذات دلالة إحصائية في طول جذر الناب العلوي بين الزمن T₀ والزمن T₄ في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (P<0.0001).

٣.٨.٤ طول جذر الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح:

يبين الجدول (٤-٦٣) متوسط قيم طول جذر الناب العلوي قبل و بعد الإرجاع في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، إضافةً إلى نتائج اختبار t للعينات المترابطة paired t-test لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٦٣): متوسط قيم طول جذر الناب العلوي قبل وبعد الإرجاع في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (مم) | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------------------|----------------|---------------|-------|----------|
| الزمن | المتوسط | العدد | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | فرق المتوسطين | T | P-value |
| T ₀ | ١٦.٣٦ | ٢٠ | ١.٣٣ | ٠.٢٩ | ٠.٤٩ | ٠.٣٥٧ | <0.0001* |
| T ₄ | ١٥.٨٧ | ٢٠ | ١.٣٤ | ٠.٣٠ | | | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Paired t-test، * فرق جوهري، T₀: قبل البدء بإرجاع الناب مباشرةً،
T₄: بعد ١٦ أسبوعاً من بدء إرجاع الناب

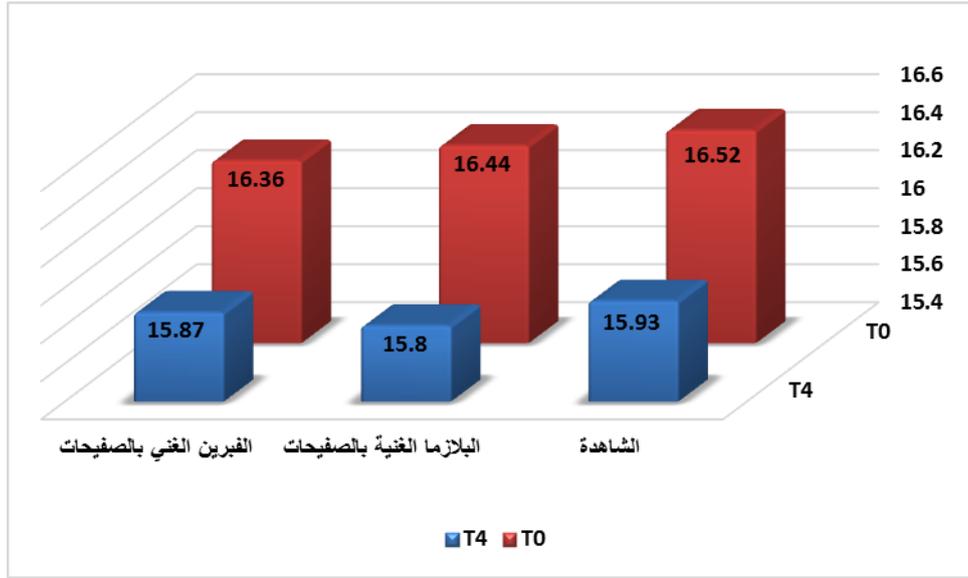
تظهر النتائج أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في طول جذر الناب العلوي بين الزمن T₀ والزمن T₄ في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (P<٠.٠٠٠١).

ويوضح الجدول (٤-٦٤) متوسط مقدار تغيّر طول جذر الناب العلوي في المجموعات الثلاث قبل و بعد الإرجاع إضافةً إلى نتائج اختبار التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA لدراسة جوهرية الفروق بين هذه المتوسطات:

| الجدول (٤-٦٤): تغيّر طول جذر الناب العلوي (مم) | | | | | |
|--|-------|-------------------|---------|-------|----------|
| P value | F | الانحراف المعياري | المتوسط | العدد | المجموعة |
| ٠.٠٩٠ | ٠.٥٣٣ | ٠.١٥ | ٠.٥٩ | ٢٠ | Cont |
| | | ٠.٦٤ | ٠.٦٤ | ٢٠ | PRP |
| | | ٠.٥١ | ٠.٤٩ | ٢٠ | PRF |
| الاختبار الإحصائي المستخدم One-way ANOVA، * فرق جوهري، Cont: المجموعة الشاهدة، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | | | |

يتبين من الجدول السابق (٤-٦٤) عدم وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار تغيّر طول جذور الأنياب العلوية بين الزمن T₀ والزمن T₄ بين المجموعات الثلاث.

ويظهر المخطط (٤-١٢) متوسط طول جذور الأنياب العلوية قبل و بعد الإرجاع في المجموعات الثلاث.



المخطط (١٢-٤): طول جذور الأنياب العلوية قبل و بعد الإرجاع في المجموعات الثلاث

٩.٤ الطيات اللثوية:

يظهر الجدول (٤-٦٥) عدد الطيات اللثوية التي تشكلت في كل مجموعة من المجموعات الثلاث إضافة إلى نتائج الاختبار الإحصائي كاي مربع (Chi-Square) الخاص بوجودها بين المجموعات الثلاث

| الجدول (٤-٦٥): وجود الطيات اللثوية بين المجموعات الثلاث | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----|-----|------|--|--|
| P-value | Chi-Square | الإجمالي | PRF | PRP | Cont | | |
| | | | | | | | |

| | Tests | | | | | | |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| ٠.٠٤٠* | ٦.٨٢٢ | ٤٨ | ٢٢ | ١٨ | ٨ | العدد | لا يوجد |
| | | ٤٠.٠% | ٥٥.٠% | ٤٥.٠% | ٢٠.٠% | % | طية |
| | | ٧٢ | ١٨ | ٢٢ | ٣٢ | العدد | يوجد |
| | | ٦٠.٠% | ٤٥.٠% | ٥٥.٠% | ٨٠.٠% | % | طية |
| | | ١٢ | ٤٠ | ٤٠ | ٤٠ | العدد | المجموع |
| | | ١٠٠.٠% | ١٠٠.٠% | ١٠٠.٠% | ١٠٠.٠% | % | |
| الاختبار الإحصائي المستخدم: Chi-Square ، * فرق جوهري ، Cont : المجموعة الشاهدة ، PRP : مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ، PRF : مجموعة الفبرين الغني بالصفائح | | | | | | | |

نلاحظ من الجدول السابق أن قيمة P-value تبلغ ٠.٠٤٠ وبالتالي يوجد تأثير للمجموعة على حدوث الطية اللثوية، وأن أعلى وجود للطيات اللثوية كان في المجموعة الشاهدة بنسبة ٨٠%، يليها مجموعة البلازما الغنية بالصفائح بنسبة ٥٥%، ثم مجموعة الفبرين الغني بالصفائح بنسبة ٤٥%.

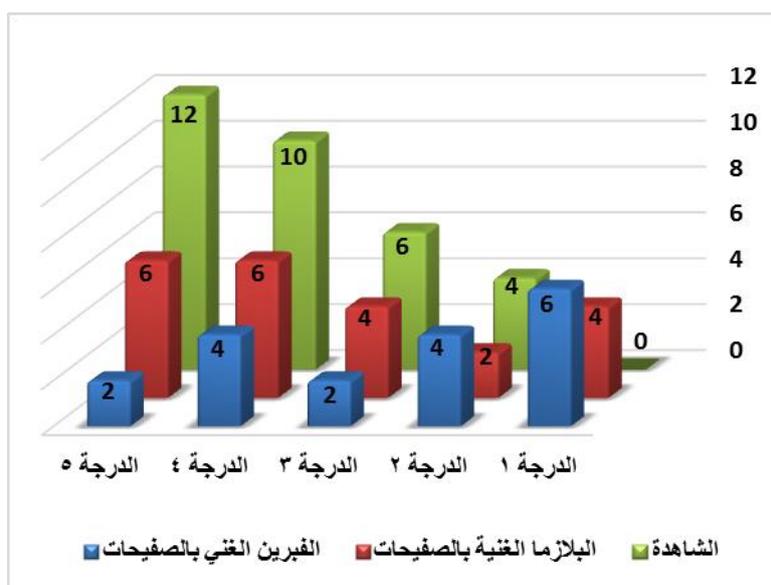
ويظهر الجدول (٤-٦٦) درجة شدة الطيات اللثوية في كل مجموعة من المجموعات الثلاث إضافة إلى نتائج اختبار **Chi-Square** الخاصة بالعلاقة ما بين المجموعة وشدة الطية اللثوية:

| الجدول (٤-٦٦) : شدة الطيات اللثوية | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P- | Chi- | الإجمالي | PRF | PRP | Cont | | الدرجة |
| ٠.٠٦٧ | ٧.٣١٢ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | العدد | ٠ |
| | | ٠% | ٠% | ٠% | ٠% | % | |
| | | ١٠ | ٦ | ٤ | ٠ | العدد | I |
| | | ١٣.٩% | ٣٣.٤% | ١٨.٢% | ٠% | % | |
| | | ١٠ | ٤ | ٢ | ٤ | العدد | II |
| | | ١٣.٩% | ٢٢.٢% | ٩.١% | ١٢.٥% | % | |

| | | | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| | | ١٢ | ٢ | ٤ | ٦ | العدد | III |
| | | %١٦.٧ | %١١.١ | %١٨.٢ | %١٨.٨ | % | |
| | | ٢٠ | ٤ | ٦ | ١٠ | العدد | IV |
| | | %٢٧.٨ | %٢٢.٢ | %٢٧.٣ | %٣١.٢ | % | |
| | | ٢٠ | ٢ | ٦ | ١٢ | العدد | V |
| | | %٢٧.٨ | %١١.١ | %٢٧.٣ | %٣٧.٥ | % | |
| | | ٧٢ | ١٨ | ٢٢ | ٣٢ | العدد | المجموع |
| | | %١٠٠.٠ | %١٠٠.٠ | %١٠٠.٠ | %١٠٠.٠ | % | |

الاختبار الإحصائي المستخدم Chi-Square ، Cont: المجموعة الشاهدة ، PRP: مجموعة البلازما الغنية بالصفائح، PRF: مجموعة الفبرين الغني بالصفائح

نلاحظ من الجدول السابق عدم وجود تأثير للمجموعة على شدة الطية ($P=0.067$)، رغم أن أعلى شدة للطيات كانت في المجموعة الشاهدة وأقلها في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح. ويظهر المخطط ٤-١٣ توزيع درجات شدة الطيات بين المجموعات الثلاث.



المخطط (٤-١٣): توزيع درجات شدة الطيات اللثوية بين المجموعات الثلاث

Chapter Five الفصل الخامس



٥. المناقشة Discussion

١.٥ تصميم الدراسة المنجزة Study Design:

يُعتبر موضوع تسريع الحركة السننية التقييمية من أبرز المواضيع التي تلقى الاهتمام عالمياً في مجال تقويم الأسنان والفكين في الوقت الحالي، نظراً لرغبة الباحثين بتقليل المدة الزمنية للمعالجة التقييمية وبالتالي تجنب الآثار الجانبية الناتجة عن طول مدة المعالجة التقييمية، كامتصاص الجذور وآفات البقع البيضاء وأذيات النسج حول السننية إضافةً إلى تحقيق رغبة المريض بمدة معالجة أقصر (Talic, ٢٠١١; Uribe et al., ٢٠١٤).

ويُعتبر استخدام مشتقات الصفيحات الدموية مثل البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح من أحدث التقنيات المضافة في مجال تسريع الحركة السننية التقييمية خلال السنوات القليلة الماضية، إلا أن الدراسات التي تم إجراؤها حول فعالية هذه المواد لا تزال محدودةً وتحمل

نتائج متضاربة، حيث ذكرت بعض الدراسات وجود تأثيرات إيجابية للبلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح على مدة المعالجة التقيومية (Rashid et al., ٢٠١٧; Tehranchi et al., ٢٠١٨)، بينما ذكرت دراسات أخرى عدم وجود تأثير جوهري على وقت المعالجة (Akbulut et al., ٢٠١٩; Pacheco et al., ٢٠٢٠).

بحسب علمنا فإن هذه الدراسة هي أول دراسة سريرية مضبوطة معشاة ثلاثية الأذرع تقارن بين البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن فيما يخص تسريع الحركة السنوية التقيومية إضافة إلى مقارنة تأثيرهما على العظم السنخي وامتصاص الجذور واللثة.

٢.٥ تبرير خطوات المعالجة التقيومية والوسائل العلاجية و التشخيصية المستخدمة في الدراسة:

تحرّرت العديد من الدراسات موضوع إرجاع الناب العلوي، وقد استخدم معظمها تصميم الفم المشطور (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١a; Erdur et al., ٢٠٢١; Nemtoi et al., ٢٠١٨)، إلا أن هذا التصميم لم يكن مناسباً لهذه الدراسة نظراً للتأثيرات الجهازية للبلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن، مما يعني تأثر الجهة المقابلة بالحقن (Mahmood et al., ٢٠١٩)، إضافة إلى أن النايبين الأيمن والأيسر ليسا مستقلين عن بعضهما البعض باعتبارهما في نفس القوس السنوية (Goyal et al., ٢٠٢٠). أيضاً فإن الأرحاء الأولى في الجانبين مرتبطتان ببعضهما بالقوس العابر لقبة الحنك وبالتالي فإن حركة إحداها ستؤثر على الأخرى مما قد يشوش النتائج الخاصة بفقدان الدعم. لهذه الأسباب كان نظام المجموعات المتوازية هو الخيار الأفضل للاستخدام في هذه الدراسة من أجل المقارنة بين البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن.

تم اختيار مرضى بالغين بمدى عمري قريب (١٨-٢٥ سنة) في هذه الدراسة من أجل تقليل تأثير اختلاف العمر بين المشاركين على النتائج، نظراً لكون العمر من العوامل الهامة التي تؤثر في الاستجابة البيولوجية للحركة السنوية التقيومية، حيث وثق الأدب الطبي جيداً أن الحركة السنوية التقيومية عند المرضى البالغين أبطأ بشكل جوهري من المرضى اليافعين (Dudic et al., ٢٠١٣; Alikhani et al., ٢٠١٨).

تم إجراء القلع في بداية المعالجة قبل إجراء الرصف والتسوية للتأكد من عدم وجود تأثير تسريعي آخر غير التسريع الناتج عن البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح القابل

للحقن، ولهذه الأسباب أيضاً لم يتم استخدام الزريعات في إرجاع الأنياب العلوية وتم اعتماد الوسائل التقليدية في الدعم، حيث أن الرض الناتج عن القلع أو عن إدخال الزريعات من الممكن أن يزيد من نشاط العلامات الالتهابية الأمر الذي قد يتداخل مع تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن (Alikhani et al., ٢٠١٣; Attri et al., ٢٠١٨)

تم استخدام سلك ٠.٠٢٥*٠.٠١٩ إنش مصنوع من الستانلس ستيل كسلك قاعدي للإرجاع باعتباره الأكثر صلابة والذي قد يضمن حركة جسمية بشكل كبير أثناء إرجاع الأنياب بالتقنية الإنزلاقية، وهو السلك المستخدم في عدد كبير من الدراسات أثناء إرجاع الناب العلوي (Ahn et al., ٢٠١٣; Alkebsi et al., ٢٠١٨)، كما تم استخدام نوابض إرجاع مصنوعة من النيكل تيتانيوم كمصدر لتأمين القوة الخفيفة المستمرة (Mohammed et al., ٢٠١٨) وكانت القوة المطبقة ١٥٠ غ مفضلة لإرجاع الأنياب (Wahab et al., ٢٠١١).

تم البدء بإرجاع الأنياب مباشرةً بعد الحقن من أجل تحقيق الاستعادة القصوى من المادة المحقونة (البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح) حيث أن تحرير عوامل النمو يبدأ بعد مدة قصيرة من الحقن (Kobayashi et al., ٢٠١٦).

تم إجراء حقنة واحدة في بداية الإرجاع ومن ثم تم إعادة الحقن بعد شهرين من أجل مراقبة تأثير الحقن المتكرر خلال إرجاع الناب في الحركة السننية التقويمية كما نصح El-timamy وزملاؤه (El-Timamy et al., ٢٠٢٠)

تم استخدام المسح ثلاثي الأبعاد للأمثلة الجبسية في دراستنا بهدف تأمين سرعة ودقة القياس وسهولة الحفظ والاسترجاع واستناداً على ما ذكره Rossini وزملاؤه (Rossini et al., ٢٠١٦) من أن "الأمثلة الرقمية موثوقة تماماً كالأمثلة الجبسية التقليدية مع دقة عالية وإعادة إنتاجية، ونظراً لفوائدها يمكن اعتبار الأمثلة الرقمية هي المعيار الذهبي الجديد في الممارسة السريرية". وخاصةً أن الأمثلة ثلاثية الأبعاد قد تم استخدامها أيضاً لتقييم حركة إرجاع الناب والحركة الأنسية للأرجاء في العديد من المقالات قبل إنجاز هذا البحث وبعده أيضاً (Attri et al., ٢٠١٨; Alkebsi et al., ٢٠١٨; Angel et al., ٢٠٢٢; Karci and Baka, ٢٠٢١)

تم اعتماد النهاية الخلفية للحليمة القاطعة إضافةً إلى النهايتين الأنسييتين لزوج التجعيدات الحنكية الثالثة من أجل إجراء المطابقة للأمتلة ثلاثية الأبعاد بالاعتماد على أعمال العديد من الباحثين مثل Jang وزملائه الذين ذكروا في مقالتهم التي بحثت عن منطقة ثابتة من قبة الحنك يمكن استخدامها في إجراء المطابقة للأمتلة ثلاثية الأبعاد الخاصة بالأمتلة الجبسية أن "النقطة الأقرب للسن الذي يتحرك هي النقطة الأكثر تأثراً" (Jang et al., ٢٠٠٩)، وبما أن الأمتلة ثلاثية الأبعاد في دراستنا لم تشمل إرجاعاً للأسنان الأمامية وإنما فقط حركةً للأنياب العلوية فقد تم اعتماد هذه النقاط التي تم اعتمادها في عدة دراسات سابقة (Hoggan and Sadowsky, ٢٠١٦; Aksakalli et al., ٢٠٠٩; Jang et al., ٢٠٠١) وتؤكد استخدامها في دراسات حديثة أيضاً (Angel et al., ٢٠٢٢; Karci and Baka, ٢٠٢١) .

تم استخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية (CBCT) في هذه الدراسة الحالية نظراً لكونه يُعتبر في الوقت الراهن أحد أفضل طرق قياس أبعاد العظم السنخي حيث تسمح هذه الصور بتقييم كمي ونوعي أكثر دقةً لارتفاع وثخانة العظم السنخي و طول الجذور (Timock et al., ٢٠١١; Mischkowski et al., ٢٠٠٧) وخاصة أن Li وزملاءه في مراجعة منهجية في العام ٢٠١٩ قد أكدوا أنه لا فرقٌ جوهريٌّ بين القياسات التي يتم إجراؤها على صور الـ CBCT والمعايير الذهبية بالنسبة لارتفاع وثخانة العظم السنخي (Li et al., ٢٠١٩) بينما ابتعدنا عن خيار الصور (المجنحة و الذروية والبانورامية والسيفالومترية) نظراً لكون هذه الصور ثنائية البعد و تملك العديد من المحدوديات فيما يخص تحري تغيرات العظم السنخي والجذور وهي تتأثر بتراكب البنى التشريحية و صعوبة تمييز كل سن على حدا إضافةً إلى أخطاء التكبير . (Aass and Gjermo, ١٩٩٢; Henriques et al., ٢٠٠٣; Müller and Ulbrich, ٢٠٠٥; De Baat et al., ١٩٩٣; Guo et al., ٢٠٢١)

تم إجراء صور الـ CBCT بفاصل زمني قدره أربعة أشهر (١٦ أسبوعاً) وهو نفس الفاصل الزمني الذي استخدم من قبل Makhlouf وزملائه في دراستهم التي قيمت الحركة السنوية وامتصاص الجذور خلال مرحلة إرجاع الأنياب (Makhlouf et al., ٢٠١٨)، كما أن هذه المدة الزمنية أكبر بشكل واضح من المدد الزمنية الفاصلة بين صورتي الـ CBCT في الدراسات التي تتحرى

التغيرات المرافقة للتوسيع الفكي السريع حيث تم إجراء صور الـ CBCT بفواصل زمنية ٤ - ٦ أسابيع (Dogra et al., ٢٠١٦) و ١٢ أسبوعاً (Alomari and Sultan, ٢٠١٩).

تقوم العديد من الدراسات بتقييم ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية في مستويات تبعد مسافات معينة من قمة النابت السنخي (López-Jarana et al., ٢٠١٢; al., ٢٠١٨)، إلا أن إمكانية تغير ارتفاع النابت السنخي أثناء المعالجة التقويمية جعلنا نعتمد على نقطة أكثر ثباتاً وهي الملتقى المينائي الملاطي (Kheur et al., ٢٠١٥; Braut et al., ٢٠١١).

٣.٥ التغيرات السنوية:

١.٣.٥ تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في مقدار إرجاع الأنياب العلوية:

بلغ متوسط مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي في المجموعة الشاهدة التي لم يتم حقن أفرادها بأي مادة ٣.٣٢ مم خلال الأشهر الأربعة وهي قيمة قريبة من القيمة التي ذكرها Aboul-Ela وزملائه في دراستهم والتي بلغت ٣.٣٩ مم خلال أربعة أشهر في المجموعة الشاهدة (Aboul-Ela et al., ٢٠١١).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن مقدار الإرجاع الكلي للناب العلوي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح كان أكبر بشكل جوهري منه في المجموعة الشاهدة، تتفق هذه النتائج مع خلاصة Mangal الذي ذكر أن استخدام البلازما الغنية بالصفائح في مراحل مختلفة من المعالجة التقويمية يمكن أن يعزز من الحركة السنوية التقويمية (Mangal, ٢٠١٧). كما تتفق مع نتائج دراسة (خباز والصباغ) اللذين وجدوا أن البلازما الغنية بالصفائح تسرع من الحركة السنوية التقويمية (خباز والصباغ ، ٢٠٢٢). ومع ما وجدته رستكار وعجاج من أن سرعة الحركة السنوية التقويمية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح كانت أكبر بشكل جوهري مقارنة مع المجموعة الشاهدة (رستكار وعجاج، ٢٠٢٠).

في هذه الدراسة كان هناك زيادة جوهرية في حركة الناب في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال الشهرين الأول والثالث فقط مقارنةً مع المجموعة الشاهدة، يمكن تفسير ذلك بأسلوب الحقن حيث كان هناك حقنة قبل الإرجاع مباشرةً (في بداية الشهر الأول) وحقنة أخرى بعد شهرين (أي في بداية الشهر الثالث) حيث أن البلازما الغنية بالصفائح تحرر كمية كبيرة من عوامل النمو خلال اليوم الأول بعد الحقن وتتناقص الكميات المفترزة بعد ذلك بشكل جوهري (He et al., ٢٠٠٩).

يبدو أن تأثير حقن البلازما الغنية بالصفائح قد استمر لمدة شهر واحد فقط، حيث عادت حركة الناب إلى مستوى أقل خلال الشهرين الثاني والرابع دون وجود فرق جوهري خلال هذين الشهرين بين مجموعة البلازما الغنية بالصفائح والمجموعة الشاهدة. وهذه النتيجة مشابهة لما وجدته Güleç وزملاؤه في دراسة تجريبية على الفئران، حيث بيّنوا أن البلازما الغنية بالصفائح يمكن أن تسرع الحركة السنوية التقويمية من خلال إنقاص كثافة العظم السنخي المحيط بالسن عبر زيادة نشاط الخلايا الكاسرة للعظم لفترة عابرة (Güleç et al., ٢٠١٧).

ذكر Nakornnoi وزملاؤه أيضاً في تجربتهم على الأرانب حدوث زيادة جوهرية في حركة الأسنان في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح خلال الأسبوع الأول والثاني بينما كانت الفروق غير جوهرية خلال الأسبوعين التاليين، وفسروا ذلك بسبب انخفاض مستوى السيتوكينات المحرّضة على الانتهاب وكذلك عوامل النمو مع الوقت (Nakornnoi et al., ٢٠١٩) إلا أن النقاط الزمنية في دراستنا كانت شهرية وبالتالي لم يكن هناك إمكانية لمعرفة طبيعة الحركة خلال الشهر الواحد.

تتفق نتائجنا مع نتائج El-Timamy وزملائه الذين وجدوا في دراسة سريرية تحرّرت تأثير البلازما الغنية بالصفائح على سرعة إرجاع الأنياب العلوية أن معدل إرجاع الناب في الشهر الأول بعد حقن البلازما الغنية بالصفائح كان أكبر بشكل جوهري من معدل إرجاع الناب في الجهة الشاهدة، كما وجدوا أيضاً أن البلازما الغنية بالصفائح لم تبدِ تأثيراً طويلاً الأمد، حيث لم يحمل الشهر الثاني أي فرق جوهري بين الجانبين بعد إيقاف الحقن ويختتموا مقالتهم بأن تأثير البلازما الغنية بالصفائح مؤقت على سرعة الحركة السنوية ويقتصر على طور المعالجة الأولي بعد الحقن (El-Timamy et al., ٢٠٢٠).

ذكر Angel وزملاؤه نتائج مشابهة لنتائجنا في دراستهم التي شملت ١٠ مرضى، وهدفت لتقييم تأثير حقن البلازما الغنية بالصفائح على معدل إرجاع الناب العلوي، ففي دراستهم كانت حركة الناب في جانب التجربة أكبر بشكل جوهري من الجانب الشاهد في الشهر الأول بنسبة ٣٥%، بينما انخفضت النسبة إلى ١٤% في الشهر الثاني (Angel et al., ٢٠٢٢).

تخالف نتائج بحثنا ما وجدته (الأحمد و حسن) من استمرار التأثير الإيجابي للبلازما الغنية بالصفائح خلال الشهر الثاني بعد الحقن في دراستهما التي تحرت فعالية البلازما الغنية بالصفائح مقارنةً مع القطع القشري التقليدي في تسريع إرجاع الأنياب العلوية (الأحمد وحسن، ٢٠١٩)، وقد يعزى الاختلاف بين الدراستين إلى عدم وجود عينة شاهدة لإجراء المقارنة معها في دراستهما الأمر الذي قد يكون أثر على النتائج .

تختلف نتائجنا مع خلاصة Liou القائلة بأن تأثير البلازما الغنية بالصفائح يستمر من ٥-٦ أشهر مع تأثير تسريع أعظمي للحركة السنوية التقويمية من الشهر الثاني حتى الشهر الرابع بعد الحقن، إلا أن Liou لم يستند في مقولته إلى دراسة سريرية وإنما يمكن اعتبارها آراء سريرية حيث لم يذكر أي مرجع يدعم مقولته (Liou, ٢٠١٦).

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن حركة الناب في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح أكبر من المجموعة الشاهدة بنسبة ٢٨%، تختلف هذه النتيجة مع نتائج Rashid وزملائه في دراستهم التجريبية، حيث وجدوا أن حركة الناب في جهة التجربة كانت أكبر من الجهة الشاهدة بنسبة ١٣.٢ لمجموعة التجربة مقابل ١ للمجموعة الشاهدة (Rashid et al., ٢٠١٧) وقد يُعزى الاختلاف إلى أن تجربتهم كانت على الكلاب ودون استخدام أسلاك أو أطواق، وإنما تضمنت في معظمها حركة إمالة للأسنان مع احتمال وجود اختلاف في تركيب البلازما الغنية بالصفائح بين الإنسان والكلاب.

بشكل مخالف لنتائجنا، لم يجد chandak & patil فرقاً جوهرياً في مقدار إرجاع القواطع العلوية بين المجموعة الشاهدة (التي لم يتم حقنها بالبلازما الغنية بالصفائح) ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، رغم وجود زيادة طفيفة في مقدار الإرجاع في مجموعة التجربة، إلا أن الحقن في دراستهما قد تم لمرة واحدة فقط وذلك قبل إرجاع الأسنان الستة الأمامية مباشرةً

دون إعادة الحقن، مما يجعل تأثير البلازما الغنية بالصفائح مقتصرًا على المرحلة الأولى من الإرجاع فقط، كما أن الحقن قد تم في المخاطية السنخية من الناحية الدهليزية فقط في دراستهما، بينما كان هناك حقن من الناحية الحنكية وفي الرباط السنخي في دراستنا إضافةً إلى اختلاف كمية الحقن بين الدراستين الأمر الذي قد يفسر اختلاف النتائج (Chandak and Patil, ٢٠٢٢).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن مقدار الإرجاع الكلي للنباب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح كان أكبر بشكل جوهري مقارنةً مع المجموعة الشاهدة. تتفق هذه النتائج مع مذكرته Tehranchi وزملائها من أن الفبرين الغني بالصفائح يسرع الحركة السنخية التقويمية وخصوصاً في حالات القلع (Tehranchi et al., ٢٠١٨). وأيضاً مع نتائج Nemtoi وزملائه الذين بينوا أن الفبرين الغني بالصفائح يسرع من الحركة السنخية التقويمية (Nemtoi et al., ٢٠١٨).

وأيدت نتائج هذه الدراسة أيضاً نتائج Karci & Baka في دراستهما السريرية، حيث وجدوا أن مقدار إرجاع الناب في جهة الفبرين الغني بالصفائح أكبر بشكل جوهري مقارنةً مع الجهة الشاهدة (Karci and Baka, ٢٠٢١).

في دراستنا كان هناك زيادةً جوهرياً في مقدار حركة الناب العلوي في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح مقارنةً بالمجموعة الشاهدة خلال كامل النقاط الزمنية في أشهر المراقبة الأربعة، وهذا يمكن تفسيره بالتأثير طويل الأمد للفبرين الغني بالصفائح، حيث كشفت إحدى الدراسات أن الأشكال الحديثة من الفبرين الغني بالصفائح (ومنها الشكل القابل للحقن I-PRF الذي نستخدمه في هذه الدراسة) تملك معدل إفراز تدريجي لعوامل النمو ولفترة طويلة (Kobayashi et al., ٢٠١٦). تتفق هذه النتيجة مع نتيجة Erdur وزملائه الذين وجدوا في دراسة سريرية أن سرعة إرجاع الناب في جانب التجربة كانت أكبر من الجانب الشاهد خلال جميع المراحل الزمنية للمراقبة، كما وجدوا أن التأثير الإيجابي للفبرين الغني بالصفائح قد بدأ منذ الأسبوع الأول واستمر خلال كامل فترة المتابعة (١٢ أسبوعاً) رغم أن حقن الفبرين الغني بالصفائح قد توقف منذ الأسبوع الثاني بعد إرجاع الناب، الأمر الذي يدعم الفكرة القائلة أن الفبرين الغني بالصفائح يملك تأثيراً طويلاً الأمد (Erdur et al., ٢٠٢١).

وبشكل مشابه أيضاً وجد Karakasali & Erdur في دراستهما أن معدل إرجاع القواطع العلوية كان أكبر في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن منه في المجموعة الشاهدة خلال جميع نقاط المتابعة التي استمرت لمدة ٥ أسابيع (Karakaslia and Erdur, ٢٠٢١).

بينما تخالف النتائج التي حصلنا عليها النتائج التي حصلت عليها Zeitounlouian وزملاؤها، حيث بينوا أن حركة إرجاع الناب في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن كانت أكبر من المجموعة الشاهدة في الأشهر (الثاني والثالث والرابع) إلا أنها لم تكن جوهرياً سوى في الشهر الثاني. إلا أن تصميم الدراسة (الفم المشطور) المتبع في دراستهم غير مناسب لحالات حقن الفبرين الغني بالصفائح كما ذكرنا سابقاً مما قد يؤثر على النتائج الخاصة بفعالية الفبرين الغني بالصفائح (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١a).

بشكل مخالف لنتائجنا، ذكر Pacheco وزملاؤه في دراسة سريرية أن معدل إرجاع الناب العلوي في جهة الفبرين الغني بالصفائح كان أقل من الجهة الشاهدة، إلا أن دراستهم قد تحمل انحيازاً واضحاً نظراً لعدم وجود تعمية للباحث خلال كامل فترة التجربة، إضافةً إلى أنهم استخدموا التثنية العلوية من أجل تقييم حركة إرجاع الناب ومن المعلوم أن التثنية العلوية من الممكن أن تتحرك بشكل بسيط خلال إرجاع الناب وتُعتبر بالتالي نقطة غير ثابتة، كما استُخدم في دراستهم مسطرة مرنة داخل فموية لقياس الإرجاع الأمر الذي يعتبر أقل دقة، كما أنهم قد بدأوا إرجاع الأنياب بعد ١٥ يوم من القلع الأمر الذي قد يؤثر على نتائج الفبرين الغني بالصفائح بسبب التأثير المسرع الناتج عن القلع (Pacheco et al., ٢٠٢٠).

في دراستنا كان هناك فرقٌ جوهريٌّ أيضاً في معدل الإرجاع الكلي للناب العلوي بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح مقارنةً مع مجموعة البلازما الغنية بالصفائح. وقد يعزى ذلك إلى التأثير قصير الأمد للبلازما الغنية بالصفائح الأمر الذي أدى إلى عدم وجود أي زيادة في سرعة إرجاع الناب خلال الشهرين الثاني والرابع. تتوافق هذه النتائج مع خلاصة Schär وزملائه الذين وجدوا عند مقارنة الفبرين الغني بالصفائح مع البلازما الغنية بالصفائح أن الفبرين الغني بالصفائح يفرز كمياتٍ أكبر من عوامل النمو وبشكلٍ مستقرٍ ومستمرٍ أكثر من البلازما الغنية بالصفائح، كما أنه يحفز هجرة الخلايا بشكل أكبر أيضاً (Schär et al., ٢٠١٥).

بمراجعتنا للأدبيات الطبية المنشورة لم نجد أي مقالةٍ قارنت بين البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن من ناحية تسريع الحركة السننية التقويمية سوى مقالة واحدة صدرت في أواخر حزيران الماضي (حزيران ٢٠٢٢) وأظهرت نتائجها أن البلازما الغنية بالصفائح قد سببت زيادةً في سرعة إرجاع الناب العلوي خلال الشهر الأول التالي للحقن فقط دون حدوث أي زيادة جوهريّة في سرعة إرجاع الأنياب خلال بقية الأزمنة، كما أظهرت الدراسة أن الفبرين الغني بالصفائح قد سبب بطئاً في سرعة إرجاع الناب خلال كامل فترة الدراسة. قد يعزى الاختلاف بين نتائجنا ونتائج تلك الدراسة إلى اختلاف أماكن الحقن بين الدراستين (تم الحقن ضمن الرباط السنخي فقط في تلك الدراسة بينما تم الحقن في المخاطية الدهليزية والحنكية أيضاً في دراستنا) وكمية الحقن (تم حقن ١ مل في تلك الدراسة مقابل ١.٦٥ مل في دراستنا)، إضافة إلى توقيت الإرجاع (بعد ١٤ يوماً من القلع فيها) مما قد يشوش النتائج الخاصة بالتسريع الناتج عن الفبرين الغني بالصفائح والبلازما الغنية بالصفائح. إضافة إلى كون الدراسة قد شملت تصميم الفم المشطور الذي يعتبر غير مناسب لتقييم نتائج حقن تراكيز الصفائح الذاتية ، وكذلك طريقة الإرجاع (حيث تم استخدام نوابض ريكس مصنوعة يدوياً من قبل الباحثة في تلك الدراسة مقابل طريقة التزليق باستخدام نوابض مغلقة مصنوعة من النيكل تيتانيوم في دراستنا)، يُضاف إلى ذلك عدم ذكر طريقة ضبط القوة الخاصة بالإرجاع مقابل استخدام الربيع لضبط القوة في بحثنا (Naji et al., ٢٠٢٢).

٢.٣.٥ تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في مقدار فقدان الدعم (فقدان الإرساء):

بلغ متوسط الحركة الأنسية الكلية للرحى الأولى الدائمة في دراستنا ١.٠٦ مم في المجموعة الشاهدة و ١.٦٦ مم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح و ٢.٠٩ مم في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح.

بينت النتائج وجود فروق جوهريّة في مقدار الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية بين كل من مجموعة الفبرين الغني بالصفائح والبلازما الغنية بالصفائح والمجموعة الشاهدة، مما يعني أن الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية كانت أكبر بشكل جوهري في مجموعتي التجربة، وهذا

يمكن أن يعزى إلى امتداد تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح إلى منطقة الأرحاء.

هناك قلة في المقالات التي تطرقت إلى موضوع فقدان الدعم المرافق لحقن البلازما الغنية بالصفائح أثناء إرجاع الأنياب العلوية، حيث لم يذكر El-timamy وزملاؤه في بحثهم فقدان الدعم كونهم قد استخدموا الزريعات في الإرجاع (El-Timamy et al., ٢٠٢٠)، كما استخدم Angel وزملاؤه جهاز نانس لتعزيز الدعم ولم يدرسوا الحركة الأنسية للأرحاء (Angel et al., ٢٠٢٢)، أما (الأحمد وحسن) فقد قارنا مقدار فقدان الدعم بين جهة البلازما الغنية بالصفائح وجهة القطع القشري ولم يجدوا أي فرق جوهري بين الجهتين، إلا أنهما استخدمتا القوس العابر لقبة الحنك الذي يربط بين الأرحاء الأولى في الجهتين مما يعني أن حركة إحدى الرحيتين ستؤثر على الرحي المقابلة، أما في بحثنا فقد كان القوس العابر لقبة الحنك يربط الرحيتين في الجهتين اللتين تعرضتا لنفس المادة كون دراستنا لم تشمل تصميم الفم المشطور- إضافة إلى أن بحثهما لم يشمل عينة شاهدة.

كذلك وجدت Naji وزملاؤها عدم وجود فرق جوهري في الحركة الأنسية للأرحاء الأولى الدائمة بين (جهة البلازما الغنية بالصفائح والجهة الشاهدة) وكذلك الأمر بين (جهة الفبرين الغني بالصفائح والجهة الشاهدة) ويمكن أن يعزى ذلك إلى قيامهم باستخدام القوس العابر لقبة الحنك كجهاز للدعم، مما يعني تأثير حركة الرحي الأولى في إحدى الجهتين بالرحي المقابلة إضافة إلى أن كمية الحقن (١مل) والتي تم حقنها ضمن الرباط السنخي حول الناب فقط في دراستهم قد تكون قليلة نسبياً، مما قد يحول دون انتشار تأثيرها إلى المنطقة الخلفية (Naji et al., ٢٠٢٢).

تتفق نتائجنا مع ما وجدته Tehranchi وزملاؤها في دراستهم، حيث لاحظوا تأثيراً إيجابياً للفبرين الغني بالصفائح على الحركة السنوية التقويمية متضمنة فقدان الدعم على الأسنان الخلفية. أي أن سرعة فقدان الدعم في جهة الفبرين الغني بالصفائح كانت أكبر من الجهة الشاهدة (Tehranchi et al., ٢٠١٨).

كذلك تتفق هذه النتائج مع Nemtoi وزملائه الذين وجدوا أيضاً تأثيراً إيجابياً للفبرين الغني بالصفائح على حركة الأسنان المجاورة للقلع ومنها الحركة الأنسية للأسنان الخلفية (Nemtoi et al., ٢٠١٨).

تختلف هذه النتائج التي حصلنا عليها مع ما وجدته Zeitounlouian وزملاؤها من عدم وجود فرق جوهري في الحركة الأنسية للأرجاء الأولى الدائمة بين الجهتين (جهة الفبرين الغني بالصفائح والجهة الشاهدة)، وقد يعزى الاختلاف إلى أنهم قاموا بوضع القوس العابر لقبة الحنك كجهاز للدعم مما يعني أن حركة إحدى الرحتين ستؤثر على الأخرى وهي إحدى سلبيات استخدام القوس العابر لقبة الحنك في نظام الفم المشطور (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١a).

بشكل مخالف لنتائجنا، لم يجد Karci & Baka أي فرق جوهري في الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية بين الجانبين، حيث كان متوسط الحركة الأنسية للرحى الأولى العلوية ٠.٦٤ مم في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح بينما كان المتوسط ٠.٦٨ مم في المجموعة الشاهدة. إلا أنهما استخدمتا زريعات تقويمية تم وضعها بين الضاحك الثاني والرحى الأولى من أجل الدعم الهيكلي، ولم يتم تطبيق قوى على الأرجاء الأمر الذي يفسر الحركة الأنسية البسيطة للرحى إضافة إلى عدم وجود فرق جوهري بين المجموعتين (Karci and Baka, ٢٠٢١).

٣.٣.٥ تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في درجة انفتال الأنياب:

بلغ متوسط انفتال الناب الكلي خلال الأشهر الأربعة ١٠.٩٤ درجة في المجموعة الشاهدة، بينما بلغ ١٠.٩٦ درجة في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح و ٩.٨٦ درجة في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، و تشير النتائج الإحصائية إلى عدم وجود فروق جوهريّة بين المجموعات الثلاثة. أي أن اختلاف سرعة إرجاع الأنياب بين المجموعات الثلاث لم يؤثر على درجة انفتال الأنياب.

تتفق هذه النتائج مع ما وجدته El-Timamy وزملاؤه من عدم وجود فرق جوهري بين جهة التجربة (التي تم حقنها بالبلازما الغنية بالصفائح) والجهة الشاهدة من حيث معدل انفتال الأنياب، ففي دراستهم بلغ متوسط انفتال الأنياب أثناء الإرجاع خلال أربعة أشهر من المتابعة

١٥.٤٦ درجة للمجموعة الشاهدة و ١٤.٤٢ درجة لمجموعة التجربة وذلك عند إرجاع الأنابيب على سلك ٠.٠١٧ × ٠.٠٢٥ إنش ستانلس ستيل لمدة ٤ أشهر من المراقبة (El-Timamy et al., ٢٠٢٠)

كذلك توافق النتائج التي حصلنا عليها ما ذكره Karci & Baka في دراستهما، حيث لم يجدا فرقاً جوهرياً في متوسط مقدار انفتال الناب العلوي بين الجهتين، فقد بلغ متوسط انفتال الناب العلوي أثناء الإرجاع على سلك ٠.٠١٦ × ٠.٠٢٢ إنش ستانلس ستيل لمدة ثلاثة أشهر ٢.٦٧ درجة في جهة الفبرين الغني بالصفائح و ٣.٩١ درجة في الجهة الشاهدة (Karci and Baka, ٢٠٢١).

كذلك لم تجد Zeitounlouian وزملاؤها فرقاً جوهرياً في انفتال الناب أثناء الإرجاع بين جهة التجربة التي تم حقنها بالفبرين الغني بالصفائح والجهة الشاهدة بشكل مشابه لنتائجنا، حيث بلغ متوسط انفتال الناب في دراستها ٢٣.٨٩ درجة في جهة التجربة مقابل ٢٢.٨٣ درجة في الجهة الشاهدة وذلك عند إرجاع الأنابيب على سلك ٠.٠١٩ × ٠.٠٢٥ إنش ستانلس ستيل لمدة مراقبة ٥ أشهر (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١a).

كذلك تتفق نتائجنا مع نتائج Najji وزملائها الذين لم يجدوا فرقاً جوهرياً في معدل انفتال الناب أثناء الإرجاع بين مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن وذلك أثناء إرجاع الأنابيب باستخدام نوابض ريكترس حيث بلغ متوسط انفتال الناب في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ٢٢.٠٢ درجة مقابل ١٧.٨٥ درجة في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح (Najji et al., ٢٠٢٢).

قد يعزى الاختلاف في درجة انفتال الناب أثناء الإرجاع بين الدراسات إلى اختلاف نوع الحاصرات المستخدمة (ذاتية الربط أو تقليدية) ونوع وسيلة الإرجاع (تزليق على سلك مستمر أو أقواس جزئية) ومقطع السلك المستخدم في الإرجاع إضافة إلى اختلاف مدة الإرجاع بين الدراسات.

٤.٥ التغيرات الشعاعية:

١.٤.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح في ارتفاع قمة الناتئ

السنخي الدهليزي والحنكي :

بلغ متوسط المسافة بين الملتقى المينائي الملاطي للأنياب العلوية وقمة الناتئ السنخي قبل العلاج في المجموعات الثلاث في هذه الدراسة ٢.٧٩ مم من الدهليزي و ٢.٥٥ مم من الحنكي وهي قيم مقارنة لما وجدته Srebrzyńska-Witek وزملاؤه حيث بلغ متوسط المسافة بين الملتقى المينائي الملاطي وقمة الناتئ السنخي للأنياب العلوية في دراستهم ٢.٤٣ مم من الدهليزي و ٢.٥١ مم من الحنكي (Srebrzyńska-Witek et al., ٢٠٢٠).

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود خسارة جوهريّة في ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي في المجموعة الشاهدة بعد إرجاع الناب العلوي، تتفق هذه النتائج مع الأدبيات الطبية التي تقول بحدوث خسارة في ارتفاع الناتئ السنخي بشكل مرافق للمعالجة التقويمية، فقد وجد Henriques وزملاؤه تراجعاً عظيماً في ارتفاع قمة الناتئ السنخي في المجموعات الثلاث التي تم تركيب الجهاز التقويمي فيها بالمقارنة مع المجموعة الرابعة التي لم يتم فيها تركيب أجهزة تقويمية (Henriques et al., ٢٠٠٣). كذلك وجد Ahn وزملاؤه في دراسة استخدام التصوير المقطعي المحوسب ذي الحزمة المخروطية CBCT نقصاناً في ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي بعد إرجاع الأسنان الأمامية (من ضمنها الأنياب) (Ahn et al., ٢٠١٣). وأيد النتائج السابقة Janson وزملاؤه، حيث وجدوا خسارة جوهريّة في ارتفاع الناتئ السنخي عند المرضى الذين تم علاجهم تقويمياً بقلع الضواحك الأولى العلوية (Janson et al., ٢٠٢١).

بلغ متوسط خسارة الناتئ السنخي في المجموعة الشاهدة في هذه الدراسة ٠.٤٨ مم من الناحية الدهليزية و ٠.٥٥ مم من الناحية الحنكية وقد كانت هذه الخسارة جوهريّة، بينما بلغ متوسط خسارة الناتئ السنخي في دراسة Castro وزملائه عند تقييمهم للمسافة بين الملتقى المينائي الملاطي وقمة الناتئ السنخي ٠.٥١ مم من الناحية الدهليزية و ٠.٢٤ مم من الناحية الحنكية وقد

كانت الخسارة جوهريّة أيضاً (Castro et al., ٢٠١٦). وقد يعزى الاختلاف في كمية خسارة الناتئ السنخي بين الدراستين إلى أن دراستهم قد شملت المرضى من الصنف الأول ممن لديهم ازدحام خفيف أو متوسط ولا تتطلب حالاتهم إجراء قلع وحدات سنّية، الأمر الذي يفترض عند إجراء الرصف والتسوية حدوث ضغط على الصفيحة السنخية الدهليزية نتيجة توسع القوس السنّية مما يسبب تراجعاً فيها بشكل أكبر من الصفيحة الحنكية، بينما تخضع الصفيحة الحنكية لضغوط أكبر خلال إرجاع الناب نتيجة حدوث انفتال وحشي حنكي بسيط كما هو الحال في دراستنا.

تتشابه القيم التي حصلنا عليها مع ما وجده Lund وزملاؤه في دراستهم التي تم فيها قلع الضواحك الأولى العلوية وإرجاع الأنياب بشكل لاحق، حيث بلغت خسارة ارتفاع الناتئ السنخي للأنياب العلوية ٠.٤ مم من الناحية الدهليزية و ٠.٦ مم من الناحية الحنكية، وقد تم التقييم باستخدام صور الـ CBCT (Lund et al., ٢٠١٢a).

أظهرت الدراسة الحالية وجود خسارة جوهريّة أيضاً في ارتفاع قمة الناتئ السنخي للناب العلوي من الناحية الدهليزية والحنكية بعد إرجاع الناب في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح. تختلف هذه النتائج مع ما لاحظته Cheah وزملاؤه من تأثير إيجابي للبلازما الغنية بالصفائح في حفظ السنخ بعد القلع وذلك عندما تم استخدامها مع سلفات الكالسيوم في حفظ السنخ، حيث أظهرت نتائجهم أن الامتصاص العمودي في مجموعة سلفات الكالسيوم لوحدها يعادل ٣ أضعاف الامتصاص العمودي في المجموعة التي تم استخدام البلازما الغنية بالصفائح مع سلفات الكالسيوم، إلا أن دراستهم لم تتضمن استخدام البلازما الغنية بالصفائح لوحدها في حفظ السنخ بل كان يتم مزجها مع سلفات الكالسيوم (Cheah et al., ٢٠١٤)، بينما شملت الدراسة الحالية حقن البلازما الغنية بالصفائح لوحدها، إضافةً إلى أن دراستهم لم تشمل حركات تقويمية وإنما مراقبة فقط لمكان القلع.

تختلف نتائج الدراسة الحالية أيضاً مع ما ذكره Liou في تقرير حالة سريرية من أن البلازما الغنية بالصفائح تمنع امتصاص العظم السنخي أثناء المعالجة التقويمية إلا أنه لم يستند في مقولته إلى بحث سريري واضح، أو قياسات شعاعية وإنما يمكن اعتبار كلامه هذا آراء سريرية (Liou, ٢٠١٦).

تتوافق النتائج التي حصلنا عليها مع نتائج Alomari & Sultan عندما قاما بتقييم فعالية البلازما الغنية بالصفائح في الحفاظ على ارتفاع مستوى العظم السنخي الدهليزي عند المرضى الخاضعين للتوسيع الفكي السريع. وأظهرت نتائجهم عدم وجود تأثير إيجابي للبلازما الغنية بالصفائح فيما يخص الحفاظ على العظم السنخي (Alomari and Sultan, ٢٠١٩).

أظهرت الدراسة الحالية أيضاً أنه لم يكن هناك خسارة جوهرية في ارتفاع الناتئ السنخي الدهليزي والحنكي بعد إرجاع الأنثاب في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، ويمكن أن يعزى ذلك إلى التأثير الإيجابي للفبرين العني بالصفائح في حفظ السنخ (Yewale et al., ٢٠٢١).

تتفق هذه النتائج مع خلاصة Srinivas وزملائه بأن الفبرين الغني بالصفائح يلعب دوراً هاماً في حفظ السنخ (Srinivas et al., ٢٠١٨). كما ذكر Temmerman وزملاؤه في دراسة سريرية باستخدام الـ CBCT أن ملء السنخ بعد القلع بالفبرين الغني بالصفائح يساعد في حفظ أبعاد السنخ بالاتجاهين الأفقي والعمودي بشكل أكبر جوهرياً من الشفاء الطبيعي (Temmerman et al., ٢٠١٦). وأيدهم في ذلك Clark وزملاؤه في دراستهم أيضاً (Clark et al., ٢٠١٨) وكذلك miron وزملاؤه في مراجعة منهجية تحدثت عن إيجابيات حفظ السنخ باستخدام الفبرين الغني بالصفائح (Miron et al., ٢٠٢١).

لم نجد في الأدب الطبي أي مقالة تتحدث عن تأثير الفبرين الغني بالصفائح على الارتفاع السنخي أثناء المعالجة التقويمية سوى مقالة واحدة هي للباحثة Zeitounlouian وزملائها الذين قاموا بتطبيق الفبرين الغني بالصفائح في إحدى جهتي الفك بينما بقيت الجهة المقابلة كجهة شاهدة، وأظهرت نتائج دراستهم عدم وجود فرق جوهري في ارتفاع الناتئ السنخي بين (قبل وبعد) إرجاع الناب في جهة الفبرين الغني بالصفائح بشكل مشابه لنتائجنا. إلا أنهم وجدوا أيضاً عدم وجود فرق جوهري بين الجهتين (جهة الفبرين الغني بالصفائح والجهة الشاهدة) بشكل مخالف لنتائجنا، وقد يعزى السبب إلى أن دراستهم كانت من تصميم الفم المشطور، وهذا التصميم غير مناسب للحالات التي تتضمن حقن تراكيز الصفائح بسبب التأثير الجهازي لعوامل النمو الموجودة ضمن الفبرين الغني بالصفائح، الأمر الذي قد يكون أثر على الجهة الشاهدة وخاصة أن كمية الفبرين الغني بالصفائح التي تم حقنها في بحثهم هي ضعف كمية الفبرين الغني

بالصفيحات التي تم حقنها في بحثنا (٢ مل من الدهليزي و ١ مل من الحنكي في بحثهم مقابل ١ مل من الدهليزي و ٠.٥ مل من الحنكي في بحثنا) (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١b).

أظهرت نتائج دراستنا أيضاً أن هناك فرقاً جوهرياً بين مجموعة الفبرين الغني بالصفيحات ومجموعة البلازما الغنية بالصفيحات فيما يخص الحفاظ على الارتفاع السنخي الدهليزي والحنكي للنباب العلوي. يمكن أن يُفسر ذلك بأن الفبرين الغني بالصفيحات يلعب دوراً أكبر في حفظ السنخ من البلازما الغنية بالصفيحات، حيث ذكر Niu وزملاؤه في مراجعة منهجية أن تأثير الأنواع المختلفة من تراكيز الصفيحات فيما يخص حفظ السنخ قد يكون مختلفاً وأن تأثير الفبرين الغني بالصفيحات على أبعاد السنخ (الارتفاع والعرض) قد يكون إيجابياً أكثر من البلازما الغنية بالصفيحات (Niu et al., ٢٠١٨). ولم نجد في الأدبيات الطبية أي مقالة قارنت بين البلازما الغنية بالصفيحات والفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن فيما يخص الحفاظ على الارتفاع السنخي كي تتم مقارنة نتائجنا معها.

٢.٤.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفيحات والفبرين الغني بالصفيحات في ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية:

تراوحت ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية في بحثنا من ٠.٨٠ مم إلى ١.٠٤ مم، وهذه القيم تتوافق مع ما ذكره Rojo-sanchis وزملاؤه في مراجعة منهجية عن ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية للأنياب العلوية حيث وجدوا أنها تتراوح من ٠.٧٥ مم إلى ١.٠٥ مم (Rojo-sanchis et al., ٢٠٢٠).

أظهرت نتائج هذا البحث أن المنطقة التاجية من الصفيحة السنخية الدهليزية هي المنطقة الأكثر ثخانة، إلا أنه لا توجد معلومة ثابتة في الأدب الطبي فيما إذا كانت ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية للأنياب العلوية تزداد أم تنقص من الاتجاه التاجي نحو الذروي، حيث ذكر بعض المؤلفين زيادة في الثخانة من الاتجاه الذروي للتاجي (Zekry et al., ٢٠١٤; Ghassemian et al., ٢٠١٢) بينما ذكر البعض الآخر نتائج مخالفة أي أن المنطقة الذروية هي المنطقة الأكثر ثخانة (Braut et al., ٢٠١١; Fuentes et al., ٢٠١٥) ويعزى الاختلاف بين

الدراسات إلى تأثير عدة عوامل مثل العرق والعمر والجنس على ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية (Rojo-sanchis et al., ٢٠٢٠).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن متوسط ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية بعد إرجاع الأنياب كان أقل بشكل جوهري من ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية قبل الإرجاع في المجموعة الشاهدة، وتتوافق هذه النتائج مع قيم العديد من الدراسات التي قيّمت تغيرات ثخانة العظم السنخي كنتيجة للمعالجة التقويمية، وأظهرت نتائجها حدوث نقصان جوهري في ثخانة الصفيحة السنخية (Lombardo et al., ٢٠١٣; Picanço et al., ٢٠١٣; Sun et al., ٢٠١٣; Krishna et al., ٢٠١٣; Sarikaya et al., ٢٠٠٢; Uribe et al., ٢٠١٣).

تختلف نتائج دراستنا مع نتائج Ahn وزملائه الذين لم يجدوا فرقاً جوهرياً في ثخانة العظم السنخي من الناحية الدهليزية، وقد يعزى الاختلاف إلى أن دراستهم قد شملت إرجاعاً كلياً للأسنان الأمامية العلوية الستة وبالتالي فإن الضغط على الصفيحة السنخية الحنكية دون الدهليزية (Ahn et al., ٢٠١٣).

تتفق نتائج دراستنا مع دراسة J'ager وزملائه التي بينت حدوث نقصانٍ جوهريٍّ في ثخانة العظم السنخي بشكل تالٍ للمعالجة التقويمية. إلا أن تغير سماكة العظم السنخي في دراستنا كان من الناحية الحنكية أكبر منه في الناحية الدهليزية بينما ذكر J'ager وزملائه أن التغيرات من الناحية الدهليزية كانت أعلى من الناحية الحنكية (اللسانية)، وقد يعزى الاختلاف إلى أن دراستهم لم تشمل حركة تقويمية معينة أو حالات قلعية أو لا قلعية أو تصنيفاً هيكلياً معيناً وإنما كانت دراسة تراجعية (Jager et al., ٢٠١٧). بينما تؤيد نتائجنا نتائج Sendyk وزملائه الذين بينوا في مراجعة منهجية نُشرت في العام ٢٠١٩ أن المرضى الخاضعين لتقنياتٍ مختلفةٍ من المعالجة التقويمية قد أظهروا نقصاناً جوهرياً في ثخانة العظم السنخي وبشكل أساسي من الناحية الحنكية (Sendyk et al., ٢٠١٩).

أظهرت نتائج دراستنا وجود خسارة جوهريّة في ثخانة العظم السنخي الدهليزي والحنكي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح أيضاً بعد الإرجاع، ويمكن تفسير النتيجة بأن التحرير السريع لعوامل النمو في البلازما الغنية بالصفائح يؤدي إلى تأثير قصير الأمد غير كافٍ للحفاظ على ثخانة العظم السنخي خلال كامل مرحلة الإرجاع (Schär et al., ٢٠١٥).

لم نجد في الأدب الطبي أي مقالة تحرت تأثير البلازما الغنية بالصفائح على ثخانة العظم السنخي أثناء المعالجة التقويمية بحيث نتمكن من مقارنة نتائجنا معها. إلا أنه يمكن القول أن دراسة Alomari & Sultan التي سبق ذكرها تؤيد نتائجنا بأنه لم يكن هناك للبلازما الغنية بالصفائح تأثيرٌ إيجابيٌّ فيما يخص الحفاظ على العظم السنخي (Alomari and Sultan, ٢٠١٩). كذلك عززت دراسة رستكار وعجاج في العام ٢٠٢٠ الدلائل عن عدم قدرة البلازما الغنية بالصفائح على الحفاظ على العظم السنخي عند القواطع السفلية (رستكار و عجاج، ٢٠٢٠) بينما تبقى خلاصة Liou في تقرير حالة سريرية أن البلازما الغنية بالصفائح تمنع امتصاص العظم السنخي أثناء المعالجة التقويمية مثار جدل على اعتبار أنه لم يستند في مقولته إلى بحث سريري واضح أو قياسات شعاعية (Liou, ٢٠١٦).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية عدم وجود خسارة جوهريّة في ثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح بين (قبل و بعد) إرجاع الناب العلوي، وقد تعزى النتائج إلى التأثيرات الإيجابية لعوامل النمو ضمن الفبرين الغني بالصفائح و التأثيرات طويلة الأمد لها بعكس البلازما الغنية بالصفائح (Schär et al., ٢٠١٥). فقد أضحي من المعلوم التأثيرات الإيجابية للفبرين الغني بالصفائح في حفظ السنخ حيث ذكرنا في الفقرة السابقة العديد من الدراسات التي أكدت ذلك. أما بالنسبة إلى ثخانة الصفيحة السنخية الحنكية فقد كان هناك خسارة جوهريّة بعد إرجاع الناب العلوي في المستويين الثاني والثالث (على بعد ٦ مم من الملتنقى المينائي الملاطي ومنتصف طول الجذر)، وقد يعزى ذلك إلى نقص كمية الفبرين الغني بالصفائح التي تم حقنها من الجهة الحنكية (٠.٥ مل من الحنكي مقابل ١ مل من الدهليزي) الأمر الذي قد يجعل من تأثير الفبرين الغني بالصفائح أضعف كلما اتجهنا ذروباً. وعلى الرغم من ذلك يبقى التأثير الإيجابي للفبرين واضحاً من خلال وجود فرق جوهري في متوسط خسارة ثخانة الصفيحة السنخية الحنكية بعد الإرجاع بين مجموعة الفبرين الغني بالصفائح وكل من المجموعة الشاهدة ومجموعة البلازما الغنية بالصفائح، الأمر الذي يوافق ما أشار إليه Das وزملائه من دورٍ إيجابيٍّ للفبرين الغني بالصفائح في حفظ السنخ (Das et al., ٢٠١٦).

تختلف نتائج بحثنا مع نتائج Zeitounlouian وزملائها الذين ذكروا عدم وجود تأثيرٍ إيجابيٍّ للفبرين الغني بالصفائح فيما يخص ثخانة العظم السنخي رغم أنه لم يحدث نقصان في ثخانة

العظم السنخي في جهة الفبرين الغني بالصفائح في دراستهم، مستندين على عدم حدوث نقص في ثخانة العظم السنخي في الجهة الشاهدة. إلا أن دراستهم كانت من تصميم الفم المشطور وهذا التصميم غير مناسب للحالات التي تتضمن حقن تراكيز الصفائح الذاتية بسبب التأثير الجهازي لعوامل النمو الموجودة ضمنها كما ذكرنا سابقاً، الأمر الذي قد يكون أثر على الجهة الشاهدة وخاصة أن كمية الفبرين الغني بالصفائح التي تم حقنها في بحثهم هي ضعف الكمية التي تم حقنها في بحثنا (٢ مل من الدهليزي و ١ مل من الحنكي في بحثهم مقابل ١ مل من الدهليزي و ٠.٥ مل من الحنكي في بحثنا) (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١b).

٣.٤.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في امتصاص جذور الأنياب العلوية:

بلغ متوسط طول جذور الأنياب العلوية في دراستنا ١٦.٤ مم وهي قيم تتوافق مع القيم التي وجدتها Zeitounlouian وزملاؤها حيث بلغ متوسط طول جذور الأنياب العلوية ١٦.١٨ مم في دراستهم على مرضى سوريين (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١b).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن أطوال جذور الأنياب العلوية قد تناقصت بشكل جوهري بعد إرجاع الأنياب العلوية في المجموعة الشاهدة حيث بلغ متوسط طول جذور الأنياب ١٦.٥٢ مم قبل العلاج مقارنة مع ١٥.٩٣ مم بعد العلاج ليلبلغ متوسط مقدار الامتصاص ٠.٥٩ مم. تتوافق هذه النتائج مع ما وجدته Qiao وزملاؤه في دراستهم التي تضمنت قلع الضواحك الأولى العلوية وإرجاع الأسنان الستة الأمامية بتقنية السلك المستقيم، حيث وجدوا نقصاناً جوهرياً في طول جذور الأنياب العلوية بعد الإرجاع (Qiao et al., ٢٠١٤).

كذلك وجد SD نتائج مشابهة، حيث بين في دراسة سريرية حدوث نقصانٍ جوهريٍّ في طول الأنياب العلوية بعد الإرجاع (SD, ٢٠١٥).

لا تتوافق نتائجنا مع نتائج Castro وزملائه الذين لم يجدوا امتصاصاً جزئياً ذا فرق جوهري أثناء المعالجة التقويمية، حيث بلغ متوسط الطول الكلي للناناب العلوي ٢٧.٢٣ مم قبل العلاج بينما بلغ ٢٧.٢٠ مم بعد العلاج بفارق ٠.٠٣ مم ($P > ٠.٠٥$) (Castro et al., ٢٠١٣)، إلا أن الاختلاف يمكن أن يُعزى إلى اختلاف الفئة العمرية بين الدراستين (١١-١٦ سنة في

دراستهم مقابل ١٨-٢٥ سنة في دراستنا) و أن المعالجة التي تم تطبيقها في دراستهم لم تكن قلعية، الأمر الذي يؤثر على شدة الامتصاص الجذري، فقد وجد Deng وزملاؤه أن القلع خلال المعالجة التقويمية من الممكن أن يسبب امتصاصاً بشكل أكبر منه في مجموعات اللا قلع (Deng et al., ٢٠١٨) وأيضاً ذكر McNab وزملاؤه أن الامتصاص الجذري كان أكثر ب ٣.٧٢ ضعفاً في الحالات التي تطلبت قلع وحدات سنوية مقارنةً مع الحالات اللاقلعية (McNab et al., ٢٠٠٠). وأيدهم في ذلك أيضاً Sun وزملاؤه (Sun et al., ٢٠١٤).

تتوافق نتائجنا أيضاً مع ما ذكره Ahn وزملاؤه في دراستهم من حدوث نقصانٍ جوهري في متوسط طول جذور الأنياب بعد إرجاع الأسنان الستة الأمامية بشكل كتلي، كما أنهم وجدوا أن مقدار الامتصاص الجذري لم يختلف بين الأسنان الستة الأمامية إلا أن بحثنا لم يقم بتقييم الأسنان الستة الأمامية جميعها وإنما فقط الأنياب العلوية (Ahn et al., ٢٠١٣).

في هذه الدراسة حدث نقصٌ جوهريٌّ في طول جذور الأنياب العلوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح أيضاً بعد إرجاع الأنياب، أي أن البلازما الغنية بالصفائح لم تلعب دوراً إيجابياً في التقليل من امتصاص الجذور. تختلف هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها Seddik وزملاؤه في دراسة سريرية شملت حقن البلازما الغنية بالصفائح في الجهة اليمنى (العلوية والسفلية) بينما بقيت الجهة اليسرى (العلوية والسفلية) كجهة شاهدة، حيث بيّنت نتائجهم عدم حدوث نقص جوهري في طول الأنياب (العلوية أو السفلية) في جهة البلازما الغنية بالصفائح كما أظهرت دراستهم عدم وجود فرق جوهري بين الجهتين (Seddik et al., ٢٠٢٠)، وقد يعزى الاختلاف إلى أن دراستهم قد شملت مدى عمري أقل ومن المعلوم أن الامتصاص عند البالغين (كما في بحثنا) يحدث بشكل أكبر منه عند اليافعين (Brezniak and Wasserstein, ١٩٩٣b)، كما أن طريقة التشخيص في مقالتهم قد شملت استخدام الصور البانورامية التي تعتبر ذات دقة تشخيصية أقل من الـ CBCT (Levin and Jong, ٢٠١٦)

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أيضاً حدوث امتصاص جذري جوهري في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح، و يمكن تفسير ذلك بأن كمية الفبرين الغني بالصفائح لم تكن كافية للوصول إلى الذروة أو أن التأثير الإيجابي للفبرين الغني بالصفائح لم يكن بالشكل الكافي لمنع وصول الامتصاص للدرجة الجوهرية، تتفق هذه النتائج مع نتائج Zeitounlouian وزملائها الذين ذكروا

أن الفبرين الغني بالصفائح لم يمنع حدوث امتصاصٍ جوهريٍّ في جذور الأنياب العلوية أثناء الإرجاع (Zeitounlouian et al., ٢٠٢١b).

تختلف هذه النتائج مع ما نشره Nageh وزملاؤه في شهر شباط الماضي (شباط ٢٠٢٢) من أن الفبرين الغني بالصفائح يمكن أن يسمح بإيقاف وإصلاح الامتصاص الجذري (Nageh et al., ٢٠٢٢) وقد يعزى الاختلاف إلى أن دراستهم تضمنت استخدام الفبرين الغني بالصفائح داخل القناة الجذرية بعد إجراءات لبية متعددة بهدف علاج الامتصاص الداخلي، وهو يختلف عن الامتصاص الخارجي.

وبمراجعتنا للأدبيات الطبية لم نجد أي مقالة أخرى تحرت تأثير الفبرين الغني بالصفائح على امتصاص الجذور الخارجي بحيث نتمكن من مقارنة نتائجنا معها.

٥.٥ الطيات اللثوية:

١.٥.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في تشكل الطيات اللثوية:

بلغت نسبة انتشار الطيات اللثوية في دراستنا في المجموعة الشاهدة ٨٠%، تتفق هذه النسبة مع نتائج Stappert وزملائها، حيث كان المتوسط الإجمالي لتشكيل الطيات اللثوية في دراستهم ٧٣.٢% متراوحاً من ٦٨.٢% إلى ٧٩.٤% (Stappert et al., ٢٠١٨) كما تتوافق نتائج دراستنا مع دراسة Bertl وزملائه الذين وجدوا أن الطيات اللثوية قد تشكلت في أكثر من ٧٥% من مواقع القلع (Bertl et al., ٢٠٢٠).

كانت النسبة التي حصلنا عليها أقل مما وجدته Reichert وزملائه فقد بلغت نسبة انتشار الطيات اللثوية بعد إغلاق فراغات القلع على الفك العلوي في دراستهم ٩٣.٣٣% (Reichert et al., ٢٠١٧)، وقد يُعزى الاختلاف إلى اختلاف متوسطي العمرين لأفراد العينتين بين الدراسيتين، فقد كان متوسط العمر في مجموعتهم ١٤.٨ سنة بينما كان متوسط العمر في العينة الشاهدة في دراستنا ٢٠.٦ سنة ومن المعلوم أن هناك ميلاً لتشكيل الطيات اللثوية بشكل أكبر في العمر الأصغر (Gölz et al., ٢٠١١).

هذا البحث مع نتائج بحث Courtney حيث حدثت الطيات اللثوية على الفك العلوي بنسبة

٤٥.٥% في بحثها وهي نسبة أقل بشكل كبير من النسبة التي وجدت في العينة الشاهدة في بحثنا، وقد يُعزى الاختلاف في النتائج إلى المدى العمري الكبير المستخدم في دراستها (١١-٥٥ سنة). ويذكر أنها قد وجدت أن ٢٢.٧% من أماكن الطيّات اللثوية قد عاد فتح المسافة فيها والذي يؤثر بشكل كبير على نتائج المعالجة التقويمية أما في بحثنا فلم تتم متابعة المرضى بعد إنهاء المعالجة التقويمية (Courtney, ٢٠١٥).

كما تخالف نتائج دراستنا نتائج Robertson وزملائه الذين ذكروا أن ٣٥% من المرضى كان لديهم طيّات لثوية مترافقة مع واحد أو أكثر من مواقع القلع (Robertson et al., ١٩٧٧). وكذلك تختلف مع دراسة أخرى ذكرت أن نسبة انتشار الطيّات اللثوية قد بلغت ٥٣.٣%، أي بنسب أقل من دراستنا (Reichert et al., ٢٠١٢). إلا أن المقاليتين قد تحرّتا أشخاصاً قد أنهوا المعالجة التقويمية وهم حالياً في مرحلة التثبيت، ومن المعلوم أنه خلال مرحلة التثبيت تميل الطيّات اللثوية للشفاء الذاتي وبالتالي قد يختفي قسم منها (Circuns and Tulloch, ١٩٨٣)، وهو ما أيده أيضاً Bressane وزملاؤه حيث لاحظوا أن نسبة ١١.٣٧% من الطيّات اللثوية قد اختفت بعد عام من انتهاء المعالجة التقويمية (Bressane et al., ٢٠٢١).

بلغت نسبة انتشار الطيّات اللثوية في دراسة Bressane وزملائه ٣٤.٣٤% وهي أقل من النسبة التي حصلنا عليها في دراستنا، وقد يُعزى الاختلاف إلى أنهم اعتمدوا في دراستهم عند تحري الطيّات اللثوية على الأمثلة الرقمية لأمثلة جبسية تم مسحها رقمياً الأمر الذي يقلل من وضوح الطيّة اللثوية بينما اعتمدنا على الفحص السريري المباشر في دراستنا (Bressane et al., ٢٠٢١).

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن هناك ارتباطاً بين المجموعة وأعداد الطيّات اللثوية، فقد بلغت نسبة انتشار الطيّات اللثوية في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح (٥٥%) في هذه الدراسة وهي نسبة أقل من نسبة انتشارها في المجموعة الشاهدة، وقد يعزى ذلك إلى أن سرعة إرجاع الأنياب في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح أكبر من المجموعة الشاهدة الأمر الذي يلعب دوراً في تقليل عدد الطيّات اللثوية، حيث تشير الدراسات إلى أن الحركة السنية الأسرع في إغلاق الفراغ تقلل من عدد الطيّات اللثوية، وأن معدل سرعة إغلاق الفراغ تتناسب عكساً مع تشكل الطيّات اللثوية حيث أن الحركة الأبطأ من المرجح أن تتشكل فيها الطيّات اللثوية بشكل أكبر

(Stappert et al., ٢٠١٨). إلا أننا لم نجد في الأدب الطبي أي مقالة تناولت تأثير البلازما الغنية بالصفائح على الطيات اللثوية بحيث نتمكن من مقارنة نتائجنا معها.

بلغت نسبة انتشار الطيات اللثوية في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح ٤٥% وهي النسبة الأقل بين المجموعات الثلاث. وقد يُعزى ذلك إضافةً إلى سرعة الحركة السننية في هذه المجموعة إلى التأثير الإيجابي للفبرين الغني بالصفائح في الحفاظ على السنخ (Anwandter et al., ٢٠١٦)، فقد ذكر Tiefengraber وزملاؤه في حالةٍ سريريةٍ أن حفظ السنخ باستخدام غشاء® GoreTex غير الممتص أدى إلى عدم تشكل أي طيات لثوية في السنخ الذي تم حفظه بعكس الجهة الشاهدة (Tiefengraber et al., ٢٠٠٢) وأيدهم في ذلك Moqadam وزملاؤه حيث بيّنوا عدم تشكل طيات لثوية بعد انتهاء إغلاق المسافة في أي من المواقع التي تم حفظ السنخ فيها باستخدام طعم عظمي مغاير مجفف منزوع الأملاح جزئياً Partial demineralized freeze-dried bone allograft (PDFDBA) (CenoBone®) بينما تشكلت الطيات اللثوية في ٥ من أصل ٦ (٨٣.٣%) في الأسناخ التي تركت لتشفى تلقائياً (Moqadam et al., ٢٠١٦)، أي أن إجراءات حفظ السنخ بحد ذاتها وليس المادة المستخدمة هي التي تمنع تشكل الطيات اللثوية كما ذكرت دراسات مشابهة (Tiefengraber et al., ٢٠٠٢; Reichert et al., ٢٠١٤)

رغم أن تشكل الطيات اللثوية بنسبة ٤٥% من مواقع القلع ضمن مجموعة الفبرين الغني بالصفائح هو الأقل بين المجموعات الثلاث في هذه الدراسة إلا أن هذه النسبة هي أعلى من النسب التي تم ذكرها في الدراسات التي استخدمت مواد حفظ السنخ (Tiefengraber et al., ٢٠١٦; Moqadam et al., ٢٠١٤; Reichert et al., ٢٠٠٢)، ويعزى الأمر إلى أن حقن الفبرين الغني بالصفائح في دراستنا قد تم قبل إرجاع الناب مباشرةً، بينما تم القلع في بداية مرحلة الرصف والتسوية مما سمح بحدوث إعادة قولبة طبيعية خلال هذه الفترة الزمنية (من القلع حتى البدء بإرجاع الناب) شملت نقصاً في ارتفاع وعرض العظم السنخي مما ساهم في تشكل الطيات اللثوية، حيث أن إحدى الآليات المحتملة التي تؤدي إلى تطور الطية اللثوية هو امتصاص الحاجز السنخي المتقدم قبل بداية إغلاق المسافة (Diedrich et al., ١٩٩٧).

٢.٥.٥ تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح في شدة الطيات اللثوية

تتوعدت شدة الطيات اللثوية التي تشكلت عند المرضى المشاركين في هذه الدراسة، ففي المجموعة الشاهدة كان ٣٧.٥% منها في الدرجة V و ٣١.٢% في الدرجة IV و ١٨.٨% في الدرجة III و ١٢.٥% في الدرجة II ، أما في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح فكانت ٢٧.٣% في كل من الدرجتين V و IV و ١٨.٢% في كل من الدرجتين III و I إضافةً إلى ٩% في الدرجة II. بينما في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح فقد بلغت ١١.١% في كل من الدرجتين V و III ، و ٢٢.٢% في كل من الدرجتين IV و II ، و ٣٣.٤% في الدرجة I.

رغم أن أعداد الطيات التي تملك درجات شدة عالية هي أقل من مجموعتي البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح منه في المجموعة الشاهدة، تشير النتائج إحصائياً إلى عدم وجود ارتباط بين درجة شدة الطيات ومجموعات المرضى، أي أن البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح لم يسهما في التقليل من شدة الطيات اللثوية. قد يعزى ذلك إلى الفترة الزمنية الطويلة نسبياً بين القلع وبداية إغلاق الفراغ. إذ يشير Diedrich وزملاؤه إلى أن إغلاق الفراغ بشكل مبكر يقلل من شدة الطيات (Diedrich et al., ١٩٩٧). إلا أن Reichert وزملاءه لم يجدوا ارتباطاً بين شدة الطيات اللثوية والمجموعة في مجموعتين من المرضى (مجموعة الإغلاق المبكر حيث تم بدء الإرجاع بين ٢-٤ أسابيع بعد القلع) و (مجموعة الإغلاق المتأخر حيث تم بدء الإغلاق بعد أكثر من ١٢ أسبوع من القلع) وذلك في دراسة شملت ٧٤ موقع قلع في الفك العلوي والسفلي. حيث أظهرت نتائجهم أن شدة الطيات في الفك العلوي قد بلغت ٣٣.٣% في الدرجة V و ٢٠% في كل من الدرجات IV, III, II و ٦.٧% في الدرجة I في مجموعة الإغلاق المبكر أما في مجموعة الإغلاق المتأخر فقد كانت ٣٠% من الطيات في الدرجة V و ٣٠% في الدرجة IV و ٢٠% في الدرجة III و ٢٠% في الدرجة I دون وجود فروق واضحة في الشدة بين المجموعتين (Reichert et al., ٢٠١٧).

يمكن أيضاً تفسير عدم حدوث دور إيجابي جوهري للفبرين الغني بالصفائح في التقليل من شدة الطيات اللثوية في دراستنا بسبب تأخر تطبيقه إلى انتهاء مرحلة الرصف والتسوية الأمر الذي سمح بحدوث تغيرات امتصاصية ضمن العظم السنخي. فقد ذكر Reichert وزملاؤه أن العامل الأساسي في التقليل من شدة الطيات اللثوية هو إجراءات حفظ السنخ ففي دراسة سريرية

قاموا بها كانت شدة الطيّات على جانب التجربة (الذي تم استخدام طعم عظمي لحفظه) أقل بشكل جوهري من الجهة الشاهدة (Reichert et al., ٢٠١٤).

رغم استخدام الفبرين الغني بالصفائح في معالجة الانحسارات اللثوية إلا أننا لم نجد في الأدب الطبي أي مقالة تحرت الدور المباشر للفبرين الغني بالصفائح في التأثير على تشكل الطيات اللثوية وشدتها بحيث نتمكن من مقارنة نتائجنا معها أيضاً.

نلاحظ اختلاف نسب انتشار الطيّات اللثوية وشدتها بين الدراسات السابقة، ويُعزى ذلك إلى العديد من العوامل التي تتدخل في تشكل الطيّات اللثوية مثل سماكة اللثة الملتصقة ونموذج النمو وتوقيت إغلاق الفراغ (Gölz et al., ٢٠١١) وهي عوامل لم تتم دراستها في بحثنا. كما لاحظنا أن معظم الدراسات السابقة تحرت وجود الطيّات اللثوية على أعداد قليلة من المرضى (Moqadam et al., ٢٠١٦ ; Reichert et al., ٢٠١٤) أما في دراستنا فقد تم تحري الطيّات على ٦٠ مريضاً الأمر الذي يسمح بإعطاء نتائج أكثر دقة.

٦.٥ محدوديات البحث:

على الرغم من كون الدراسة الحالية هي الأولى من نوعها من حيث استخدام ثلاث مجموعات للمقارنة بين البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن إلا أنه يؤخذ على الدراسة الحالية مايلي:

١. عدم دراسة الألم والانزعاج المرافقة لحقن البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح.

٢. عدم حقن الدواء الوهمي (البلاسيبو) في المجموعة الشاهدة من أجل تجنب تأثير الحقن بحد ذاته على الحركة السنوية التقويمية.



Chapter Six

الفصل السادس

الاستنتاجات

Conclusions

٦. الاستنتاجات Conclusions:

ضمن حدود هذه الدراسة يمكننا أن نستنتج مايلي:

١- تلعب البلازما الغنية بالصفائح دوراً إيجابياً في تسريع الحركة السنوية التقويمية إلا أن تأثيرها قصير الأمد (حوالي شهر واحد بعد الحقن).

٢- يلعب الفبرين الغني بالصفائح دوراً إيجابياً في تسريع الحركة السنوية التقويمية وهو ذو تأثير أطول من البلازما الغنية بالصفائح حيث استمر تأثيره طيلة فترة المراقبة (٤ أشهر).

٣- يؤدي الحقن المتكرر للبلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح إلى زيادة معدل الحركة السنوية حيث لوحظ زيادة في معدل الحركة السنوية في الشهر الذي يلي الحقن .

٤- يلعب الفبرين الغني بالصفائح دوراً إيجابياً في الحفاظ على العظم السنخي بشكل أكبر من البلازما الغنية بالصفائح.

٥- لا يوجد تأثير واضح للبلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح على امتصاص الجذور.

٦- يلعب الفبرين الغني بالصفائح والبلازما الغنية بالصفائح دوراً في التقليل من تشكل الطّيّات اللثوية التالية للقلع .

Chapter Seven

الفصل السابع

التوصيات و المقترحات

Recommendations & Suggestions

٧. التوصيات والمقترحات Recommendations & Suggestions

التوصيات Recommendations

- ١- نوصي باستخدام مشتقات الصفائح الدموية لتسريع المعالجة التقيومية وخاصةً عند المرضى البالغين.
- ٢- نوصي بإجراء الحقن المتكرر خلال المعالجة (مرة كل شهر عند استخدام البلازما الغنية بالصفائح ومرة كل شهرين عند استخدام الفبرين الغني بالصفائح).
- ٣- نوصي باستخدام دعمٍ كافٍ عند حقن مشتقات الصفائح الدموية في الحالات التي تتطلب إغلاقاً للفراغ تجنباً لحدوث انسلاخٍ كبير للأرجاء الأولى.
- ٤- نوصي بحقن الفبرين الغني بالصفائح أثناء المعالجة التقيومية بهدف المحافظة على ارتفاع وثخانة العظم السنخي.

٥- نوصي بحقن الفبرين الغني بالصفائح في الحالات التي تتطلب قلع وحدات سنوية و من ثم إغلاقاً للفراغ بهدف تقليل نسبة حدوث الطيات اللثوية.

المقترحات Suggestions

نفتوح إجراء بحوث سريرية من أجل دراسة:

١- تأثير حقن البلازما الغنية بالصفائح أو الفبرين الغني بالصفائح بفواصل زمنية متقاربة منذ بداية المعالجة.

٣- تأثير حقن مشتقات الصفائح الدموية على النكس التالي للمعالجة التقيومية.

٤- إفراز السيتوكينات وعوامل النمو والتغيرات الخلوية في المنطقة بشكل تالٍ لحقن البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح عبر دراسة نسيجية.

٥- تأثير حقن كميات أكبر من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح على امتصاص الجذور

Chapter Eight الفصل الثامن

الملخص

Abstract

٨. الملخص:

المقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في الحركة السنوية التقويمية والعظم السنخي واللثة وامتصاص الجذور

هدف البحث: هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة تأثير كل من البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في سرعة إرجاع الأنياب العلوية و الحفاظ على العظم السنخي (الثخانة والارتفاع) و امتصاص الجذور المحرض تقويمياً وتشكل الطيات اللثوية وشدتها.

المواد والطرق: تألفت عينة البحث من ٦٠ مريضاً تتراوح أعمارهم من ١٨-٢٥ عاماً، ممن لديهم سوء إطباق من الصنف الثاني نموذج أول و تتطلب حالتهم قلع ضواحك أولى علوية وإرجاع الأنياب بشكل لاحق. تم توزيعهم بشكل عشوائي إلى ثلاث مجموعات هي مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ومجموعة الفبرين الغني بالصفائح والمجموعة الشاهدة.

تم حقن البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن (كل في مجموعته) قبل إرجاع الأنياب مباشرة، وتم إعادة الحقن بعد شهرين.

تم إرجاع الأنياب العلوية على سلك ٠.٠٢٢*٠.٠١٩ إنش مصنوع من الستانلس ستيل باستخدام نوابص إغلاق مصنوعة من الستانلس ستيل تطبق قوة بمقدار ١٥٠غ، واستخدم القوس العابر لقبة الحنك كجهاز دعم. تم أخذ طبقات ألبينات للفك العلوي في خمس نقاط زمنية (عند بدء الإرجاع و من ثم في الأسابيع ٤ و ٨ و ١٢ و ١٦ بعد بدء الإرجاع $T_0 - T_4$)

تم دراسة مقدار إرجاع الأنياب شهرياً ولمدة أربعة أشهر ($T_0 - T_4$) عبر أمثلة رقمية ممسوحة للأمثلة الجبسية، و تم دراسة فقدان الدعم وانفعال الأنياب على هذه الأمثلة أيضاً. كما تم تصوير المرضى للحصول على صور ثلاثية الأبعاد (CBCT) قبل إرجاع الأنياب مباشرة وبعد ٤ أشهر من بدء الإرجاع، حيث تم دراسة ارتفاع النابت السنخي الدهليزي والحنكي وثخانة الصفيحة السنخية الدهليزية والحنكية للناناب العلوي إضافةً إلى أطوال جذور الأنياب العلوية .

تم تقييم وجود الطيات اللثوية في المنطقة بين الناب العلوي والضاحك الثاني بعد انتهاء إرجاع الناب وذلك باستخدام مسبر حول سني كما تم دراسة شدتها.

النتائج: أظهرت النتائج أن لكلا المادتين (البلازما الغني بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن) تأثيراً مسرعاً للحركة السنوية التقويمية. إلا أن الفبرين الغني بالصفائح يملك مدة تأثير أطول، وأن فقدان الدعم في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح أكبر منه في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح وفي كلتا المجموعتين أكبر منه في المجموعة الشاهدة، أما فيما يخص انفتال الناب أثناء الإرجاع فلا يوجد فرق جوهري بين المجموعات الثلاث. وجدت الدراسة أيضاً أن للفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن تأثيراً إيجابياً فيما يخص الحفاظ على العظم السنخي بشكل أكبر من البلازما الغنية بالصفائح وأنه لا فرق جوهري بين المجموعات الثلاث فيما يخص امتصاص الجذور. كما بينت النتائج أن وجود الطيات اللثوية في مجموعة الفبرين الغني بالصفائح هو الأقل بين المجموعات الثلاث وأنه لا ارتباط بين شدة الطية اللثوية ومجموعات الدراسة.

الاستنتاجات: تلعب البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن دوراً إيجابياً في تسريع الحركة السنوية التقويمية، إلا أن الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن يملك أمد تأثير أطول. إضافةً إلى أن الفبرين الغني بالصفائح يساهم في الحفاظ على ارتفاع وثخانة العظم السنخي أثناء الحركة التقويمية، ورغم أن البلازما الغنية بالصفائح و الفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن ليس لهما تأثير إيجابي في التقليل من امتصاص جذور الأنياب العلوية إلا أن لهما دوراً في التقليل من تشكل الطيات اللثوية.

كلمات مفتاحية: البلازما الغنية بالصفائح، الفبرين الغني بالصفائح، تسريع الحركة السنوية التقويمية، امتصاص الجذور، العظم السنخي، الطيات اللثوية.

**Comparison between The Effect of Platelet Rich Plasma (PRP) and
Injectable Platelet Rich Fibrin (I-PRF) on Orthodontic Tooth Movement,
Alveolar Bone, Gingiva, and Root Resorption.**

objective: To compare the effect of both platelet rich plasma (PRP) and injectable platelet rich fibrin (I-PRF) on the rate of upper canine retraction, preservation of the alveolar bone (thickness and height), orthodontically induced Root resorption, and the formation of gingival invagination.

Materials and methods: the sample consisted of 60 patients aged between 18 and 20 years with class II division 1 malocclusion requiring extraction of the first upper premolars and canine retraction. Patients were assigned to three groups of canine retraction: (1) assisted with PRP injection (PRP group), (2) assisted with injectable PRF (I-PRF group), (3) conventional treatment with no injections (Cont. group). In the interventional groups, injections were done immediately and at 8 weeks after the onset of canine movement

TPAs were used to reinforce anchorage. Coil springs (100 g) were used to distalize the upper canines on 0.019 x 0.025-inch stainless archwires. Alginate impressions of the maxillary arch were taken at five-time points: the beginning of tooth movement (T0) and at 4, 8, 12, and 16 weeks following T0. The amount of canine movement, canine rotation, and anchorage loss was measured on three-dimensional digital models.

CBCT images were taken at T0 and T4 to measure the height of the alveolar crest and the thickness of the alveolar bone, as well as the lengths of the roots of the upper canines.

The presence and severity of gingival invagination in the area between the upper canine and the second premolar were assessed after the end of the canine retraction using a periodontal probe.

Results: PRP and I-PRF have an accelerating effect on orthodontic tooth movement. However, platelet rich fibrin has a longer effecting time. Anchorage loss in the I-PRF group is greater than in the PRP group, and in both groups is greater than in the control group. There is no significant difference between the three groups regarding canine rotation.

The study also found that I-PRF had a positive effect on the preservation of alveolar bone more than platelet rich plasma and that there is no significant difference among the three groups regarding root resorption. The results also showed that the presence of gingival invagination in the I-PRF group was the lowest among the three groups and that there was no correlation between the severity of the gingival invagination and the study groups.

Conclusions: PRP and I-PRF play a positive role in accelerating orthodontic movement, but I-PRF has a longer duration effect. In addition, I-PRF contributes to the preservation of the alveolar bone. Although PRP and I-PRF do not have a positive effect on reducing root resorption, they do have a role in reducing gingival invagination.

Keywords: platelet rich plasma, injectable platelet rich fibrin, acceleration of orthodontic movement, root resorption, alveolar bone, gingival invagination

Chapter Nine

الفصل التاسع

الملاحق

Appendices

٩. الملاحق Appendices

الملحق رقم (1) : الحالات الصحية التي تؤثر على الحركة السننية التقويمية

- ✓ فرط نشاط جارات الدرق Hyperparathyroidism
- ✓ هشاشة العظام Osteoporosis
- ✓ عوز الفيتامين د Vitamin D deficiency
- ✓ تلين العظام Osteomalacia
- ✓ المرضى الذين يتناولون مضادات التهاب غير ستيروئيدية NSAID's.
- ✓ المرضى الذين يتناولون البايفوسفونيت Bisphosphonates
- ✓ المرضى الذين يتناولون الستيروئيدات القشرية Corticosteroids
- ✓ مرض باجيت Paget's disease
- ✓ تكون العظم الناقص Osteogenesis Imperfecta
- ✓ فرط نشاط الغدة الدرقية (مرض جريفز) Hyperthyroidism (Graves Disease)
- ✓ قصور الغدة الدرقية (هاشيموتو) Hypothyroidism (Hashimoto Thyroiditis)
- ✓ مرض السكري غير المضبوط Uncontrolled diabetes
- ✓ المرضى الذين يتناولون الأفيونات Opioids
- ✓ المرضى الذين يتناولون هرمون النمو (growth hormone) والأستروجين
- (Estrogen supplements)
- ✓ أمراض المناعة الذاتية



الملحق رقم (2) : ورقة المعلومات الأساسية للدراسة

عنوان الدراسة: المقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في الحركة السنوية التقييمية والعظم السنخي واللثة وامتصاص الجذور

إعداد الباحث: علي عمار

إشراف: أ.د. رباب الصباغ

السيد التاريخ:

أنت مدعو للمشاركة في هذه الدراسة والتي سيتم إجراؤها في كلية طب الأسنان بجامعة حماه، قبل أن تقرر المشاركة من المهم أن تفهم السبب من إجراء هذا البحث و ماذا سيتضمن، يرجى قراءة المعلومات التالية بعناية ومناقشتها مع الأصدقاء والأقرباء وطبيب أسنانك العام إذا رغبت في ذلك يرجى سؤالي إذا كان هناك أي شيء غير واضح، أو إذا كنت تريد معلومات إضافية خذ وقتك من أجل اتخاذ القرار بالمشاركة في هذه الدراسة أم لا.

تُعتبر البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن مادتان آمنتان تماماً، يتم الحصول عليهما عن طريق تثقيف عينة من الدم الذاتي للمريض، وقد تم استخدامهما حديثاً في تقويم الأسنان والفكين.

إن الهدف من هذا البحث هو مقارنة تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في الحركة السنوية التقييمية و النسج حول السنوية (العظم السنخي - الجذور - اللثة).

سيتم تقسيم المرضى إلى ثلاث مجموعات وفي حال وقع اسمك ضمن إحدى مجموعتي التجربة فسيتم سحب دم بمقدار ٢٠ مل منك ومن ثم إجراء عدة خطوات عليه ومن ثم إعادة حقنه. سيتم تقييم سرعة الحركة السنوية التقييمية لديك ووضع العظم السنخي والجذور.

أنت مخير تماماً في المشاركة في هذه الدراسة، فإذا كان قرارك بالإيجاب سيطلب منك التوقيع على الموافقة، وإذا أردت الانسحاب من المشاركة فلك مطلق الحرية دون أن تكون مقيداً بموافقتك السابقة أو مضطراً لذكر أي أسباب، ولن يؤثر ذلك على معالجتك في قسم التقويم.

لأي استفسار لا تتردد بالاتصال بالطبيب علي عمار ٠٩٨٨٧٤٨٦٥٦

الطبيب علي عمار: طالب دكتوراه في قسم تقويم الأسنان والفكين

كلية طب الأسنان - جامعة حماة



الملحق رقم (3) : نموذج الموافقة المعلمة(المستنيرة) للدراسة

عنوان الدراسة:

المقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح والفبرين الغني بالصفائح القابل للحقن في الحركة السنوية التقويمية والعظم السنخي واللثة وامتصاص الجذور

للطبيب الباحث :علي عمار بإشراف: أ.د. رباب الصباغ

١. أنا أؤكد على أنني قمت بقراءة وفهم ورقة المعلومات بتاريخ.....
- والمعلقة بالدراسة المذكورة و لقد أعطيت لي الفرصة لطرح الأسئلة.
٢. أنا أتفهم أن مشاركتي طوعية و أن لي حرية الانسحاب من الدراسة دون إعطاء أسباب.
٣. أنا أتفهم أن المعلومات الطبية الخاصة بي قد يتم الاطلاع عليها من قبل الأطباء المسؤولين في كلية طب الأسنان بجامعة حماة.
٤. أنا أوافق على المشاركة في الدراسة المذكورة.
٥. أنا أوافق على أخذ الصور الضوئية أثناء الدراسة المذكورة مع الموافقة على استخدام هذه الصور كمادة علمية في أي عرض تقديمي في مؤتمر علمي أو ندوة طبية أو للنشر في أي مجلة طبية.

اسم المشارك : / / التاريخ / / التوقيع:

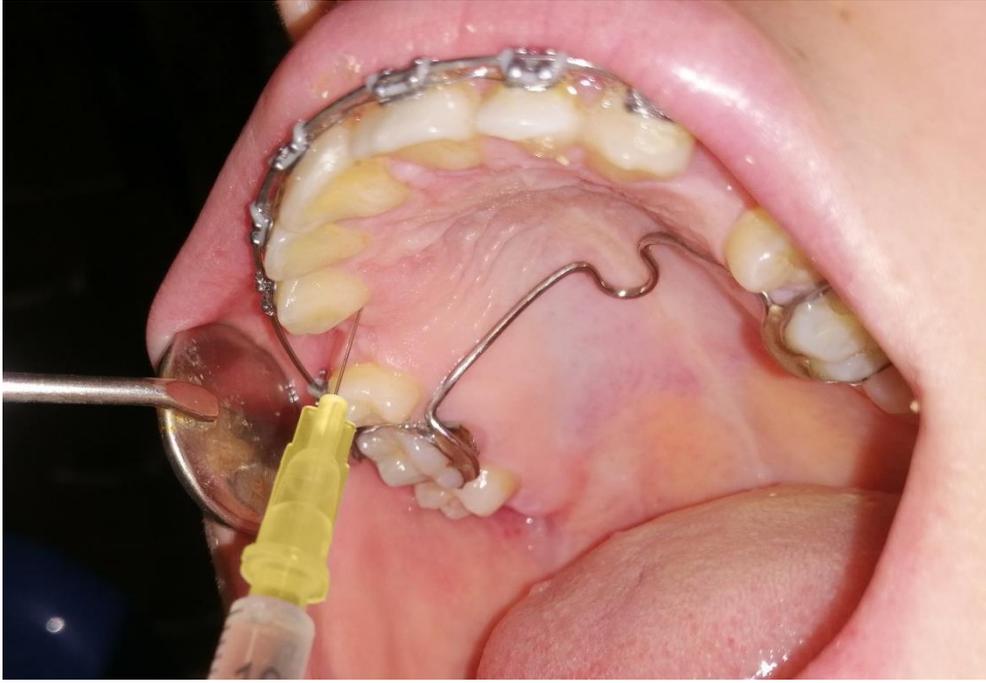
الملحق رقم(4): (حالاتان سريريتان)

الحالة الأولى: المريضة (آ ، م) بعمر ١٨ سنة:

تعاين من صنف ثاني نموذج أول، بروز بمقدار ٦ مم، وازدحام علوي بمقدار ٤ مم، تضمنت خطة العلاج إجراء قلع للضاحك الأول العلوي من الجهتين وإرجاع الأنياب إلى علاقة الصنف الأول



الشكل ٩-١ : المريضة قبل المعالجة



الشكل ٩-٢ : حقن الفبرين الغني بالصفائح في الرباط حول السني
(بعد انتهاء الرصف والتسوية وقبل البدء بإرجاع الناب العلوي)



الشكل ٩-٣ : البدء بإرجاع الناب العلوي بعد إجراء الحقن وذلك على سلك ٠.٠٢٥*٠.٠١٩ إنش مصنوع من الستانلس ستيل باستخدام نوابض إغلاق مصنوعة من النيكل تيتانيوم



الشكل ٩-٤ : قبل و أثناء إرجاع الناب العلوي مع استخدام القوس العابر لقبلة الحنك كجهاز للدعم) نلاحظ بداية تشكل الطيات اللثوية في أماكن القلع)



وصول الشكل ٩-٥: وصول الأنبياب العلوية إلى علاقة من الصنف الأول
(نلاحظ تشكل طية لثوية)



الشكل ٩-٦ : إغلاق كامل الفراغات على الفك العلوي



الشكل ٩-٧ : إزالة الجهاز التقويمي وإنهاء الحالة

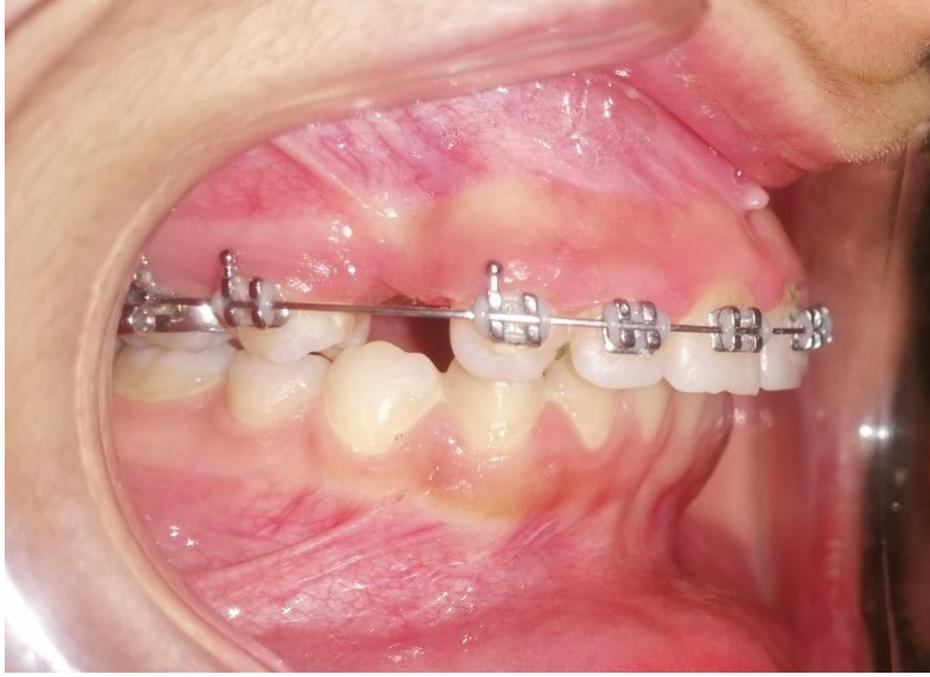
الحالة الثانية: المريضة (ج س) بعمر ١٨ سنة:

تعاني من صنف ثاني نموذج أول، برز بمقدار ٥ مم، وازدحام علوي بمقدار ٢ مم

تضمنت خطة العلاج إجراء قلع للضاحك الأول العلوي من الجهتين وإرجاع الأنياب إلى علاقة الصنف الأول



الشكل ٩-٨: المريضة قبل المعالجة



الشكل ٩-٩: انتهاء الرصف والتسوية والوصول إلى سلك ٠.٠٠٢٥*٠.٠٠١٩ إنش مصنوع من الستانلس ستيل



الشكل ٩-١٠: بدء إرجاع الأنياب العلوية على السلك القاعدي باستخدام نوابض مغلقة مصنوعة من النيكل تيتانيوم



الشكل ٩-١١ : قبل وأثناء إرجاع الأنياب العلوية
(مع استخدام القوس العابر لقبة الحنك كجهاز للدعم)
(نلاحظ بداية تشكل الطيات اللثوية في أماكن القلع)



الشكل ٩-١٢: إغلاق كامل الفراغات على الفك العلوي



الشكل ٩-١٣: إنهاء الحالة



الشكل ٩-١٤: إنهاء الحالة بعلاقات نابية من الصنف الأول

Chapter Ten الفصل العاشر



١٠. المراجع References

١.١٠ المراجع العربية:

- الأحمد سليمان و حسن حازم، مقارنة بين تأثير البلازما الغنية بالصفائح و القطع القشري على تسريع الحركة السننية التقيومية لدى البالغين، (دكتوراه)، تشرين، جامعة تشرين، ٢٠١٩.
- النعوم فادي و الجندي عزام، دراسة تسريع الحركة السننية التقيومية لإرجاع الأنياب العلوية بواسطة التقشير العظمي السنخي، (ماجستير)، حماه، جامعة البعث ٢٠١٠.
- النعوم فادي و الصباغ رباب، دراسة المعالجة التقيومية لحالات الازدحام السنني المعتمدة على تسريع التشكل العظمي ما حول السن بواسطة البيزو الجراحي (دكتوراه) حماه، جامعة حماه، ٢٠١٤.
- بارودي عمار و المنجد قصي، دراسة تجريبية لتأثير البروستاغلاندين داخلي المنشأ في تسريع الحركة السننية التقيومية، (ماجستير) حماه، جامعة حماه، ٢٠١٦.
- جابر سامر و الصباغ رباب ، تقييم فعالية تطبيق ليزر Er:YAG عند إرجاع الأنياب العلوية في المعالجة التقيومية، (ماجستير) حماه، جامعة حماه، ٢٠١٧.
- خباز أحمد و الصباغ رباب، تقييم فعالية حقن البلازما الغنية بالصفائح تحت الغشاء المخاطي في الحركة السننية التقيومية في مرحلة الرصف والتسوية، (ماجستير)، حماه، جامعة حماه ٢٠٢٢.
- دلال زاهر و برهان أحمد، تقييم فعالية القص القشري للعظم السنخي على سرعة إرجاع الأنياب العلوية، (ماجستير) حماه، جامعة حماه، ٢٠١٥.
- رستكار برناز و عجاج موفق، تقييم فعالية كل من الليزر منخفض الطاقة و البلازما الغنية بالصفائح المحقونة في تسريع رصف وتسوية القواطع السفلية المزدحمة، (ماجستير)، دمشق، جامعة دمشق، ٢٠٢٠.

-A-

American Association of Orthodontists. Economics of orthodontics survey indicates practice management data mostly stable with growth in adult patient population ٢٠١٩. Available at: <https://www.aoinfo.org/news/٢٠١٩/١٢/economics-orthodontics-survey-indicates>.

Aass AM, Gjermo P. Changes in radiographic bone level in orthodontically treated teenagers over a ٤-year period. Community Dent Oral Epidemiol. ١٩٩٢; ٢٠:٩٠-١٠٣.

Abbing A, Koretsi V, Eliades T, Papageorgiou SN. Duration of orthodontic treatment with fixed appliances in adolescents and adults: a systematic review with meta-analysis. Prog Orthod. ٢٠٢٠; ٢١(١):١-١١ .

Abdallah M-N, Flores-Mir C. Are interventions for accelerating orthodontic tooth movement effective? Evid Based Dent. ٢٠١٤; ١٥(٤):١١٦-٧ .

Aboul-Ela SMBED, El-Beialy AR, El-Sayed KMF, Selim EMN, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. Am J Orthod Dentofac Orthop. ٢٠١١; ١٣٩(٢):٢٥٢-٩.

Abuabara A. Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. Med Oral, Patol Oral y Cirugía Bucal. ٢٠٠٧; ١٢(٨):٦١٠-٣ .

Acar A, Canyürek Ü, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. angle Orthod. ١٩٩٩; ٦٩(٢):١٥٩-٦٣ .

Agrawal M, Agrawal V. Platelet rich fibrin and its applications in dentistry- A review article. Natl J Med Dent Res. ٢٠١٤; ٢(٣):٥-٨

Ahn HW, Moon SC, Baek SH, Article O. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography. Angle Orthod. ٢٠١٣; ٨٣(٢):٢١٢-٢١ .

Akbulut S, Yagci A, Yay AH, Yalcin B. Experimental investigation of effects of platelet-rich plasma on early phases of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2019;100(1):71-9.

Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2016; 86:59-65.

Alikhani M, Chou MY, Khoo E, Alansari S, Kwai R, Elfersi T. Age-dependent biologic response to orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018;103(5):632-44.

Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(5):639-48.

Alikhani M. *Clinical guide to accelerated orthodontics: with a focus on micro-osteoperforations.* Springer. 2017;16-78.

Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Abu Alhaija E. Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with Class II malocclusion: A randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018;103(6):771-80.

Almpani K, Kantarci A. Nonsurgical Methods for the Acceleration of the Orthodontic Tooth Movement. *Front Oral Biol.* 2015;18:80-91 .

Alomari EB, Sultan K. Efficacy of injectable platelet-rich plasma in reducing alveolar bone resorption following rapid maxillary expansion: A cone-beam computed tomography assessment in a randomized split-mouth controlled trial. *Angle Orthod.* 2019;89(5):705-12 .

Al-Qawasmi RA, Hartsfield Jr JK, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(3):242-52 .

Algerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G, Willems G. Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review. *Clin Oral Investig.* 2009;13(3):247-55

Alsousou J, Thompson M, Hulley P, Noble A, Willett K. The biology of platelet-rich plasma and its application in trauma and orthopaedic surgery: a review of the literature. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(8):987-96 .

Alves R, Grimalt R. A Review of Platelet-Rich Plasma: History, Biology, Mechanism of Action, and Classification. *Ski Appendage Disord.* 2018;4(1):18-24 .

Amaral RJFC, da Silva NP, Haddad NF, Lopes LS, Ferreira FD, Cappelletti PA. Platelet-rich plasma obtained with different anticoagulants and their effect on platelet numbers and mesenchymal stromal cells behavior in vitro. *Stem Cells Int.* 2016;20-36 .

Andrae J, Gallini R, Betsholtz C. Role of platelet-derived growth factors in physiology and medicine. *Genes Dev.* 2008;22(10):1276-312 .

Andreasen J O. Luxation of permanent teeth due to trauma A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *European Journal of Oral Sciences.* 1970;(1-4), 273-286 .

Angel SL, Samrit VD, Kharbanda OP, Duggal R, Kumar V, Chauhan SS. Effects of submucosally administered platelet-rich plasma on the rate of tooth movement: A single-center, split-mouth, randomized controlled trial with clinical and biochemical analysis. *Angle Orthod.* 2022;92(1):73-9 .

Anitua E, Andia I, Ardanza B, Nurden P, Nurden AT. Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. *Thromb Haemost.* 2004;91(01):4-10 .

Anitua E. Plasma rich in growth factors: preliminary results of use in the preparation of future sites for implants. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 1999;14(4):29-30 .

Anwandter A, Bohmann S, Nally M, Castro AB, Quirynen M, Pinto N. Dimensional changes of the post extraction alveolar ridge, preserved with Leukocyte-and Platelet Rich Fibrin: A clinical pilot study. *J Dent.* 2016;52:23-9.

Araki J, Jona M, Eto H, Aoi N, Kato H, Suga H. Optimized preparation method of platelet-concentrated plasma and noncoagulating platelet-derived factor concentrates: maximization of platelet concentration and removal of fibrinogen. *Tissue Eng Part C Methods.* 2012;18(3):176-80 .

Aras B, Cheng LL, Turk T, Elekdag-Turk S, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part ٢٣. Effects of ٢ or ٣ weekly reactivated continuous or intermittent orthodontic forces on root resorption and tooth movement: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* ٢٠١٢;١٤١(٢): ٢٩-٣٧ .

Arora NS, Ramanayake T, Ren Y-F, Romanos GE. Platelet-rich plasma: a literature review. *Implant Dent.* ٢٠٠٩;١٨(٤):٣٠٣-١٠ .

Arqub SA, Gandhi V, Iverson MG, Ahmed M, Kuo C-LL, Mu J. The effect of the local administration of biological substances on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review of human studies. *Prog Orthod.* ٢٠٢١;٢٢(١):١-١٢ .

Asiry MA. Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. *Saudi J Biol Sci.* ٢٠١٨;٢٠(٦):١٠٢٧-٣٢.

Atsawasuwana P, Shirazi S. Advances in orthodontic tooth movement: gene therapy and molecular biology aspect. In: *Current Approaches in Orthodontics.* IntechOpen. ٢٠١٨;١٧٨-٣٥٠ .

Attia S, Narberhaus C, Schaaf H, Streckbein P, Pons-Kühnemann J, Schmitt C. Long-term influence of platelet-rich plasma (PRP) on dental implants after maxillary augmentation: implant survival and success rates. *J Clin Med.* ٢٠٢٠;٩(٢):٣٩١ .

Attri S, Mittal R, Batra P, Sonar S, Sharma K, Raghavan S. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations—a randomised controlled trial. *J Orthod .* ٢٠١٨;٤٥(٤):٢٢٥-٣٣.

Ayatollahi A, Hosseini H, Shahdi M, AhmadNasrollahi S, NassiriKashani M, Yadangi S. Platelet-rich plasma by single spin process in male pattern androgenetic alopecia: Is it an effective treatment? *Indian Dermatol Online J.* ٢٠١٧;٨(٦):٤٦٠-٣٢ .

-B-

Barhate UH, Mangaraj M, Jena AK, Sharan J. Applications of platelet rich fibrin in dental surgery: A comprehensive literature review. *Trends Biomater Artif Organs.* ٢٠٢١;٣٥(٢):٢٠٣-١٣ .

Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;130(1):16-26.

Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli İ. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82(3):488-94 .

Bekdash A, Faris M, Allaham A, Alhorani ME, Dannan A. Mucogingival Complications Following Orthodontic Space Closure ; A Retrospective Study. 2020;4-17 .

Bertl K, Neuner H, Meran A, Bertl MH, Reich I, Nemeč M. Does the time-point of orthodontic space closure initiation after tooth extraction affect the incidence of gingival cleft development? A randomized controlled clinical trial. *J Periodontol.* 2020;91(2):272-81 .

Braut V, Bornstein MM, Belser U, Buser D. Thickness of the anterior maxillary facial bone wall—a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. *Int J Periodontics Restor Dent.* 2011;31(2):120-21 .

Bressane, Janson G, Naveda R, Freitas MR de, Garib D, Bressane. Factors affecting the stability of maxillary extraction site closure. *Dental Press J Orthod.* 2021;26(2):1-22 .

Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. *Angle Orthod.* 2002a;72(2):170-9 .

Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: The clinical aspects. *Angle Orthod.* 2002b;72(2):180-4 .

Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;103(2):138-46 .

Burstone CJ. The biomechanics of tooth movement. *Vistas Orthod.* 1962;197-213 .

-C-

Camacho AD, Cujar SAV. Dental movement acceleration: Literature review by an alternative scientific evidence method. *World J Methodol.* 2014;4(3):101-14 .

Cardaropoli G, Araújo M, Hayacibara R, Sukekava F, Lindhe J. Healing of extraction sockets and surgically produced-augmented and non-augmented-defects in the alveolar ridge. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* 2005;32(5):430-40 .

Carroll JD, Milward MR, Cooper PR, Hadis M, Palin WM. Developments in low level light therapy (LLLT) for dentistry. *Dent Mater.* 2014;30(5):460-70 .

Castro IO, Alencar AHGG, Valladares-Neto J, Estrela C. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2013;83(2):196-203 .

Castro LO, Castro IO, Helena A, Alencar G De, de Alencar AHG, Valladares-Neto J. Cone beam computed tomography evaluation of distance from cemento-enamel junction to alveolar crest before and after nonextraction orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2016;86(4):543-9 .

Cavallo C, Roffi A, Grigolo B, Mariani E, Pratelli L, Merli G. Platelet-rich plasma: the choice of activation method affects the release of bioactive molecules. *Biomed Res Int.* 2016;8-36.

Cervantes J, Perper M, Wong LL, Eber AE, Fricke ACV, Wikramanayake TC. Effectiveness of platelet-rich plasma for androgenetic alopecia: a review of the literature. *Skin Appendage Disord.* 2018;4(1):1-11 .

Chan EKM, Darendeliler MA. Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(2):64-70 .

Chandak S, Patil AS. Effect of platelet-rich plasma on the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2022;162(1):28-34 .

Cheah CW, Vaithilingam RD, Siar CH, Swaminathan D, Hornbuckle GC. Histologic, histomorphometric, and cone-beam computerized tomography analyses of calcium sulfate and platelet-rich plasma in socket preservation: A pilot study. *Implant Dent.* 2014;23(5):593-601 .

Chiu JJ. CYTOKINES IN GINGIVAL CREVICULAR FLUID AND ROOT RESORPTION: A MICROCOMPUTED TOMOGRAPHY STUDY. 2010;0-66.

Choi BHB-H, Zhu S-JJ, Kim B-YY, Huh J-YY, Lee S-HH, Jung J-HH. Effect of platelet-rich plasma (PRP) concentration on the viability and proliferation of alveolar bone cells: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(4):420-4.

Choukroun J, Adda F, Schoeffler C, Vervelle A. Une opportunité en parodontologie: le PRF. *Implantodontie.* 2001;22(00): 62-66.

Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO, Schoeffler C, Dohan SL. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part IV: Clinical effects on tissue healing. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2006;101(3):06-60.

Chung S, Milligan M, Gong S-G. Photobiostimulation as a modality to accelerate orthodontic tooth movement. In: *Seminars in Orthodontics.* Elsevier. 2010; 190-202.

Circuns ALR, Tulloch JFC. Gingival invagination in extraction sites of orthodontic patients: their incidence, effects on periodontal health, and orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1983;83(6):469-76.

Clark D, Rajendran Y, Paydar S, Ho S, Cox D, Ryder M. Advanced platelet-rich fibrin and freeze-dried bone allograft for ridge preservation: A randomized controlled clinical trial. *J Periodontol.* 2018;89(4):379-87.

Coatoam GW, Behrents RG, Bissada NF. The Width of Keratinized Gingiva During Orthodontic Treatment: Its Significance and Impact on Periodontal Status. Vol. 02, *Journal of Periodontology.* 1981;0(2): 307-13.

Collin P, Guenther HL, Fleisch H. Constitutive expression of osteoclast-stimulating activity by normal clonal osteoblast-like cells: effects of parathyroid hormone and 1, 25-dihydroxyvitamin D³. *Endocrinology.* 1992;131(3):1181-7.

Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988;94(4):278-84.

Courtney SL. Evaluation of Periodontal Changes Adjacent to Extraction Sites Following Orthodontic Tooth Movement. *ProQuest Diss Theses.* 2010;07-66.

Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: A preliminary study. *Lasers Surg Med.* २००६;३०(२):११५-२० .

-D-

Das S, Jhingran R, Bains VK, Madan R, Srivastava R, Rizvi I. Socket preservation by beta-tri-calcium phosphate with collagen compared to platelet-rich fibrin: A clinico-radiographic study. *Eur J Dent.* २०१६;१०(२):२६६-२७१ .

Dashore S, Chouhan K, Nanda S, Sharma A. Preparation of platelet-rich plasma: National IADVL PRP taskforce recommendations. *Indian Dermatol Online J.* २०२१;a१२:S१२ .

Dashore S, Chouhan K, Nanda S, Sharma A. Platelet-Rich Fibrin, Preparation and Use in Dermatology. *Indian Dermatol Online J.* २०२१b;१०(६):६८१-० .

Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. *Am J Orthod.* १९८०;७७(१):३३-६५ .

De Baat C, Kalk W, Hof M van't. Factors connected with alveolar bone resorption among institutionalized elderly people. *Community Dent Oral Epidemiol.* १९९३;२१(०):३१५-२० .

Deng Y, Sun Y, Xu T. Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): A meta-analysis. *BMC Oral Health.* २०१८;१८(१):१-१६ .

Dermaut LR, De Munck A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* १९८६;९०(६):३२१-७ .

Dhurat R, Sukesh MS. Principles and methods of preparation of platelet-rich plasma: a review and author's perspective. *J Cutan Aesthet Surg.* २०१६;१२(६):१८९-२० .

Dibart S, Keser E, Nelson D. Piezocision™-assisted orthodontics: Past, present, and future. In: *Seminars in Orthodontics.* Elsevier. २०१०;१५०-० .

Dibart S. Piezocision: Minimally Invasive Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure, Practical Osseous Surgery in Periodontics and Implant Dentistry. John Wiley & Sons, Inc. 2011;20-601.

Diedrich P WH, Diedrich P, Wehrbein H. Orthodontic retraction into recent and healed extraction sites. A histologic study. J Orofac Orthop. 1997;58(2):58-90 .

Dogra, N., Sidhu, M. S., Dabas, A., Grover, S., & Gupta, M. Cone-Beam Computed Tomography evaluation of dental, skeletal, and alveolar bone changes associated with bonded rapid maxillary expansion. Journal of Indian Orthodontic Society. 2016; 50(1): 19-25.

Dohan D, Donsimoni JM, Navarro G, Gaultier F. Platelet concentrates. Part II: Associated biology. Implantodontie. 2003;12:17-20 .

Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJJ, Mouhyi J. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part I: Technological concepts and evolution. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2006a;101-210 .

Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJJ, Mouhyi J. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part II: Platelet-related biologic features. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2006b;101-147 .

Dohan Ehrenfest DM, de Peppo GM, Doglioli P, Sammartino G. Slow release of growth factors and thrombospondin-1 in Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF): a gold standard to achieve for all surgical platelet concentrates technologies. Growth factors. 2009;27(1):63-9 .

Dragonas P, Katsaros T, Chambrone L, Schiavo JH. Effects of leukocyte - platelet- rich fibrin (L-PRF) in different intraoral bone grafting procedures : a systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg. 2018; 12 (2)18-32.

Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2013;143(5):616-21.

Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography

and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* ۲۰۰۹;۱۳۰(۴):۴۴-۷.

-E-

Ehrenfest DMD, Andia I, Zumstein MA, Zhang C-Q, Pinto NR, Bielecki T. Classification of platelet concentrates (Platelet-Rich Plasma-PRP, Platelet-Rich Fibrin-PRF) for topical and infiltrative use in orthopedic and sports medicine: current consensus, clinical implications and perspectives. *Muscles Ligaments Tendons J.* ۲۰۱۴;۴(۱):۳-۱۸۰ .

Eid FY, El-Kenany WA, Mowafy MI, El-Kalza AR, Guindi MA. A randomized controlled trial evaluating the effect of two low-level laser irradiation protocols on the rate of canine retraction. *Sci Rep.* ۲۰۲۲;۱۲(۱):۱-۱۳ .

Ekizer A, Türker G, Uysal T, Güray E, Taşdemir Z. Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial. *Lasers Surg Med.* ۲۰۱۶;۴۸(۱۰):۹۳۶-۴۳ .

Ekizer A, Uysal T, Güray E, Akkuş D. Effect of LED-mediated-photobiomodulation therapy on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Lasers Med Sci.* ۲۰۱۵;۳۰(۲):۷۷۹-۸۵ .

El-Angbawi A, McIntyre GT, Fleming PS, Bearn DR. Non-surgical adjunctive interventions for accelerating tooth movement in patients undergoing fixed orthodontic treatment. *Cochrane Database Syst Rev.* ۲۰۱۵;۲۳-۱۱

El-Anwar MW, Nofal AAF, Khalifa M, Quriba AS. Use of autologous platelet-rich plasma in complete cleft palate repair. *Laryngoscope.* ۲۰۱۶;۱۲۶(۷):۱۵۲۴-۸ .

El-Sharkawy H, Kantarci A, Deady J, Hasturk H, Liu H, Alshahat M. Platelet-rich plasma: growth factors and pro-and anti-inflammatory properties. *J Periodontol.* ۲۰۰۷;۷۸(۴):۶۶۱-۹ .

El-Timamy A, El Sharaby F, Eid F, El Dakroury A, Mostafa Y, Shaker O. Effect of platelet-rich plasma on the rate of orthodontic tooth movement: A split-mouth randomized trial. *Angle Orthod.* ۲۰۲۰;۹۰(۳):۳۵۴-۶۱ .

El-Timamy A, El-Sharaby FA, Eid FH, El-Dakrory AE. The effect of local pharmacological agents in acceleration of orthodontic tooth movement: a systematic review. *Open Access Maced J Med Sci.* ۲۰۱۹;۷(۵):۸۸۲ .

Erdur EA, Karakaslı K, Oncu E, Ozturk B, Hakkı S, Article O. Effect of injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) on the rate of tooth movement: A randomized clinical trial. *Angle Orthod.* ۲۰۲۱; ۲۸۵-۹۲ .

-F-

Farshidfar N, Jafarpour D, Firoozi P, Sahmeddini S, Hamedani S, de Souza RF. The application of injectable platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: A systematic scoping review of In vitro and In vivo studies. *Jpn Dent Sci Rev.* ۲۰۲۲; ۵۸:۸۹-۱۲۳ .

Feizbakhsh M, Zandian D, Heidarpour M, Zahra S, Reza H, Farhad SZ. The use of micro-osteoperforation concept for accelerating differential tooth movement. *J World Fed Orthod.* ۲۰۱۸; ۷(۲): ۵۶-۶۰ .

Foster TE, Puskas BL, Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Rodeo SA. Platelet-rich plasma: From basic science to clinical applications. *Am J Sports Med.* ۲۰۰۹; ۳۷(۱۱): ۲۲۵۹-۷۲ .

Friedenberg ZB. Bone reaction to varying amounts of direct current. *Surg Gynecol Obstet.* ۱۹۷۰; ۱۳۱: ۸۹۴-۹ .

Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J.* ۱۹۸۳; ۳۱(۱): ۳-۹ .

Fuentes R, Flores T, Navarro P, Salamanca C, Beltrán V, Borie E. Assessment of buccal bone thickness of aesthetic maxillary region: a cone-beam computed tomography study. *J Periodontal Implant Sci.* ۲۰۱۵; ۴۵(۵): ۱۶۲-۸ .

Fujioka-Kobayashi M, Miron RJ, Hernandez M, Kandalam U, Zhang Y, Choukroun J. Optimized platelet-rich fibrin with the low-speed concept: growth factor release, biocompatibility, and cellular response. *J Periodontol.* ۲۰۱۷; ۸۸(۱): ۱۱۲-۲۱ .

Fukada E, Yasuda I. On the piezoelectric effect of bone. *J Phys Soc Japan.* ۱۹۵۷; ۱۲(۱۰): ۱۱۵۸-۶۲ .

-G-

Gasparro R, Bucci R, De Rosa F, Sammartino G, Bucci P, D'Antò V. Effectiveness of surgical procedures in the acceleration of orthodontic tooth movement: Findings from systematic reviews and meta-analyses. *Jpn Dent Sci Rev.* ۲۰۲۲; ۵۸: ۱۳۷-۵۴ .

Gaßling VLW, Açil Y, Springer IN, Hubert N, Wiltfang J. Platelet-rich Plasma and Platelet-rich fibrin in human cell culture. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. ۲۰۰۹;۱۰۸(۱):۴۸-۵۵.

Genc G, Kocadereli I, Tasar F, Kilinc K, El S, Sarkarati B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci*. ۲۰۱۳;۲۸(۱):۴۱-۷.

Ghanaati S, Booms P, Orłowska A, Kubesch A, Lorenz J, Rutkowski J. Advanced platelet-rich fibrin: a new concept for cell-based tissue engineering by means of inflammatory cells. *J Oral Implantol*. ۲۰۱۴;۴۰(۶):۶۷۹-۸۹ .

Ghassemian M, Nowzari H, Lajolo C, Verdugo F, Pirronti T, D'Addona A. The Thickness of Facial Alveolar Bone Overlying Healthy Maxillary Anterior Teeth. *J Periodontol*. ۲۰۱۲;۸۳(۲):۱۸۷-۹۷ .

Ghaznavi D, Babaloo A, Shirmohammadi A, Zamani ARN, Azizi M, Rahbarghazi R. Advanced platelet-rich fibrin plus gold nanoparticles enhanced the osteogenic capacity of human mesenchymal stem cells. *BMC Res Notes*. ۲۰۱۹;۱۲(۱):۱-۶ .

Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. Efficacy of piezocision-based flapless corticotomy in the orthodontic correction of severely crowded lower anterior teeth: A randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. ۲۰۱۹;۴۱(۲):۱۸۸-۹۵ .

Gkantidis N, Christou P, Topouzelis N. The orthodontic-periodontic interrelationship in integrated treatment challenges: a systematic review. *J Oral Rehabil*. ۲۰۱۰;۳۷(۵):۳۷۷-۹۰ .

Gölz L, Reichert C, Jäger A. Gingival invagination—a systematic review. *J Orofac Orthop*. ۲۰۱۱;۷۲(۶):۴۰۹-۲۰ .

Gorbunkova A, Pagni G, Brizhak A, Farronato G, Rasperini G. Impact of orthodontic treatment on periodontal tissues: A narrative review of multidisciplinary literature. *Int J Dent*. ۲۰۱۶;۴۶-۸۳.

Goyal T, Munjal S, Singh S, Natt AS, Singh H. A comparative evaluation of space closure using different force delivery systems-A Clinical Study. *J Adv Med Dent Sci Res*. ۲۰۲۰;۸(۵):۵۶-۶۰ .

Göz G, Rakosi T. Apical root resorption during orthodontic treatment. *Fortschr Kieferorthop*. ۱۹۸۹;۵۰(۳):۱۹۶-۲۰۶ .

Güleç A, Bakkalbaşı BÇ, Cumbul A, Uslu Ü, Alev B, Yarat A. Effects of local platelet-rich plasma injection on the rate of orthodontic tooth movement in a rat model: A histomorphometric study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;101(1):92-104 .

Guo, Liwen Zhang, Menglong Hu, Yiping Huang WL, Guo R, Zhang L, Hu M, Huang Y, Li W. Alveolar bone changes in maxillary and mandibular anterior teeth during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2021;24:160-79 .

Gupta V, Parihar AS, Pathak M, Sharma VK. Comparison of platelet-rich plasma prepared using two methods: Manual double spin method versus a commercially available automated device. *Indian Dermatol Online J.* 2020;11(4):570 .

-H-

Habib FAL, Gama SKC, Ramalho LMP, Cangussú MCT, Neto FPS, Lacerda JA. Laser-induced alveolar bone changes during orthodontic movement: a histological study on rodents. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):823-30 .

Hall MP, Band PA, Meislin RJ, Jazrawi LM, Cardone DA. Platelet-rich plasma: current concepts and application in sports medicine. *JAAOS-Journal Am Acad Orthop Surg.* 2009;17(10):702-8 .

Hamblin MR, Demidova TN. Mechanisms of low level light therapy. *Mech low-light Ther.* 2006;114:640 .

Han G, Huang S, Von den Hoff JW, Zeng X, Kuijpers-Jagtman AM. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study. *angle Orthod.* 2005;75(6):912-8 .

Han J, Meng HX, Tang JM, Li SL, Tang Y, Chen ZB. The effect of different platelet-rich plasma concentrations on proliferation and differentiation of human periodontal ligament cells in vitro. *Cell Prolif.* 2007;40(2):241-52 .

Hartsfield Jr JK, Everett ET, Al-Qawasmi RA. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15(2):110-22 .

Hartwig JH. The platelet: form and function. In: *Seminars in hematology.* Elsevier. 2006. p. S94-100 .

Hashimoto F, Kobayashi Y, Mataka S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *Eur J Orthod.* 2001;23(5):530-40 .

Hashimoto H. Effect of micro-pulsed electricity on experimental tooth movement. *Nihon Kyosei Shika Gakkai Zasshi= J Japan Orthod Soc.* 1990;49(4):302-61 .

Hassan AH, Al-Fraidi AA, Al-Saeed SH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment. *Open Dent J.* 2010;4:109 .

He L, Lin Y, Hu X, Zhang Y, Wu H. A comparative study of platelet-rich fibrin (PRF) and platelet-rich plasma (PRP) on the effect of proliferation and differentiation of rat osteoblasts in vitro. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2009;108(5):707-13.

Heldin C-H, Westermark B. Platelet-derived growth factor: mechanism of action and possible in vivo function. *Cell Regul.* 1990;1(8):500-66 .

Henriques FC, Freitas MR De, Janson G, Bombonatti R, Brandão AG. Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2003 Aug;124(2):107-64

Hoggan BR, Sadowsky C. The use of palatal rugae for the assessment of anteroposterior tooth movements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119:482-8 .

Horiuchi A, Hotokezaka H, Kobayashi K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;114(3):311-8 .

Horowitz R, Holtzclaw D, Rosen PS. A review on alveolar ridge preservation following tooth extraction. *J Evid based Dent Pract.* 2012;12(3):149-60 .

Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;146(5):620-32.

-I-

Iglesias-Linares A, Moreno-Fernandez AM, Yañez-Vico R, Mendoza-Mendoza A, Gonzalez-Moles M, Solano-Reina E. The use of gene therapy vs. corticotomy surgery in accelerating orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(3):138-48 .

Iglesias-Linares A, Sonnenberg B, Solano B, Yañez-Vico R-M, Solano E, Lindauer SJ. Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. *Angle Orthod.* 2017;87(1):3-10 .

-J-

Jager F, Mah JK, Bumann A, Jäger F, Mah JK, Bumann A. Peridental bone changes after orthodontic tooth movement with fixed appliances: A cone-beam computed tomographic study. *Angle Orthod.* 2017 Sep;87(9):672-80 .

Jang I, Tanaka M, Koga Y, Iijima S, Yozgatian JH, Cha BK. A novel method for the assessment of three-dimensional tooth movement during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2009;79(3):447-53 .

Janson D, Caldas W, Garib D, Janson M, Niederberger A, Janson G. Cephalometric radiographic comparison of alveolar bone height changes between adolescent and adult patients treated with premolar extractions: A retrospective study. *Int Orthod.* 2021;19(4):633-40 .

Javaheri HH. The side effects of orthodontic mechanics in orthodontic treatments. *Int J Orthod Milwaukee.* 2008;19(2):11-2 .

Jianpeampoolpol B, Phuminart S, Subbalekha K. Platelet-rich fibrin formation was delayed in plastic tubes. *Br J Med Med Res.* 2016;14(9):1-9 .

-K-

Kaiser AFC, Neubauer H, Franken CC, Krüger J-C, Mügge A, Meves SH. Which is the best anticoagulant for whole blood aggregometry platelet function testing? Comparison of six anticoagulants and diverse storage conditions. *Platelets.* 2012;23(5):309-17 .

Kale S, Kocadereli I, Atilla P, Aşan E. Comparison of the effects of 1, 20 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;120(5):607-14 .

Kalemaj Z, Debernardi CL BJ, Kalemaj Z, Debernardi CL, Buti J, Kalemaj Z, Debernardi CL BJ. Efficacy of surgical and non-surgical interventions on accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *Eur J Oral Implant.* 2010;8(1):9-24 .

Kanzaki H, Chiba M, Arai K, Takahashi I, Haruyama N, Nishimura M. Local RANKL gene transfer to the periodontal tissue accelerates orthodontic tooth movement. *Gene Ther.* 2006;13(8):678-80 .

Kanzaki H, Chiba M, Takahashi I, Haruyama N, Nishimura M, Mitani H. Local OPG gene transfer to periodontal tissue inhibits orthodontic tooth movement. *J Dent Res.* 2004;83(12):920-5 .

Karakaslia K, Erdur ; Emire Aybuke. The effect of platelet-rich fibrin (PRF) on maxillary incisor retraction rate. 2021;91 .

Karcı İ, Baka ZM. Assessment of the effects of local platelet-rich fibrin injection and piezocision on orthodontic tooth movement during canine distalization. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2021;16(1):29-40 .

Karimi K, Rockwell H. The Benefits of Platelet-Rich Fibrin. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2019;27(3):331-40 .

Kau CH, Nguyen JT, English JD. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthod Pract US.* 2010;1(1):10-5 .

Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med Off J Am Soc Laser Med Surg.* 2000;26(3):282-91 .

Kazancı F. Patients ' and parents ' concerns and decisions about orthodontic treatment. 2016;20-60 .

Keser E, Naini FB. Accelerated orthodontic tooth movement: surgical techniques and the regional acceleratory phenomenon. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2022;44(1):1-21 .

Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compendium.* 2011;9(3):11-9 .

Kheur MG, Kantharia NR, Kheur SM, Acharya A, Le B, Sethi T. Three-dimensional evaluation of alveolar bone and soft tissue dimensions of maxillary central incisors for immediate implant placement: a cone-beam computed tomography assisted analysis. *Implant Dent.* 2010;24(4):407-10 .

Kim D-H, Park Y-G, Kang S-G. The effects of electrical current from a micro-electrical device on tooth movement. *Korean J Orthod.* 2008;38(5):337-46 .

Kim S-J, Park Y-G, Kang S-G. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2009;79(2):284-91 .

Kimura H, Okubo N, Chosa N, Kyakumoto S, Kamo M, Miura H. EGF positively regulates the proliferation and migration, and negatively regulates the myofibroblast differentiation of periodontal ligament-derived endothelial progenitor cells through MEK/ERK-and JNK-dependent signals. *Cell Physiol Biochem.* 2013;32(4):899-914 .

Kobayashi E, Flückiger L, Fujioka-Kobayashi M, Sawada K, Sculean A, Schaller B. Comparative release of growth factors from PRP, PRF, and advanced-PRF. *Clin Oral Investig.* 2016;20(9):2303-60 .

Kobayashi Y, Takagi H, Sakai H, Hashimoto F, Mataka S, Kobayashi K. Effects of local administration of osteocalcin on experimental tooth movement. *Angle Orthod.* 1998;68(3):209-66 .

Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1909;12(5):510-29 .

Koseoglu S, Flaumenhaft R. Advances in platelet granule biology. *Curr Opin Hematol.* 2013;20(5):464-71 .

Kouskoura T, Katsaros C, Von Gunten S. The potential use of pharmacological agents to modulate orthodontic tooth movement (OTM). *Front Physiol.* 2017;8:67 .

Kramer ME, Keaney TC. Systematic review of platelet-rich plasma (PRP) preparation and composition for the treatment of androgenetic alopecia. *J Cosmet Dermatol.* 2018;17(5):666-71 .

Krishna USN, Shetty A, Giriya MP, Nayak R. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth during orthodontic treatment: a cephalometric and computed tomography comparative study. *Indian J Dent Res.* 2013;24(6):736 .

Krishnan V, Ambili R, Davidovitch Z, Murphy NC. Gingiva and orthodontic treatment. In: *Seminars in Orthodontics.* Elsevier. 2007. p. 207-21 .

Krishnan V, Davidovitch Z, Only O. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(4):469-76 .

-L-

Landesberg R, Burke A, Pinsky D, Katz R, Vo J, Eisig SB. Activation of platelet-rich plasma using thrombin receptor agonist peptide. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(4):529-35 .

Larson BE, Vaubel CJ, Grünheid T. Effectiveness of computer-assisted orthodontic treatment technology to achieve predicted outcomes. *Angle Orthod.* 2013;83(4):507-12 .

Lei H, Gui L, Xiao R. The effect of anticoagulants on the quality and biological efficacy of platelet-rich plasma. *Clin Biochem.* 2009;42(13-14):1402-6 .

Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, Han T, Klokkevold P, Nedic M. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *J Periodontol.* 1997;68(6):563-70 .

Levin MD, Jong G. The use of CBCT in the diagnosis and management of root resorption. In: *3D Imaging in Endodontics.* Springer. 2016; 131-43 .

Li Y, Deng S, Mei L, Li J, Qi M, Su S. Accuracy of alveolar bone height and thickness measurements in cone beam computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019;128(6):667-79.

Li Z, Zhou J, Chen S. The effectiveness of locally injected platelet-rich plasma on orthodontic tooth movement acceleration: A systematic review of animal studies. *Angle Orthod.* 2021;91(3):391-8 .

Liao Z, Elekdag-Turk S, Turk T, Grove J, Dalci O, Chen J. Computational and clinical investigation on the role of mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *J Biomech.* 2017;60:57-64.

Lindskog-Stokland B, Hansen K, Ekestubbe A, Wennström JL. Orthodontic tooth movement into edentulous ridge areas - A case series. *Eur J Orthod.* 2013;35(3):277-80 .

Liou EJW, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;114(4):372-82 .

Liou EW. The development of submucosal injection of platelet rich plasma for accelerating orthodontic tooth movement and preserving pressure side alveolar bone. *APOS Trends Orthod.* 2016;6(1):0 .

Lippi G, Salvagno GL, Montagnana M, Poli G, Guidi GC. Influence of the needle bore size on platelet count and routine coagulation testing. *Blood Coagul fibrinolysis.* 2006;17(7):007-11 .

Litchfield IV FE. External Root Resorption in the Orthodontic Patients. The University of Alabama at Birmingham. 2019;03-210 .

Liu ZJ, King GJ, Gu GM, Shin JAY, Stewart DR. Does human relaxin accelerate orthodontic tooth movement in rats? *Ann N Y Acad Sci.* 2000;1041(1):388-94 .

Lombardo L, Bragazzi R, Perissinotto C, Mirabella D, Siciliani G. Cone-beam computed tomography evaluation of periodontal and bone support loss in extraction cases. *Prog Orthod.* 2013;14(1):1-8 .

López R. Pharmacological modulation in orthodontic treatment. *Rev Estomatol.* 2006;14 .

López-Jarana P, Díaz-Castro CM, Falcão A, Falcão C, Ríos-Santos J V, Herrero-Climent M. Thickness of the buccal bone wall and root angulation in the maxilla and mandible: an approach to cone beam computed tomography. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):1-9 .

Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *Eur J Oral Sci.* 2012a;120(3):201-11 .

Lund H, Gröndahl K, Hansen K, Gröndahl HG. Apical root resorption during orthodontic treatment: a prospective study using cone beam CT. *Angle Orthod.* 2012b;82(3):480-7 .

-M-

Madan MS, Liu ZJ, Gu GM, King GJ. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(1):8-90 .

Madurantakam P, Yoganarasimha S, Hasan FK. Characterization of leukocyte-platelet rich fibrin, a novel biomaterial. *JoVE Journal Vis Exp.* 2010;(103): 140-30.

Magalon J, Chateau AL, Bertrand B, Louis ML, Silvestre A, Giraudo L. DEPA classification: a proposal for standardising PRP use and a retrospective application of available devices. *BMJ open Sport Exerc Med.* 2016;2(1)- 60 .

Mahmood TM, Chawshli OF, Mohammed T, Mahmood A, Chawshli OF. The Effect of Submucosal Injection of Plasma-Rich Platelets on Blood Inflammatory Markers for Patients with Bimaxillary Protrusion Undergoing Orthodontic Treatment. *Int J Inflam.* 2019;20-00 .

Makhlouf, M., Aboul-Ezz, A., Fayed, M. S., Hafez, H. Evaluating the amount of tooth movement and root resorption during canine retraction with friction versus frictionless mechanics using cone beam computed tomography. *Open access Macedonian journal of medical sciences* 2018, 6(2): 384-90.

Malkoc S, Buyukyilmaz T, Gelgor I, Gursel M. Comparison of two different gingivectomy techniques for gingival cleft treatment. *Angle Orthod.* 2004;74(3):370-80 .

Mandall NA, Lowe C, Worthington H V, Sandler J, Derwent S, Abdi-Oskouei M. Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2006;28(6):561-6 .

Mangal U. Influence of platelet rich plasma on orthodontic tooth movement: A review. *Biomed Pharmacol J.* 2017;10(3):1463-8 .

Mani H, Kirchmayr K, Kläffling C, Schindewolf M, Luxembourg B, Linnemann B. Influence of blood collection techniques on platelet function. *Platelets.* 2004;10(0):310-8 .

Mani S, Toshniwal G. Platelet-Rich Plasma in Orthodontics- A Review. *Int J Innov Sci Res Technol.* 2019;4(8):607-62 .

Marx RE, Clarison ER, Eichstaedt RM. PRP: Growth enhancement factor for bone grafts. *Oral Srg, Oral Med, Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;80:638-46 .

Marx RE. Platelet-rich plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? *Implant Dent.* 2001;10(4):220-8 .

Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(4):408-18 .

Masaki H, Isobe K, Kawabata H, Tsujino T, Yamaguchi S, Watanabe T. Acute cytotoxic effects of silica microparticles used for coating of plastic blood-collection tubes on human periosteal cells. *Odontology.* 2020;108(4):450-52 .

Matteo B, Filardo G, Lo Presti M, Kon E, Marcacci M. Chronic anti-platelet therapy: a contraindication for platelet-rich plasma intra-articular injections. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2014; 00-9 .

Maués CPR, Nascimento RR do, Vilella O de V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: prevalence and risk factors. *Dental Press J Orthod.* 2010;20:52-8 .

Mavragani M, Bøe OE, Wisth PJ, Selvig KA. Changes in root length during orthodontic treatment: advantages for immature teeth. *Eur J Orthod.* 2002 Feb 1;24(1):91-7.

Mazzocca AD, McCarthy MBR, Chowanec DM, Cote MP, Romeo AA, Bradley JP. Platelet-rich plasma differs according to preparation method and human variability. *JBJS.* 2012;94(4):308-16 .

McGorray SP, Dolce C, Kramer S, Stewart D, Wheeler TT. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;141(2):196-203 .

McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2000 Jun;70(3):227-32 .

McRedmond JP, Park SD, Reilly DF, Coppinger JA, Maguire PB, Shields DC. Integration of proteomics and genomics in platelets: a profile of platelet proteins and platelet-specific genes. *Mol Cell Proteomics.* 2004;3(2):133-44 .

Melo ACE de O, Carneiro LOT, Pontes LF, Cecim RL, Mattos JNR de, Normando D. Factors related to orthodontic treatment time in adult patients. *Dental Press J Orthod.* 2013;18:59-63 .

Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 1999;69(2):101-8 .

Meng R, Tang H-Y, Westfall J, London D, Cao JH, Mousa SA. Crosstalk between integrin $\alpha\beta\gamma$ and estrogen receptor- α is involved in thyroid hormone-induced proliferation in human lung carcinoma cells. *PLoS One*. 2011;6(11):270-110 .

Michelogiannakis D, Rossouw PE, Al-Shammery D, Akram Z, Khan J, Romanos GE. Influence of nicotine on orthodontic tooth movement: A systematic review of experimental studies in rats. *Arch Oral Biol*. 2018;93:66-73.

Mirabella AD, Årtun J, London D. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1990;108(1):48-50 .

Miron RJ, Dham A, Dham U, Zhang Y, Pikos MA, Sculean A. The effect of age, gender, and time between blood draw and start of centrifugation on the size outcomes of platelet-rich fibrin (PRF) membranes. *Clin Oral Investig*. 2019;23(5):2179-80 .

Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Hernandez M, Kandalam U, Zhang Y, Ghanaati S. Injectable platelet rich fibrin (i-PRF): opportunities in regenerative dentistry? *Clin Oral Investig*. 2017;21(8):2619-27 .

Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Moraschini V, Zhang Y, Gruber R, Wang H-L. Efficacy of platelet-rich fibrin on bone formation, part 1: Alveolar ridge preservation. *Int J Oral Implant*. 2021;14(1):181-94 .

Miron RJ, Xu H, Chai J, Wang J, Zheng S, Feng M. Comparison of platelet-rich fibrin (PRF) produced using γ commercially available centrifuges at both high (~ 700 g) and low (~ 200 g) relative centrifugation forces. *Clin Oral Investig*. 2020;24(3):1171-82 .

Mischkowski RA, Pulsfort R, Ritter L, Neugebauer J, Brochhagen HG, Keeve E. Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2007;104(4):501-9.

Mlachkova A, Dosseva-Panova V, Popova C. Application of PRP (platelet-rich plasma) in surgical periodontal therapy: overview. *Biotechnol Biotechnol Equip*. 2021;35(1):586-92 .

Mohammed H, Rizk MZ, Wafaie K, Almuzian M. Effectiveness of nickel-titanium springs vs elastomeric chains in orthodontic space closure:

A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* ۲۰۱۸;۲۱(۱):۱۲-۹ .

Moqadam ALIS, Arash V, Mirzaie M, Fereydooni M, Haghani H, Rahmani A. Effect of Alveolar Ridge Preservation with PDFDBA on Orthodontic Tooth Movement Rate , Formation of Gingival Invagination and Root Resorption : A Randomized,. *Biomed Pharmacol J.* ۲۰۱۶;۹(۳):۱۲۲۹-۳۵ .

Moraschini V, Barboza ESP. Effect of autologous platelet concentrates for alveolar socket preservation : a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* ۲۰۱۵;۱۱۶۵-۱۷۸.

Mosesson MW. Fibrinogen and fibrin structure and functions. *J Thromb Haemost.* ۲۰۰۵;۳(۸):۱۸۹۴-۹۰۴ .

Mostafa YA, Mohamed Salah Fayed M, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofac Orthop*]. ۲۰۰۹;۱۳۶(۴):۵۷۰-۷.

Mostafa YA, Weeks-Dybvig M, Osdoby P. Orchestration of tooth movement. *Am J Orthod.* ۱۹۸۳;۸۳(۳):۲۴۵-۵۰ .

Mourão CF de AB, Valiense H, Melo ER, Mourão NBMF, Maia MD-C. Obtention of injectable platelets rich-fibrin (i-PRF) and its polymerization with bone graft. *Rev Col Bras Cir.* ۲۰۱۵;۴۲:۴۲۱-۳ .

Müller H-P, Ulbrich M. Alveolar bone levels in adults as assessed on panoramic radiographs.(I) Prevalence, extent, and severity of even and angular bone loss. *Clin Oral Investig.* ۲۰۰۵;۹(۲):۹۸-۱۰۴ .

Muñoz F, Jiménez C, Espinoza D, Vervelle A, Beugnet J, Haidar Z. Use of leukocyte and platelet-rich fibrin (L-PRF) in periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO): Clinical effects on edema and pain. *J Clin Exp Dent.* ۲۰۱۶;۸(۲): ۱۱۹-۲۴ .

Mussbacher M, Schrottmaier WC, Salzmann M, Brostjan C, Schmid JA, Starlinger P. Optimized plasma preparation is essential to monitor platelet-stored molecules in humans. *PLoS One.* ۲۰۱۷;۱۲(۱۲):۲۴ .

-N-

Nageh M, Ibrahim LA, AbuNaeem FM, Salam E. Management of internal inflammatory root resorption using injectable platelet-rich fibrin

revascularization technique: a clinical study with cone-beam computed tomography evaluation. *Clin Oral Investig*. 2022 Feb;26(2):100-16 .

Naji RE, Zeitounlouian TS, Alomari E, Youssef M. Evaluation of the efficacy of platelet-rich plasma (PRP) and injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) in the acceleration of canine retraction: A randomized controlled trial. *J Int Oral Heal*. 2022;14(3):243 .

Nakornnoi T, Leethanakul C, Samruajbenjakun B. Effects of Leukocyte-Platelet-Rich Plasma on the Alveolar Bone Changes During Orthodontic Tooth Movement in Rabbits: A Micro-CT Study. *J Indian Orthod Soc*. 2019;53(4):264-71 .

Nanekrungsan K, Patanaporn V, Janhom A, Korwanich N. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. *Imaging Sci Dent*. 2012;42(3):147-54 .

Narmada IB, Rubianto M, Putra ST. The effect of low-level light therapy on orthodontic tooth movement rate, heat shock protein 70, and matrix metalloproteinase 1 expression: Animal study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2020;17(1):73 .

Natras CBDS, Eng RCS, D JRSPH, Orth M. Adult Orthodontics — A Review Adult Orthodontics- A Review. 2016;1420-1920.

Nemtoi AA, Sirghe A, Nemtoi AA, Haba D. The effect of a plasma with platelet-rich fibrin in bone regeneration and on rate of orthodontic tooth movement in adolescents. *Rev Chim*. 2018;69(12):3727-30 .

Nicozisis JL, Nah-Cederquist H, Tuncay OC. Relaxin affects the dentofacial sutural tissues. *Clin Orthod Res*. 2000;3(4):192-201 .

Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-a frontier in orthodontics. *Prog Orthod*. 2013;14(1):1-8 .

Niu W, Wang P, Ge S, Ji P, Ge S, Ji P. Effects of platelet concentrates used in alveolar ridge preservation: A systematic review. *Implant Dent*. 2018;27(4):498-506.

-0-

Öncü E, Alaaddinoglu EE. The effect of platelet-rich fibrin on implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;30-60.

Oron U, Ilic S, De Taboada L, Streeter J. Ga-As (808 nm) laser irradiation enhances ATP production in human neuronal cells in culture. *Photomed Laser Surg.* 2007;20(3):180-2 .

Osman I, Young A, Ledingham MA, Thomson AJ, Jordan F, Greer IA. Leukocyte density and pro-inflammatory cytokine expression in human fetal membranes, decidua, cervix and myometrium before and during labour at term. *MHR Basic Sci Reprod Med.* 2003;9(1):41-5 .

Özsagir ZB, TUNALI M. Injectable platelet-rich fibrin: a new material in medicine and dentistry. *Mucosa.* 2020;(May 2020):27-33 .

-P-

Pacheco AA, Collins JR, Contreras N, Lantigua A, Pithon MM, Tanaka OM. Distalization rate of maxillary canines in an alveolus filled with leukocyte-platelet-rich fibrin in adults: A randomized controlled clinical split-mouth trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2020;108(2):182-91 .

Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134(5):646-51 .

Parcianello RG, Amerio E, Giner Tarrida L, Nart J, Flores Mir C, Puigdollers Pérez A. Local hormones and growth factors to enhance orthodontic tooth movement: A systematic review of animal studies. *Orthod Craniofac Res.* 2022;20(3):281-303 .

Park H-C, Kim S-G, Oh J-S, You J-S, Kim J-S, Lim S-C. Early bone formation at a femur defect using CGF and PRF grafts in adult dogs: a comparative study. *Implant Dent.* 2016;20(3):287-93 .

Park YG, Kang SG, Kim SJ. Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujuutsu Taikai, Sokai.* 2006;48(6):6-10 .

Pavlin D, Anthony R, Raj V, Gakunga PT. Cyclic loading (vibration) accelerates tooth movement in orthodontic patients: A double-blind, randomized controlled trial. *Semin Orthod.* 2010;21(3):187-94 .

Pereira SA, Lopez M, Lavado N, Abreu JM, Silva H. A clinical risk prediction model of orthodontic-induced external apical root resorption. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac.* 2014;50(2):66-72 .

Phulari BS. Orthodontics: principles and practice. JP Medical Ltd; 2011; 10-86.

Picanço PRB, Valarelli FP, Cançado RH, Freitas KMS de, Picanço GV. Comparison of the changes of alveolar bone thickness in maxillary incisor area in extraction and non-extraction cases: computerized tomography evaluation. Dental Press J Orthod. 2013;18(5):91-8 .

Pilon JJGM, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1996;110(1):16-23 .

Pinheiro MLB, Moreira TC, Feres-Filho EJ. Guided bone regeneration of a pronounced gingivo-alveolar cleft due to orthodontic space closure. J Periodontol. 2006;77(6):1091-5 .

Polson AM, Reed BE. Long-term effect of orthodontic treatment on crestal alveolar bone levels. J Periodontol. 1984;55(1):28-34 .

Prabhakar AR, Paul JM, Basappa N. Gene therapy and its implications in dentistry. Int J Clin Pediatr Dent. 2011;4(2):80 .

Preeja C, Arun S. Platelet-rich fibrin: Its role in periodontal regeneration. Saudi J Dent Res. 2014;5(2):117-22 .

Preoteasa CT, Ionescu E, Preoteasa E, Comes CA, Buzea MC, Grămescu A. Orthodontically induced root resorption correlated with morphological characteristics. Rom J Morphol Embryol. 2008;50(2):207-12 .

Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Contemporary orthodontics-e-book. Elsevier Health Sciences. 2018; 27-140 .

-Q-

Qiao YQ, Zhu FJ CS. Study of CBCT for root resorption of the anterior China., teeth of maxillary during adult orthodontic treatment. Med Innov. 2014;11:6-9 .

-R-

Rashid A, ElSharaby FA, Nassef EM, Mehanni S, Mostafa YA. Effect of platelet-rich plasma on orthodontic tooth movement in dogs. Orthod Craniofacial Res. 2017;20(2):102-10 .

Reddy SR, Mandava P, Ganugapanta VR. BIOLOGY OF TOOTH MOVEMENT. *Ann Essences Dent.* 2010;7-34.

Reichert C, Gözl L, Dirk C, Jäger A. Retrospective investigation of gingival invaginations Part I : Clinical findings and presentation of a coding system. 2012;(4):37-46 .

Reichert C, Kutschera E, Plötz C, Scharf S, Gözl L, Fimmers R. Incidence and severity of gingival invaginations associated with early versus late initiation of orthodontic space closure after tooth extraction. *J Orofac Orthop der Kieferorthopädie.* 2017;78(5):410-20 .

Reichert C, Wenghoefer M, Kutschera E, Götz W, Jäger A. Ridge preservation with synthetic nanocrystalline hydroxyapatite reduces the severity of gingival invaginations – a prospective clinical study. 2014;(1):7-10 .

Reichert C, Wenghöfer M, Götz W, Jäger A. Pilot study on orthodontic space closure after guided bone regeneration. 2011;(1):40-50 .

Reitan K RP. Biomechanical principles and reactions. In: Graber TM, Vanarsdall Jr RL, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques.* St Louis Mosby. 1994;96-192 .

Robb SI, Sadowsky C, Schneider BJ, BeGole EA. Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;114(4):383-6.

Roberts WE, Huja SS. Bone physiology, metabolism, and biomechanics in orthodontic practice. In: Graber TM, Vanarsdall Jr RL, Vig K, Huang G eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques.* St Louis Mosby. 2016;99-103 .

Robertson PB, Schultz LD, Levy BM. Occurrence and Distribution of Interdental Gingival Clefts following Orthodontic Movement into Bicuspid Extraction Sites. *J Periodontol.* 1977;48(4):232-5 .

Rodrigues S V, Acharya AB, Thakur SL. Platelet-rich plasma. A review. *N Y State Dent J.* 2012;78(1):26-30 .

Rojo-sanchis J, Soto-peñaloza D, Peñarrocha-oltra D, Peñarrocha-diago M, Viña-Almunia JJ. Facial alveolar bone thickness and modifying factors of anterior maxillary teeth: a systematic review and meta-analysis of cone-

beam computed tomography studies. Vol. 21, BMC Oral Health. BioMed Central; 2020: 1-38.

Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod. 2019 May; 147(5):610-26 .

Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2016; 149(2):161-70 .

Rybarczyk BJ, Lawrence SO, Simpson-Haidaris PJ. Matrix-fibrinogen enhances wound closure by increasing both cell proliferation and migration. Blood. 2003; 102(12):4300-4308 .

-S-

Sabane A, Patil A, Swami V, Nagarajan P. Biology of Tooth Movement. Br J Med Med Res. 2016; 16(12):1-10 .

Sacomanno S, Saran S, Laganà D, Mastrapasqua RF, Grippaudo C. Motivation, Perception, and Behavior of the Adult Orthodontic Patient: A Survey Analysis. Biomed Res Int. 2022; 12-38 .

Saddi KRGC, Alves GD, Paulino TP, Ciancaglini P, Alves JB. Epidermal growth factor in liposomes may enhance osteoclast recruitment during tooth movement in rats. Angle Orthod. 2008; 78(4):648-54 .

Saito S, Shimizu N, of Dentistry FNUS. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1997; 111(5):520-32 .

Sakata M, Yamamoto Y, Imamura N, Nakata S, Nakasima A. The effects of a static magnetic field on orthodontic tooth movement. J Orthod. 2008 Dec; 37(4):449-54 .

Samandara A, Papageorgiou SN, Ioannidou-Marathiotou I, Kavvadia-Tsatala S, Papadopoulos MA. Evaluation of orthodontically induced external root resorption following orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): A systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2019; 41(1):67-79 .

Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.* 2001;71(3):180-9 .

Sameshima GT, Iglesias-Linares A. Orthodontic root resorption. *J World Fed Orthod.* 2021;10(4):130-43.

Sameshima GT, Sinclair PM. Characteristics of patients with severe root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(2):108-14 .

Sarikaya S, Haydar B, Ciğer S, Ariyürek M, Article O. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;122(1):10-26 .

Savage RR, Kokich Sr VG. Restoration and retention of maxillary anteriors with severe root resorption. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(1):77-71 .

Schär MO, Diaz-Romero J, Kohl S, Zumstein MA, Nestic D. Platelet-rich concentrates differentially release growth factors and induce cell migration in vitro. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;473(5):1630-43 .

Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23.(4)

Scott C. Prospective Clinical Investigation of Orthodontic Relapse from Gingival Clefts. University of Maryland, Baltimore. 2018;02-146.

SD X. Explore the evaluation of adult orthodontic treatment of root resorption with CBCT. *Gen J Stomatol.* 2010;2-9 .

Sebaoun JD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments. *L'Orthodontie Fr.* 2007;78(3):217-20 .

Seddik HA, Ibrahim SA, Attia MS. Evaluation of Root Length Accompanying Platelet Rich Plasma Injection as a Technique for Orthodontic Tooth Movement Acceleration.(A Comparative Study). *Al-Azhar Dent J Girls.* 2020;7:611-20 .

Seifi M, Eslami B, Saffar AS. The effect of prostaglandin E γ and calcium gluconate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Eur J Orthod.* 2003;20(2):199-204 .

Sekhavat AR, Mousavizadeh K, Pakshir HR, Aslani FS. Effect of misoprostol, a prostaglandin E¹ analog, on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* ۲۰۰۲;۱۲۲(۵):۵۴۲-۷ .

Sendyk M, Linhares DS, Pannuti CM, de Paiva JB, Neto JR, Paiva JB De. Effect of orthodontic treatment on alveolar bone thickness in adults: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* ۲۰۱۹;۲۴(۴):۳۴-۴۵ .

Shaughnessy TG. Long-Distance Orthodontic Treatment with Adjunctive Light Therapy. *J Clin Orthod.* ۲۰۱۵;۴۹(۱۲):۷۵۷-۶۹ .

Shirazi M, Dehpour AR, Jafari F. The effect of thyroid hormone on orthodontic tooth movement in rats. *J Clin Pediatr Dent.* ۱۹۹۹;۲۳(۳):۲۵۹-۶۴ .

Shokri A, Mortazavi H, Salemi F, Javadian A, Bakhtiari H, Matlabi H. Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomed J.* ۲۰۱۳;۳۶(۱):۱۸-۲۲ .

Showkatbakhsh R, Jamilian A, Showkatbakhsh M. The effect of pulsed electromagnetic fields on the acceleration of tooth movement. *World J Orthod.* ۲۰۱۰;۱۱(۴):e۵۲-۶ .

Silness J, Løe H. Periodontal Disease in Pregnancy II. Correlation Between Oral Hygiene and Periodontal Condition. *Acta Odontol Scand.* ۱۹۶۴ Jan ۱;۲۲(۱):۱۲۱-۳۵.

Simonpieri A, Del Corso M, Vervelle A, Jimbo R, Inchingolo F, Sammartino G. Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part ۲: Bone graft, implant and reconstructive surgery. *Curr Pharm Biotechnol.* ۲۰۱۲;۱۳(۷):۱۲۳۱-۵۶ .

Singh G. Accelerated Orthodontic Tooth Movement: A Review. *Mod Res Dent.* ۲۰۱۷;۱(۲):۱-۱۴ .

Singh P, Namarach K, Rashed Salem W, Shahzadi K. The current and potential future uses of plateletrich plasma in orthodontics. *Ann Dent Oral Heal.* ۲۰۱۸;۱-۲۰ .

Sioustis I, Martu M-A, Luchian I, Teodorescu C, Kappenberg-Nitescu D-C, Iovan A. Clinical effects of orthodontic treatment on periodontal status. Review. *Rom J Med Dent Educ.* ۲۰۱۹;۸(۳):۵۷-۶۶ .

Sivakumar P. Advancements in Technology in the field of Orthodontics. *J Pharm Sci Res.* 2020;12(2):236-42 .

Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. *J Bone Miner Res.* 1999;14(4):546-54 .

Spielmann T, Wieslander L, Hefti AF. Acceleration of orthodontically induced tooth movement through the local application of prostaglandin (PGE¹). *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin= Rev Mens suisse d'odonto-stomatologie= Riv Mens Svizz di Odontol e Stomatol.* 1989;99(2):162-5 .

Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1990;97(2):130-4 .

Srebrzyńska-Witek A, Koszowski R, Różyło-Kalinowska I, Piskórz M. CBCT for estimation of the cemento-enamel junction and crestal bone of anterior teeth. *Open Med.* 2020;10(1):774-81 .

Srinivas B, Das P, Rana MM, Qureshi AQ, Vaidya KC, Ahmed Raziuddin SJ. Wound Healing and Bone Regeneration in Postextraction Sockets with and without Platelet-rich Fibrin. *Ann Maxillofac Surg.* 2018;8(1):28-34 .

Stappert D, Geiman R, Zadi ZH, Reynolds MA. Gingival clefts revisited: Evaluation of the characteristics that make one more susceptible to gingival clefts. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018;104(5):677-82 .

Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 1987 Feb;91(2):91-104 .

Steeve KT, Marc P, Sandrine T, Dominique H, Yannick F. IL-⁶, RANKL, TNF-alpha/IL-¹: interrelations in bone resorption pathophysiology. *Cytokine Growth Factor Rev.* 2004;10(1):49-60 .

Sukurica Y, Karaman A, Gürel HG, Dolanmaz D. Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. *Angle Orthod.* 2007;77(2):226-36 .

Sun B, Tang J, Xiao P, Ding Y. Presurgical orthodontic decompensation alters alveolar bone condition around mandibular incisors in adults with skeletal Class III malocclusion. *Int J Clin Exp Med.* 2010;8(8):12866 .

Sun J, Wu YY, Wei D LW. Study of effect of different premolar extraction models on the incisor root resorption using panoramic radiography and cone beam computed tomography. *Stomatologie*. 2014;34:68-10 .

Suttapreyasri S, Leepong N. Influence of platelet-rich fibrin on alveolar ridge preservation. *J Craniofac Surg*. 2013;24(4):188-94 .

Sweeny J, Grossman BJ. Blood collection, storage and component preparation methods. *Tech Manual 14th ed Bethesda MD Am Assoc Blood Banks*. 2002;900-8 .

-T-

Talic NF. Adverse effects of orthodontic treatment: a clinical perspective. *Saudi Dent J*. 2011;23(2):50-9 .

Talla R, Kamble R, Dargahwala H, Banerjee S. ACCELERATED ORTHODONTICS-A. *Eur J Mol Clin Med*. 2020;7(07):40-98 .

Tehranchi A, Behnia H, Pourdanesh F, Behnia P, Pinto N, Younessian F. The effect of autologous leukocyte platelet rich fibrin on the rate of orthodontic tooth movement: A prospective randomized clinical trial. *Eur J Dent*. 2018;11(4):192-5 .

Tehranchi A, Sadighnia A, Younessian F, Abdi AH, Shirvani A. Correlation of Vitamin D status and orthodontic-induced external apical root resorption. *Dent Res J*. 2017;14(7):403 .

Teixeira CC, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant LM. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dent Res*. 2010;89(10):1130-41 .

Temmerman A, Vandessel J, Castro A, Jacobs R, Teughels W, Pinto N. The use of leucocyte and platelet-rich fibrin in socket management and ridge preservation: a split-mouth, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2016;43(11):990-9 .

Tengku BS, Joseph BK, Harbrow D, Taverne AAR, Symons AL. Effect of a static magnetic field on orthodontic tooth movement in the rat. *Eur J Orthod*. 2000;22(5):470-87 .

Textor JA, Tablin F. Activation of equine platelet-rich plasma: comparison of methods and characterization of equine autologous thrombin. *Vet Surg*. 2012;41(7):784-94 .

Tiefengraber J, Diedrich P, Fritz U, Lantos P. Orthodontic space closure in combination with membrane supported healing of extraction sockets (MHE). A pilot study. J Orofac Orthop. 2002;63(5):422-8 .

Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2011;140(5):734-44 .

Tunali M, Özdemir H, Küçükodaci Z, Akman S, Yaprak E, Toker H. A novel platelet concentrate: Titanium-prepared platelet-rich fibrin. Biomed Res Int. 2014;50-98 .

-U-

Udagawa N, Takahashi N, Jimi E, Matsuzaki K, Tsurukai T, Itoh K. Osteoblasts/stromal cells stimulate osteoclast activation through expression of osteoclast differentiation factor/RANKL but not macrophage colony-stimulating factor. Bone. 1999;25(5):517-23 .

Umit Gurton A, Akin E, Sagdic D, Olmez H. Effects of PGI₂ and TxA₂ Analogs and Inhibitors in Orthodontic Tooth Movement. Angle Orthod. 2004;74(4):526-32 .

Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Cone-beam computed tomography evaluation of alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients with congenitally missing maxillary lateral incisors. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2013;144(6):848-59 .

Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Patients', parents', and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2014;145(4):S70-73

-V-

Verna C, Dalstra M, Melsen B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. Eur J Orthod. 2000;22(4):343-52 .

Vlaskalic V, Boyd RL, Baumrind S. Etiology and sequelae of root resorption. Semin Orthod. 1998;4(2):124-31 .

Von Böhl M, Kuijpers-Jagtman AM. Hyalinization during orthodontic tooth movement: a systematic review on tissue reactions. *Eur J Orthod.* 2009;31(1):30-6 .

Vonderahe G. Postretention status of maxillary incisors with root-end resorption. *Angle Orthod.* 1973;43(3):247-50 .

-W-

Wadhwa M, Krailadsiri P, Dilger P, Gaines Das R, Seghatchian MJ, Thorpe R. Cytokine levels as performance indicators for white blood cell reduction of platelet concentrates. *Vox Sang.* 2002;83(2):120-36 .

Wahab RMA, Dasor MM, Senafi S, Abdullah AAA, Jemain AA, Kasim NA. Crevicular tartrate resistant acid phosphatase activity and rate of tooth movement under different continuous force applications. *African J Pharm Pharmacol.* 2011;5(20):2213-9 .

Wang X, Zhang Y, Choukroun J, Ghanaati S, Miron RJ. Effects of an injectable platelet-rich fibrin on osteoblast behavior and bone tissue formation in comparison to platelet-rich plasma. *Platelets.* 2018;29(1):48-50 .

Wang Y, He S, Guo Y, Wang S, Chen S. Accuracy of volumetric measurement of simulated root resorption lacunas based on cone beam computed tomography. *Orthod Craniofac Res.* 2013;16(3):169-76 .

Wang Z, Mudalal M, Sun Y, Liu Y, Wang J, Wang Y. The effects of leukocyte-platelet rich fibrin (L-PRF) on suppression of the expressions of the pro-inflammatory cytokines, and proliferation of Schwann cell, and neurotrophic factors. *Sci Rep.* 2020;10(1):1-10 .

Wehrbein H, Bauer W, Diedrich PR. Gingival invagination area after space closure: a histologic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1990;108(6):593-8 .

Weibrich G, Hansen T, Kleis W, Buch R, Hitzler WE. Effect of platelet concentration in platelet-rich plasma on peri-implant bone regeneration. *Bone.* 2004;34(4):660-71

Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(4):462-76 .

Wickwire NA, McNeil MH, Norton LA, Duell RC. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod.* 1974;44(3):230-42 .

Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An Evidence-Based Analysis of Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A Synthesis of Scientific Perspectives. *Semin Orthod.* 2008;14(4):300-16.

Wilcko W, Wilcko MT. Accelerating tooth movement: The case for corticotomy-induced orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2013 Jul;44(1):4-12.

Wilcko WM, Bouquot JE, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restor Dent.* 2011;31(1):9-20 .

Will LA. Orthodontic tooth movement: a historic prospective. In: *Tooth Movement.* Karger Publishers; 2016: 46-50 .

Wong H, Collins J, Tinsley D, Sandler J, Benson P. Does the bracket-ligature combination affect the amount of orthodontic space closure over three months? A randomized controlled trial. *J Orthod.* 2013;40(2):100-62 .

Wroblewski A P., H.A. M, V.J. W, Wroblewski AP, Mejia HA, Wright VJ. Application of platelet-rich plasma to enhance tissue repair. *Oper Tech Orthop.* 2010;20(2):98-100.

-X-

Xu J, Gou L, Zhang P, Li H, Qiu S. Platelet-rich plasma and regenerative dentistry. *Aust Dent J.* 2020;65(2):131-42 .

-Y-

Yamasaki K, Miura F, Suda T. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *J Dent Res.* 1980;59(10):1630-42 .

Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E¹ (PGE¹) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1984;86(6):508-18 .

Yassir YA, McIntyre GT, Bearn DR. Orthodontic treatment and root resorption: an overview of systematic reviews. Eur J Orthod. 2021;43(4):442-56 .

Yewale M, Bhat S, Kamath A, Tamrakar A, Patil V, Algal AS. Advanced platelet-rich fibrin plus and osseous bone graft for socket preservation and ridge augmentation – A randomized control clinical trial. J Oral Biol Craniofac Res. 2021;11(2):220-33.

Yina L, Jacox LA, Little SH, Ko CC. Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. Kaohsiung J Med Sci. 2018;33(4):207-14.

Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Kato M, Arai Y, Kaneda T. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. Orthod Craniofac Res. 2009;12(4):289-98 .

Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. Lasers Med Sci. 2008;23(1):27-33 .

-Z-

Zeitounlouian TS, Haddad RA, Kinan G. Zeno, Brad B A · Effect of injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) in accelerating orthodontic tooth movement. OrofacOrthop. 2021a;45(5)10-27

Zeitounlouian TS, Zeno KG, Brad BA, Haddad RA. Three - dimensional evaluation of the effects of injectable platelet rich fibrin (i - PRF) on alveolar bone and root length during orthodontic treatment: a randomized split mouth trial. BMC Oral Health. 2021b;21(1):1-11.

Zekry A, Wang R, Chau ACM, Lang NP. Facial alveolar bone wall width–a cone-beam computed tomography study in Asians. Clin Oral Implants Res. 2014;25(2):194-206 .

Zumstein T, Billström C, Sennerby L. A 4-to 6-year retrospective clinical and radiographic study of Neoss implants placed with or without GBR procedures. Clin Implant Dent Relat Res. 2012;14(4):480-90 .

Syrian Arab Republic
Ministry of High Education &
Scientific Research
Hama University
Faculty of Dentistry
Department of Orthodontics
and Dentofacial Orthopedics



Comparison between the Effect of Platelet Rich Plasma (PRP) and Injectable Platelet Rich Fibrin (I-PRF) on Orthodontic Tooth Movement, Alveolar Bone, Gingiva, and Root Resorption

Scientific Research to Acquire the PhD Degree in Orthodontics
and Dentofacial Orthopedics

Prepared By
Researcher

Ali Mohsen Ammar

DDs, MSc, PhD Student

Supervised by

Prof. Dr. Rabab Adel Al-Sabbagh

Professor & Head of Department of Orthodontics
and Dentofacial Orthopedics
Faculty of Dentistry - Hama University

٢٠٢٢-١٤٤٤