



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كلية الطب البشري
قسم الجراحة

فعالية تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي السماكة عند مرضى الحروق - دراسة حشدية تقديمية

رسالة مقدمة لنيل شهادة الدراسات العليا التخصصية
في الجراحة التجميلية والترميمية والحروق

إعداد طالب الدراسات العليا
د. رامن يعقوب دافيد

برئاسة:

أ.د. صلاح الدين رمضان

رئيس قسم الجراحة

كلية الطب البشري - جامعة دمشق

بإشراف:

أ.م.د. رونق الميداني

أستاذ مساعد في قسم الجراحة .

كلية الطب البشري - جامعة دمشق

قرار لجنة الحكم

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه أصرح بعلمي وقبولي:

1. أن كل ما ينتج عن البحث والأطروحة هو ملكية فكرية ومالية بالتشارك مع جامعة دمشق، وأني ألتزم بأخذ موافقة الجامعة في حال رغبتني بنشر البحث أو الأطروحة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار الجامعة (من دور نشر أو مكنتبات أو مواقع الكترونية وغيرها من وسائل النشر).

2. أنه لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم اقتباسه من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق أو أي جامعة أو معهد تعليمي داخل أو خارج الجمهورية العربية السورية.

الاسم والتوقيع

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر والامتنان للأستاذة الدكتورة رونق الميداني صاحبة الفضل الكبير والتي لم تبخل بأي معلومة أو ملاحظة وكانت سنداً وعوناً طيلة فترة اختصاصي، لكي مني كل الاحترام والتقدير، مع تمنياتي بدوام الصحة والعافية والتألق.

كما أتوجه بالشكر لكافة أساتذتي ومشرفي وطلاب الدراسات العليا في مشفى المواساة الجامعي، وكلية الطب في جامعة دمشق.

إهداء

فهرس المحتويات

متن البحث: الإطار العام للبحث.....(1)

الجزء الأول: الدراسة النظرية:

الفصل الأول: الحروق.....(7)

❖ أولاً: مقدمة.....(8)

❖ ثانياً: الوبائيات.....(9)

❖ ثالثاً: أسباب الحروق.....(13)

❖ رابعاً: باثولوجيا الحرق(18)

❖ خامساً : التصنيف السريري لدرجات الحروق حسب عمق الحرق(15)

❖ سادساً : مساحة الحرق(16)

❖ سابعا : تدبير الحروق(17)

❖ ثامنا :اختلاطات الحرق(26)

الفصل الثاني: البلازما الغنية بالصفائح الدموية.....(27)

❖ أولاً: مقدمة.....(28)

❖ ثانياً: بيولوجيا الصفائح الدموية(28)

❖ ثالثاً: مبادئ البلازما الغنية بالصفائح الدموية.....(31)

- ❖ رابعاً: بعض التطبيقات السريرية.....(37)
- ❖ خامساً: المحددات.....(39)

الجزء الثاني: الدراسة العملية:

- الفصل الأول: المواد والطرائق.....(42)
- الفصل الثاني: النتائج الإحصائية.....(50)
- الفصل الثالث: مناقشة نتائج البحث والمقارنة مع الدراسات العالمية.....(64)
- الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات.....(71)
- المراجع.....(72)
- الملاحق.....(88)

قائمة الأشكال التوضيحية

الرقم	الشكل	الصفحة
الشكل (1)	الطبيب غيوم دوبويتران	(9)
الشكل (2)	قاعدة التسعة لتقدير مساحة الحرق	(16)
الشكل (3)	قاعدة راحة اليد لتقدير مساحة الحرق	(17)
الشكل (4)	إرشادات جمعية الحروق الأمريكية لإحالة مرضى الحروق	(18)
الشكل (5)	تكوين الصفائح الدموية	(29)
الشكل (6)	محتوى حبيبات الصفائح	(31)
الشكل (7)	مراحل تصنيع البلازما الغنية بالصفائح	(33)
الشكل (8)	أنواع البلازما الغنية بالصفائح	(34)
الشكل (9)	كيفية تقسيم المنطقة المدروسة	(47)
الشكل (10)	فقدان الطعم في المنطقتين	(47)
الشكل (11)	جهاز التنفيل المستخدم	(48)
الشكل (12)	فقدان الطعم في المنطقة B بدون البلازما الغنية بالصفائح	(48)
الشكل (13)	أنبوب PT Tube المستخدم في مرحلة التنفيل الأول	(49)

الرقم	الرسم البياني	الصفحة
الرسم البياني (1)	العينة البدئية والنهائية	(51)
الرسم البياني (2)	توزع المرضى حسب الجنس	(52)
الرسم البياني (3)	توزع المرضى حسب العمر	(53)
الرسم البياني (4)	توزع المرضى حسب سبب الحرق	(54)
الرسم البياني (5)	توزع المرضى حسب مكان الحرق	(55)
الرسم البياني (6)	توزع المرضى حسب عمق الحرق	(56)
الرسم البياني (7)	توزع المرضى حسب مساحة الحرق عند القبول	(57)
الرسم البياني (8)	نسبة التصاق الطعم	(59)
الرسم البياني (9)	نسبة الورم الدموي	(61)
الرسم البياني (10)	نسبة فقدان الطعم	(63)

قائمة الجداول

الرقم	الجدول	الصفحة
الجدول (1)	نسبة التصاق الطعم بشكل مباشر	(58)
الجدول (2)	نسبة الورم الدموي	(60)
الجدول (3)	نسبة فقدان الطعم	(62)
الجدول (4)	المقارنة مع الدراسات العالمية	(69)

قائمة المصطلحات

CDC	Center for Disease Control
ABA	American Burn Association
TBSA	total body surface area
PRP	Platelet-rich plasma
PRF	platelet-rich fibrin
P-PRP	pure PRP
L-PRP	leukocyte-rich PRP
P-PRF	pure platelet-rich fibrin
L-PRF	leukocyte-rich plateletrich fibrin
ECM	extracellular matrix

-الملخص-

خلفية البحث: لا تزال فائدة البلازما الغنية بالصفائح الدموية في تدبير الحروق مثاراً للجدل بين الدراسات.

هدف البحث: تقييم نجاعة تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي السماكة عند مرضى الحروق.

مواد البحث وطرائقه: دراسة حشدية تقديمية شملت 60 مريض حرق جزئي السماكة من المراجعين لشعبة الجراحة التجميلية والتصنيعية والحروق في مستشفى المواساة الجامعي من شهر آذار 2023 حتى شهر آذار 2024. سيتم متابعة المرضى وتسجيل البيانات وتحليلها إحصائياً.

النتائج: كانت نسبة الذكور 36.7%، ومتوسط العمر 27.4 سنة. كانت نسبة التصاق الطعم في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية 91.6%، وفي مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح 76.6% ($3P \text{ Value} = 0.00$). كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 5%، وفي مجموعة الشواهد 16.7% ($P \text{ Value} = 0.039$). كانت نسبة فقدان الطعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 3.3%، وفي مجموعة الشواهد 21.7% ($P \text{ Value} = 0.0023$).

الاستنتاجات: وجدت هذه الدراسة أن تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي السماكة عند مرضى الحروق فعال في إعطاء نتائج أفضل من حيث التصاق الطعم ، و تجنب تشكل الورم الدموي، وفقدان الطعم.

الكلمات المفتاحية: الحروق، البلازما الغنية بالصفائح الدموية ذاتية المنشأ.

متن البحث

الإطار العام للبحث

1. المقدمة:

تعتبر الطعوم جزئية السماكة تقنية مستخدمة بشكل واسع لتغطية الضياعات المادية. يعتبر انحلال الطعوم، الانتان، والورم الدموي من الأسباب الكبرى لخسارة الطعوم [1,2].

تستخدم البلازما الغنية بالصفائح الذاتية المنشأ في مجالات طبية واسعة بما فيها الجراحة التجميلية؛ حيث تحتوي البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ على ركازة من عدد كبير من الصفائح في حجم قليل من البلازما، وتمتلك خواص إرقاء والتصاق وتساعد على الشفاء بسبب ما تحتويه من عوامل النمو؛ إذ تسرع تجديد الخلايا الظهارية والبطانية والبشرية وتحرض تشكيل أوعية جديدة، كما و تعزز تصنيع الكولاجين، تحسن شفاء الجروح وتقلل التنسج الجلدي فضلاً عن خواصها المضادة للإنتان عندما تحتوي على الكريات البيض [3,4].

تم وصف تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ على السرير المتلقي للطعوم جزئية السماكة بهدف الالتصاق المباشر والتغاطف مع السرير الغني بالمغذيات [5,6] وللتقليل من العدوى المرحلتين الأساسيتين من مراحل شفاء الطعوم [7].

2. بعض الدراسات السابقة:

قام Gupta وزملاؤه (1) عام 2019 م بنشر دراسة مقارنة أصيلة في الهند بين عامي 2017 و 2019، تتبعوا من خلالها نتائج تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ عند مرضى الحروق العميقة الذين احتاجوا لتطعيم جلدي جزئي السماكة. شملت دراستهم مجموعتين من المرضى: المجموعة الأولى هي مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ (100 مريض)، والمجموعة الثانية هي مجموعة الشاهد (100 مريض) التي تم علاجها بالطرق التقليدية لتثبيت الطعوم. متوسط أعمار المرضى 45 سنة في مجموعة الدراسة مقابل 48 سنة في مجموعة الشاهد. حيث أظهرت مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ بالمقارنة مع مجموعة الشاهد معدلاً أعلى لالتصاق الطعوم مع انخفاض نسبة تشكل الأورام الدموية وتخفيف الألم المرافق. وخلصت دراستهم إلى أن هذه التقنية تعبر آمنة، قليلة التكلفة وسهلة التطبيق مع نتائج التصاق وأخذ طعوم مرضية.

كما قام Thimmanahalli وزملاؤه⁽²⁾ عام 2018 م في الهند بنشر دراسة مقارنة سريرية بين فاعلية تقنية البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ بالمقارنة مع التثبيت الميكانيكي بالنسبة للتطعيم الجلدي جزئي السماكة. امتدت الدراسة بين عامي 2016 و2018. عدد المشاركين كان 60 مريضاً منهم 30 مريضاً تم اختيارهم بشكل عشوائي لتطبيق تقنية البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ والعدد الباقي تم تطبيق التقنيات التقليدية لتثبيت الطعوم كالخزرات والقطب. متوسط أعمار تقنية البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ كان 49 سنة مقابل 55 سنة لمجموعة الشاهد. أظهرت الدراسة معدلات شفاء أسرع وأفضل عند مجموعة البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ فضلاً عن توثيق التصاق أني أفضل للطعم وكما لوحظ نسبة اقل من تشكل الأورام الدموية وحدوث الوذمة في الطعم مما أدى لحاجة أقل للضمادات ومدة استشفاء أقصر. لم يتم توثيق آثار جانبية أو تفاعلات ارتكاسية عند تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ. وبالمجمل خلصت هذه الدراسة إلى أن هذه التقنية تحقق نتائج سريرية أفضل ومدة شفاء أقصر.

3. مشكلة البحث:

يعتبر فشل عملية التطعيم الجلدي من المشاكل المتواترة لدى مرضى الحروق العميقة وما يترتب على ذلك من زيادة التكلفة الاقتصادية بسبب زيادة عدد جلسات التطعيم الجراحي وزيادة الحاجة لضمادات إضافية في حال انحلال الطعم، إضافة إلى زيادة مدة الاستشفاء وما يتركه ذلك من آثار نفسية واجتماعية شديدة على المرضى وذويهم.

4. هدف البحث:

تهدف هذه الدراسة لمعرفة فيما إذا كان استخدام هذه التقنية مفيداً في زيادة التصاق وأخذ الطعوم وتقليل تشكل الأورام الدموية أي بالمحصلة تحسين شفاء الطعوم جزئية السماكة عند مرضى الحروق.

5. أهمية البحث:

إمكانية إدخال هذه التقنية غير المطبقة مسبقاً في مشافينا ضمن بروتوكولات تدبير الحروق في مشافي وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

6. مسوغات البحث:

انحلال الطعوم عند بعض مرضى الحروق العميقة في شعبة الجراحة الترميمية والتصنيعية في مشفى المواساة الجامعي وما يترتب على ذلك من أعباء اقتصادية عالية بسبب طول مدة الاستشفاء وزيادة تواتر الضمادات.

7. محددات البحث:

- دراسة مركز وحيد.
- المعايير المطبقة لتقييم المتغيرات المدروسة تعتمد على خبرة الطبيب الفاحص وتقييمه السريري الذي قد يتراوح بين طبيب وآخر.
- تعدد الجراحين و التقنيين مما يزيد خطر الانحياز.
- نقل الدم أو مشتقاته لتجهيز المريض للتطعيم من الناحية المخبرية مما قد يؤثر على وظيفة الصفائح الدموية عند المريض.

8. حدود البحث:

- العينة: 60 مريضاً
- الحد الزمني: من بداية شهر أذار عام 2023 حتى بداية شهر أذار عام 2024.
- الحد المكاني: شعبة الجراحة التجميلية والتصنيعية والحروق ومصرف الدم المركزي ، مستشفى المواساة الجامعي في دمشق، الجمهورية العربية السورية.

9. منهج البحث وأدواته:

- 1- أخذ القصة المرضية الكاملة للمرضى المحققين لمعايير الإدخال مع تقييم درجة الحرق سريريا وتقدير مساحة الحرق حسب المقياس المعدل ل Lund and Browder.
- 2- انتقاء قطاع تشريحي معين (بمساحة 200 سم² تقريبا) كان قد تمت معالجته بالضمادات المناسبة و أصبح جاهزا للتطعيم و ذا نسيج حبيبي متجانس , عند مريض حقق معايير الإدخال بالدراسة. و تقسيم هذا القطاع الى

جزئين متساويين كل منهما (100 سم² تقريباً) أحدهما سيتم تطعيمه مع استخدام الطرق التقليدية للتثبيت الميكانيكي من خرزات و قطب مع تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ قبل التطعيم مباشرة , والجزء الآخر سيتم تثبيت الطعم فيه بالطرق التقليدية الميكانيكية المذكورة لكن دون تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ.

3- تحضير البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ قبل إدخال المريض الى غرفة العمليات مباشرة على الشكل التالي:

- 1.3 سحب 10 مل من الدم الوريدي للمريض مع مراعاة شروط العقامة إلى 5 أنابيب سحب دم (PT Tube) يحوي كل منها على 0.2 مل سترات الصوديوم 3.8% بحيث يتم تعبئة كل منها حتى علامة 2 مل . (أي حجم واحد من سترات الصوديوم مقابل 9 أحجام من الدم الوريدي) .
- 2.3 مزج الأنابيب بشكل جيد لضمان امتزاج الدم مع مادة سترات الصوديوم.
- 3.3 تم اعتماد طريقة التثقيف المتبعة في دراسة (2) Thimmanahalli بتثقيف المزيج بسرعة 3000 دورة/د لمدة خمس دقائق في المخبر العام بمستشفى المواساة الجامعي في دمشق من قبل الفني الموجود باستخدام جهاز مثقلة SCIOLOGEX .

4.3 ترك الركازة المتشكلة في قاع الأنابيب ثم نزع غطاء الأنبوب بحذر وسحب المصل الطافي فوقها مع ال (Buffy Coat) بالإبرة بهدوء بالاستناد على الجدار الداخلي للأنبوب .

5.3 وضع السائل في أنبوب جاف بعد نزع الغطاء و بهدوء وتثبيذه بسرعة 1000 دورة/د لمدة خمس دقائق.

6.3 سحب السائل الطافي حتى الوصول لعلامة 2 مل .

4- تطبيق 2 مل من البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ على الجزء المحدد مسبقاً من الضياع المادي, بسحبها من الأنبوب إلى محقنة و رشها (تنقيطها) على المساحة المستهدفة قبل تثبيت الطعم مباشرة .

- 5- في أثناء تحضير البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ يكون قد تم قطف الطعوم جزئية السماكة من منطقة تشريحية واحدة مناسبة حسب توافرها لدى كل مريض وباستخدام الديرماتوم اليدوي و تنقيتها بالمبضع الجراحي دون تشبيكها .
- 6- تثبيت الطعوم جزئية السماكة على الضياع المادي الجاهز للتطعيم باستخدام الطرق التقليدية للتثبيت أي باستخدام الخزرات أو القطب الجراحية.
- 7- تطبيق ضماد ضاغط غير لاصق على كل جزء من الضياع المادي المدروس على حدة والمكان المعطي.
- 8- كشف ضماد الطعوم للمرة الأولى بعد مضي 48 ساعة من التطعيم لتقييم التصاق الطعم عبر إمكانية تحريكه على السرير بالإصبع و تقييم وجود ورم دموي من عدمه.
- 9- مراقبة النز الواصل للضماد الخارجي للطعم أو المكان المعطي وفي حال حدوث ذلك يتم تبديله .
- 10- في نهاية الأسبوع الأول يتم تقييم أخذ الطعوم حيث تعتبر آخذة في حال انحلال جزء لا يتجاوز 20% من مساحة الطعم و يتم تقييم الانحلال بتغير اللون (شحوب - ازرقاق - اسوداد) أو الانفصال عن سرير الطعم أو النز القيحي أو غياب عود الامتلاء الشعري .
- 11- تم إدخال البيانات التي تم جمعها في جداول واستمارات ومن خلال Microsoft Excel sheets, 2010

يمكن تقسيم الجزء النظري إلى عدة فصول:

- ❖ الفصل الأول: يتحدث عن الحروق من حيث انتشارها وأسبابها وأنواعها وعلاجها
- ❖ الفصل الثاني: يتحدث عن البلازما الغنية بالصفائح الدموية من حيث لمحة تاريخية، وآلياتها، وأنواعها، وطرق تحضيرها، واستخداماتها السريرية

بينما بالنسبة للجزء العملي من الدراسة قمنا بدراسة النتائج، ثم مناقشة النتائج ومقارنتها مع الدراسات العالمية ووضع الاستنتاجات والتوصيات المناسبة.

الجزء الأول

الدراسة النظرية

الفصل الأول

الحروق

أولاً: مقدمة Introduction

إن التعرف على الحروق وعلاجها واضح في رسومات الكهوف التي يعود تاريخها إلى أكثر من 3500 عام. وقد أوصت بردية مصرية يرجع تاريخها إلى عام 1500 قبل الميلاد باستخدام مرهم من العسل لعلاج الحروق.⁽⁸⁾ وفي عام 600 قبل الميلاد استخدم الصينيون صبغات ومستخلصات أوراق الشاي. وبعد ما يقرب من 200 عام وصف أبقراط Hippocrates استخدام دهن الخنزير المذاب والضمادات المصنوعة من الخل ولحاء البلوط. وفي القرن الأول الميلادي ذكر سيلسوس Celsus استخدام النبيذ كغسل للحروق.⁽⁸⁾ وقد استخدم جالينوس Galen (130-210م) الخل وتعرض الجرح المفتوح للهواء كوسيلة لعلاج الحروق، بينما أوصى الطبيب العربي الرازي Rhazes باستخدام الماء البارد لتخفيف الألم المصاحب للحروق. يعتبر أمبرواز باريه Ambroise Paré (1510-1590م) أول من وصف إجراء لاستئصال الجروح المبكرة الناتجة عن الحروق. وفي عام 1607 نشر الجراح الألماني غيلهلموس هيلدانوس Guilhelmus Hildanus كتاباً باسم De Combustionibus ، الذي ناقش فيه الفيزيولوجيا المرضية للحروق وقدم مساهمات فريدة في علاج الانكماشات. وفي عام 1797 نشر إدوارد كنتيش Edward Kentish مقالاً يصف الضمادات الضاغطة كوسيلة لتخفيف آلام الحروق والنفطات. وفي نفس الوقت تقريباً وصف مارجولين Marjolin سرطان الخلايا الحشرية squamous cell carcinoma الذي يتطور في الجروح المفتوحة المزمنة الناتجة عن الحروق. في أوائل القرن التاسع عشر قام غيوم دوبويتران Guillaume Dupuytren بوضع تصنيف لعمق الحروق لا يزال قيد الاستخدام حتى اليوم.⁽⁹⁾ كما كان أول من اعترف بالقرحة المعدية والعفجية كمضاعفات للحروق الشديدة، وهي المشكلة التي ناقشها كيرلينج اللندني بمزيد من التفصيل في عام 1842.⁽¹⁰⁾

في الفترة ما بين عامي 1942 و1952، تسببت الصدمة shock وإنتان الدم sepsis وفشل الأعضاء المتعدد multiorgan failure في معدل وفيات بلغ 50% بين الأطفال الذين يعانون من حروق تغطي 50% من إجمالي مساحة الجسم.⁽¹¹⁾ وفي الآونة الأخيرة أدت رعاية الحروق عند الأطفال إلى تحسين معدلات البقاء على قيد الحياة بحيث يمكن البقاء على قيد الحياة بعد حروق تغطي أكثر من 95% من إجمالي مساحة الجسم في أكثر من 50% من الحالات.⁽¹²⁾ وفي سبعينيات القرن العشرين وضع أندرو مونستر Andrew Munster مقياساً لجودة الحياة بعد الجراحة الاستئصالية، وأصبح مقياسه الخاص بالصحة الخاصة بالحروق الذي نُشر لأول مرة في عام 1982 الأساس لمعظم الدراسات الحديثة في نتائج الحروق.⁽¹³⁾ ومنذ ذلك الحين تم تحديث المقياس وتوسيعه ليشمل الأطفال.⁽¹⁴⁾

لذلك تعتبر الحروق إصابة خطيرة ذات آثار جسدية ونفسية طويلة الأمد ، و تصيب مختلف الفئات العمرية في جميع أنحاء العالم . تدبيرها الفعال يتطلب فريقاً طبياً متعدد التخصصات لمواجهة التحديات المعقدة التي تواجه المريض ، بدءاً من العلاج الحاد وصولاً إلى إعادة التأهيل .



الشكل (1) الطبيب غيوم دوبويتران⁽⁹⁾

جراح فرنسي شهير ، ساهم في فهم وتصنيف حروق الجلد ، واشتهر بتطوير تقنيات جراحية لعلاج
التشوهات الناتجة عن الحروق

ثانياً: الوبائيات Epidemiology

في عام 2014 حدثت حوالي 200000 حالة وفاة في الولايات المتحدة نتيجة الإصابات المرتبطة
بالحروق، يمثل بشكل عام معدل وفيات الفرد من الإصابات المرتبطة بالحروق نسبة تبلغ 0.063% (أي ما يقرب
من 6 لكل 10000 شخص)، بينما يبلغ معدل إصابة الفرد بحروق غير مميتة نسبة 9.73% . وبالتالي فإن
الإصابة بالحروق تعتبر إصابة شائعة.⁽¹⁵⁾

حسب مركز السيطرة على الأمراض والوقاية منها في الولايات المتحدة Center for Disease Control (CDC)⁽¹⁵⁾ فإن إجمالي الإصابات لم يتغير نسبياً في هذه الفترة من عام 2005 إلى عام 2009، ثم
شهد ارتفاعاً كبيراً (زيادة بنسبة 10%) من عام 2010 إلى عام 2012. ومن الأمور المثيرة للاهتمام أيضاً الزيادة

في الوفيات الناجمة عن هذه الحروق ، ويستمر هذا في الارتفاع النسبي على الرغم من عدم معرفة ما إذا كان هذا الارتفاع بسبب زيادة شدة الإصابة أو لأسباب أخرى .

ثالثاً: أسباب الحروق Etiology

3-1- حروق اللهب Flame Burns

يعد اللهب flame السبب الرئيسي للحروق (43%) لدى المرضى الذين يتم إدخالهم إلى مراكز الحروق، وخاصة عند فئة البالغين.⁽¹⁶⁾ ويعد سوء استخدام الوقود والسوائل القابلة للاشتعال سبباً شائعاً للحروق، حيث يشكل 66% من إصابات اللهب.⁽¹⁷⁾ ويشكل الشباب الفئة العمرية المتأثرة بشكل رئيسي بهذا النمط من الحروق⁽¹⁸⁾ ورغم ذلك فإن معدلات الوفيات أعلى من تلك الموجودة بين عامة المصابين بالحروق، كما أن مدة الإقامة في المستشفى تصل وسطياً إلى ضعف المدة في حالات الحروق الأخرى ، حيث تحتاج إلى المزيد من إجراءات الإنعاش الجراحي والتطعيم، ورعاية وحدة العناية المركزة.⁽¹⁹⁾

هناك سبب آخر شائع للحروق الناجمة عن اللهب وهو ما يرتبط بحوادث السيارات-Automotive related flame burns. أظهرت دراسة شاملة أجريت في ألمانيا أن حوالي 1% من حوادث السيارات كانت مصحوبة بحروق، وكانت الحروق أكثر شيوعاً في التصادم عالي الطاقة.⁽²⁰⁾ وفي مراجعة أجريت على 178 مريضاً أصيبوا بحروق في حوادث سيارات، لوحظ أن أكثر من ثلثهم بقليل أصيبوا بإصابات أخرى، وأكثرها شيوعاً هي الجهاز العضلي الهيكلي، وأن حوالي 1 من كل 6 أصيبوا بإصابة استنشاقية.⁽²¹⁾ وكشفت دراسة أخرى أن الحروق التي تحدث بسبب حوادث السيارات تشمل بشكل متوسط أكثر من 30% من مساحة سطح الجسم الإجمالية، وترتبط بإصابات ميكانيكية (كسور في الغالب) بشكل أكبر بكثير من الحروق الأخرى⁽²²⁾ إن الحروق التي تحدث في حوادث القوارب هي في أغلب الأحيان حروق ناجمة عن انفجار البنزين أو البوتان، وتؤثر عادة على الوجه واليدين.⁽²³⁾

يعتبر اشتعال الملابس ignition of clothing هو السبب الثاني الرئيسي لدخول المستشفى بسبب الحروق في معظم الأعمار. إن معدل الوفيات بين المرضى المصابين بالحروق بسبب اشتعال الملابس يأتي في المرتبة الثانية بعد معدل الوفيات بين المرضى المصابين بالحروق الناجمة عن حرائق المنازل.⁽²⁴⁾ إن أكثر من ثلاثة أرباع الوفيات بسبب اشتعال الملابس تحدث بين المرضى الذين تزيد أعمارهم عن 64 عاماً.⁽²⁵⁾ لقد انخفضت الوفيات الناجمة عن اشتعال الملابس، والتي كانت سبباً شائعاً للوفاة بين الفتيات الصغيرات، مع تغير أنماط الملابس وأصبحت نادرة الآن بين الأطفال.

3-2- الحروق الرطبة Scald Burns

تسبب الحروق الناتجة عن السوائل الساخنة ما يقرب من 33% من جميع الحروق في أي فئة عمرية، ولكن هذا المعدل أعلى بكثير لدى الأطفال، وخاصة أولئك الذين تقل أعمارهم عن 4 سنوات، بنسبة تصل إلى أكثر من نصف حالات الاستشفاء. وتكون هذه الإصابات بشكل عام جزئية السماكة، ومع ذلك يمكن أن تحدث إصابات كاملة السماكة. تكون الحروق كاملة السماكة أكثر شيوعاً مع حروق الزيت الساخن على سبيل المثال.

يتعرض الأطفال الصغار للإصابة بشكل شائع بسبب سحب وعاء من السائل الساخن على أنفسهم، بينما يتعرض الأطفال الأكبر سناً والبالغون للإصابة بشكل شائع بسبب التعامل غير الصحيح مع أجهزة الزيت الساخن. hot oil appliances. (26-28)

معدل الوفيات بسبب إصابات الحروق الرطبة منخفض (ربما بسبب المساحة الصغيرة عادةً والعمق المحدود للحروق)⁽²⁵⁾، ولكن تعتبر حروق السوائل من الأسباب الرئيسية للمراضة وتكاليف الرعاية الصحية المرتبطة بها، وخاصة عند الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 5 سنوات وعند كبار السن.

3-3- حروق التماس Contact Burns

تعتبر الحروق الناتجة عن التماس مع الأجسام الساخنة ثالث أكثر الأسباب شيوعاً للحروق، وهي أكثر شيوعاً بين الأطفال واليافعين. بالنسبة للأطفال يكون معدل الإصابة أعلى بسبب الافتقار إلى الوعي بالسلامة والإمساك بالأشياء الساخنة، كما تم تحديد سبب آخر مؤخراً هو الحروق الناتجة عن التماس بسبب المواقف ذات الواجهة الزجاجية glass-fronted fireplaces⁽²⁹⁾

بالنسبة لليافعين تعد أنابيب عوادم الدراجات النارية motorcycle exhaust pipes سبباً شائعاً للحروق المرتبطة بالدراجات النارية وكان الموقع الأكثر شيوعاً للحروق هو الساق اليمنى أسفل الركبة، حيث يحدث التلامس مع أنبوب العادم.

3-4- الحروق الكيميائية Chemical Burns

تعتبر المواد الكيميائية سبباً معروفاً للحروق، وتنتج هذه الحروق عموماً إما عن مواد كيميائية حمضية أو قلوية، على الرغم من أن الحروق الكيميائية يمكن أن تحدث أيضاً مع المذيبات العضوية. وفي مراجعة حديثة للأدبيات الخاصة بالحروق الكيميائية فإن النسبة المئوية للحروق المرتبطة بالعوامل الكيميائية تتراوح بين 2% و10% من الحروق، ومعظم المصابين هم من الرجال الذين أصيبوا إما في مكان العمل أو في المنزل. وتسبب

الحموض acids حوالي 25% من الحروق والقلويات alkalis حوالي 55% من الحروق⁽³¹⁾ قد تكون النسبة المحدودة للحروق الكيميائية المبلغ عنها بسبب علاج العديد من هذه الحروق في العيادات الخارجية .

يحدث أكبر خطر للإصابة بالحموض القوية لدى العاملين بتصنيع الأسمدة والطلاء، في حين يحدث أكبر خطر للإصابة بالقلويات لدى العاملين بتصنيع الصابون، كما تحدث في المنزل عند استخدام المنظفات، ويحدث أكبر خطر للإصابة بالمذيبات العضوية organic solvent لدى العاملين بتصنيع الأصباغ والأسمدة والبلاستيك. ترتبط الإصابات الناجمة عن حمض الهيدروفلوريك hydrofluoric acid بعمليات الحفر وتكرير البترول وتنظيف مكيفات الهواء. وتعتبر الإصابات الناجمة عن الأمونيا اللامائية Anhydrous ammonia أكثر شيوعاً بين العاملين في الزراعة، كما تعتبر الإصابات الناجمة عن الإسمنت cement أكثر شيوعاً لدى العاملين في البناء .

5-3 - الحروق الكهربائية: Electrical Burns

يعتبر التيار الكهربائي سبباً آخر للإصابة بالحروق، وتحدث ثلث الإصابات الناجمة عن التيار الكهربائي تقريباً في المنزل، بينما تحدث ربع الإصابات في المزارع، وتحدث بقية الإصابات في مكان العمل.⁽²⁵⁾

من الأسباب الشائعة لحروق التيار الكهربائي في المنزل هو الأطفال الذين يضعون أشياء غير عازلة في مقابس كهربائية أو يقومون بعض الأسلاك الكهربائية في المقابس، مما يسبب حروق الفم،⁽³²⁾ وقد تضاعفت هذه الآلية بشكل كبير مع التبنى العالمي للتيار الكهربائي المتناوب alternating electrical current للاستخدام المنزلي.

يمكن أن تحدث الإصابة بالتيار الكهربائي منخفض التوتر Low-Voltage وعلى الرغم من أن مثل هذه الإصابات قد تشمل كامل طبقات الجلد ، إلا أنها تتميز بمساحة محدودة نوعاً ما .⁽¹⁹¹⁻³⁶⁾

من عوامل الخطر للإصابة بالتيار الكهربائي عالي الجهد High-Voltage موظفي الكهرباء، وعمال البناء، والأفراد الذين يقومون بتثبيت الهوائيات.⁽¹⁹¹⁾ وتحدث أكبر نسبة إصابة بالتيار الكهربائي خلال فصل الصيف كانعكاس لنشاط أعمال البناء، والعمل على الأنظمة والمعدات الكهربائية الخارجية.⁽¹⁹¹⁻³⁶⁾ تتناسب كمية الحرارة بشكل مباشر مع شدة التيار الكهربائي و المقاومة الكهربائية للأنسجة التي يمر عبرها التيار الكهربائي و التي قد تؤدي إلى نخر الأنسجة العميق و الواسع . و هذا بدوره قد يؤدي إلى الحمض الاستقلابي أو بيلة الميغوليين ، والتي تعتبر مضاعفات تهدد الحياة . كما تعد هنا الجراحة البكرة للإنعاش الجراحي ذات أهمية شديدة ، حيث في

بعض الأحيان قد لا تكون شدة الإصابة واضحة للعيان ، خاصة عندما يكون معظم الضرر الواقع على المستويات تحت الجلد أو أعمق من ذلك .

في إحدى الدراسات خضع حوالي نصف المرضى الذين يعانون من أذية كهربائية ذات توتر عال لعملية خزع اللقافة Fasciotomy ورغم ذلك كان البتر amputation ضرورياً في جميع هذه الحالات تقريباً، كما أن حوالي 15% أصيبوا ببعض العجز العصبي طويل الأمد، وأصيب 3% بالسداد.⁽³⁸⁾ أفادت دراسة أخرى بنتائج 195 مريضاً مصابين بإصابة كهربائية عالية الجهد عولجوا في مركز حروق واحد خلال فترة 19 عاماً أن نسبة البقيا كانت 95.9% (187 من أصل 195 مريض). تم إجراء قطع اللقافة Fasciotomy في أول 24 ساعة بعد الإصابة عند 56 مريضاً، وخضع 80 مريضاً للبتر amputation بسبب تنخر الأنسجة الشديد.⁽³⁹⁾

تعتبر اضطرابات نظم القلب cardiac dysrhythmias المميتة من المخاطر الرئيسية التي تلي حروق الكهرباء؛ لذا يجب إجراء تخطيط القلب الكهربائي لجميع المرضى الذين يعانون من حروق كهربائية. يجب إحالة جميع المرضى المعرضين للكهرباء عالية الجهد إلى مركز الحروق بسبب احتمال إصابة الأنسجة العميقة وزيادة معدلات البتر اللاحقة وفشل الأعضاء والوفيات مقارنة بالمرضى الذين يعانون من حروق حرارية مماثلة في مساحة سطح الجلد. بينما تكون الإصابات الناجمة عن التيار ذو الجهد المنخفض low voltage عادة أصغر حجماً، ويمكن علاج هؤلاء المرضى كمريض خارجي طالما لم تظهر أي تشوهات في تخطيط القلب الكهربائي ولم يحدث فقدان للوعي.⁽⁵³⁾ إن وجود اضطراب نظم القلب أو تشوهات في تخطيط القلب الكهربائي أو فقدان الوعي هو استئطباب للدخول إلى المستشفى للمراقبة .

3-6- حروق الإشعاع :

المثال النموذجي لهذا النوع من الحروق هو الحروق التي تسببها الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس ، والتي عادة ما تكون حروقا سطحية ، كما يمكن حدوث هذا النوع من الحروق نتيجة استخدام الميكروويف أو الأشعة السينية أو المعالجة الشعاعية لعلاج الخباثات⁽¹⁹²⁾

3-7- قزمة الصقيع Frostbite :

قد تؤدي قزمة الصقيع عند حدوثها إلى أذيات نخرية في الأنسجة ، مما يتطلب رعاية مماثلة لتلك المقدمة لمرضى الحروق . كما قد تحتاج مناطق قزمة الصقيع إلى الإنضار الجراحي المتبوع بالطعوم الجلدية.⁽¹⁹²⁾

3-8- الأمراض الجلدية :

من الممكن أن تؤدي بعض الأمراض الجلدية مثل متلازمة ستيفنز جونسون Stevens Johnson ، و انحلال البشرة الفقاعي ، و انحلال البشرة النخري السمي ، والفطار الفطري إلى ضياع مساحات واسعة نسبيا من السطح الجلدي ، مما يؤدي إلى مستوى من المراضة مشابه للحروق الواسعة . (192)

رابعاً: باثولوجيا الحرق :

4-1- الاستجابة الموضعية:

وصف Jackson المناطق الثلاث للحروق (50، 192)

-منطقة التخر Zone of coagulation: وتعتبر عن المنطقة المعرضة لأقصى ضرر. في هذه المنطقة يحدث فقدان غير قابل للإصلاح للأنسجة بسبب تخر البروتينات المكونة لها.

-منطقة الركود Zone of stasis: تتميز منطقة الركود المحيطة بانخفاض تروية الأنسجة ، ولكن يمكن إنقاذ الأنسجة في هذه المنطقة. الهدف الرئيسي من إنعاش الحروق هو زيادة تروية الأنسجة هنا ومنع أي ضرر من أن يصبح غير عكوس . يمكن أن تؤدي الأمراض المرافقة مثل انخفاض ضغط الدم لفترات طويلة، أو الإنتان، أو الودمة إلى تحويل هذه المنطقة إلى منطقة أذية دائمة غير عكوسة.

منطقة الاحتقان Zone of hyperaemia: في هذه المنطقة الخارجية تكون تروية الأنسجة عالية وفي الغالب تتعافى الأنسجة ما لم يكن هناك إنتان دم حاد أو نقص تروية مطول.

تعتبر هذه المناطق الثلاث من الحروق ثلاثية الأبعاد three dimensional، و بالتالي سيؤدي فقدان الأنسجة في منطقة الركود إلى تعميق الجرح deepening واتساعه widening.

4-2- الاستجابة الجهازية Systemic response:

يحدث إطلاق السيتوكينات والوسائط الالتهابية الأخرى في موقع الإصابة تأثيراً جهازياً بمجرد وصول الحرق إلى 30% من إجمالي مساحة سطح الجسم .ومن هذه التأثيرات : (193-194)

4-2-1- التغيرات القلبية الوعائية Cardiovascular: تزداد نفوذية الشعيرات الدموية، مما يؤدي إلى فقدان البروتينات والسوائل من داخل الأوعية الدموية إلى الحيز الخلالي interstitial compartment. وبالتالي يحدث تضيق الأوعية الدموية المحيطة والحشوية، كما تتخفض قدرة عضلة القلب على الانقباض، بسبب إطلاق عامل نخر الورم TNF. تؤدي هذه التغيرات إلى جانب فقدان السوائل من جرح الحرق إلى انخفاض ضغط الدم الجهازى ونقص تروية الأعضاء المحيطة.

4-2-2- التغيرات التنفسية Respiratory: تسبب الوسائط الالتهابية تضيق القصبات الهوائية، وفي الحروق الشديدة قد تحدث متلازمة الضائقة التنفسية لدى البالغين adult respiratory distress syndrome.

4-2-3- التغيرات الاستقلابية Metabolic: يزداد معدل الاستقلاب الأساسي حتى ثلاثة أضعاف معدله الأصلي. إلى جانب نقص التروية الحشوي splanchnic hypoperfusion، مما يستلزم التغذية المعوية المبكرة والفعالة للحفاظ على سلامة الأمعاء.

4-2-4- التغيرات المناعية Immunological: حيث تتأثر كل من المسارات الخلوية cell mediated والخلطية humoral.

خامساً: التصنيف السريري لدرجات الحروق حسب عمق الحرق:

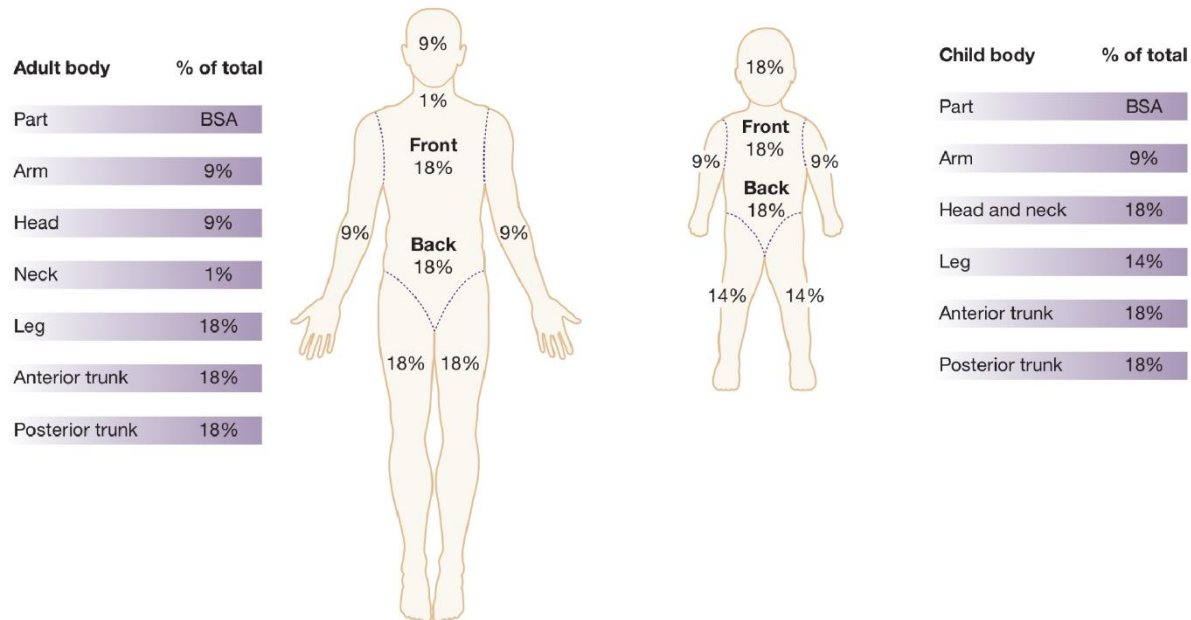
يعتبر تقييم الحرق عن طريق الفحص السريري هو الطريقة العملية الأكثر استخداماً ، إذ توجد بشكل أساسي أربعة مكونات سريرية لتقييم عمق الحرق وهي : المظهر ، الابيضاض بالضغط ، الألم ، الإحساس (195) ويمكن تقسيم عمق الحرق كالتالي:

- **الحرق السطحي superficial (الدرجة الأولى first degree):** يكون الجلد أحمرًا وجافًا، ويبيض blanch بالضغط عليه، ويكون الحرق مؤلماً، ويحتاج 3-6 أيام للشفاء.
- **الحرق جزئي السماكة السطحي superficial partial-thickness (الدرجة الثانية السطحي superficial second degree):** يكون الجلد أحمرًا ورطباً، ويحوي على نفاطات blisters، ويبيض blanch بالضغط عليه، ويكون الحرق مؤلماً للحرارة والهواء والضغط عليه، ويحتاج 7-21 يوم للشفاء.
- **الحرق جزئي السماكة العميق deep partial-thickness (الدرجة الثانية العميق deep second degree):** يتراوح لون الجلد بين الأبيض والأحمر، وقد يكون رطباً أو جافاً، ويحوي على نفاطات blisters تتمزق بسهولة، ويكون ابيضاضه blanch ضعيفاً بالضغط عليه، ويكون الحرق مؤلماً عند الضغط عليه فقط، ويحتاج أكثر من 21 يوم للشفاء وغالباً ما يحتاج العلاج الجراحي.

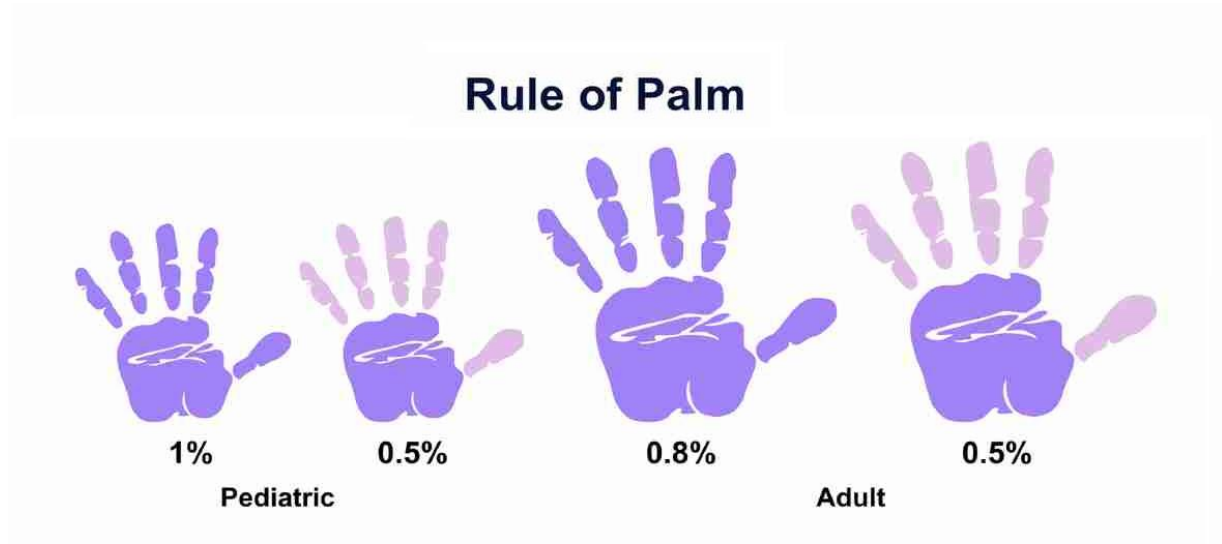
- **الحرق كامل السماكة full-thickness (الدرجة الثالثة third degree):** يتراوح لون الجلد بين الأبيض والأسود، ويكون جافاً وغير مرن، ولا يبيض blanch بالضغط عليه، ويكون الحرق مؤلماً عند الضغط العميق عليه فقط، ونادراً ما يشفى لوحده، ويحتاج العلاج الجراحي.
- **الإصابة الأعماق deeper injury (الدرجة الرابعة fourth degree):** يمتد إلى اللفافة أو العضلات، ويكون مؤلماً عند الضغط العميق عليه فقط، ولا يشفى لوحده، ويحتاج العلاج الجراحي.

سادساً : مساحة الحرق :

يتم التعبير عن مساحة الحرق كنسبة مئوية من إجمالي مساحة سطح الجسم Total Body Surface Area (TBSA%). ويمكن ذلك باستخدام "قاعدة التسعة rule-of-nines" لوالاس Wallace⁽⁴⁵⁾، أو "قاعدة راحة اليد rule-of-palm"، والتي تقدر مساحة سطح الجسم المصابة باستخدام حجم راحة يد المريض وأصابعه مع بسط الإبهام وضم جميع الأصابع وتقارب من 1% من مساحة سطح الجسم الكلية (TBSA) لذلك المريض. تعتبر قاعدة راحة اليد مفيدة بشكل خاص عند الأطفال الذين لا يتبعون قاعدة التسعة بسبب اختلاف نسب أجسامهم. و بالمجمل ، بغية تحديد مساحة الحرق بشكل دقيق تستخدم مراكز علاج الحروق مخططات لتحديد المساحة الدقيقة للحرق ، اعتماداً على عمر المريض. (46)



الشكل (7) قاعدة التسعة لتقدير مساحة الحرق (45)



الشكل (8) قاعدة راحة اليد لتقدير مساحة الحرق (45)

سابعا: تدبير الحروق :

7-1- استطببات الإحالة لمركز حروق متخصص حسب توصيات الجمعية الأمريكية للحروق (195)

- حروق الوجه و اليدين والقدمين والمفاصل الكبيرة والعجان والمناطق التناسلية .
- الأطفال في مراكز الرعاية الطبية التي لا يتوافر فيها كادر مدرب لمعالجة الأطفال أو التجهيزات الملائمة للأطفال .
- الرض المرافق.
- الحروق الكيميائية والكهربائية و المطوقة للأطراف.
- الحروق الكاملة السماكة في أي عمر .
- مساحة حرق جزئي السماكة أكبر من 10%.
- الأذيات الاستشاقية .
- الحاجة لدعم خاص (اجتماعي ، عاطفي ، إعادة تأهيل) .
- السوابق المرضية التي قد تعقد العلاج أو الشفاء أو التي تزيد خطورة الوفاة.

Criteria for Transfer of a Burn Patient to a Burn Center

- Second-degree burns >10% total body surface area (TBSA)
- Third-degree burns
- Burns that involve the face, hands, feet, genitalia, perineum, and major joints
- Chemical burns
- Electrical burns including lightning injuries
- Any burn with concomitant trauma in which the burn injuries pose the greatest risk to the patient
- Inhalation injury
- Patients with pre-existing medical disorders that could complicate management, prolong recovery, or affect mortality
- Hospitals without qualified personnel or equipment for the care of critically burned children

الشكل (6) إرشادات جمعية الحروق الأمريكية لإحالة مرضى الحروق (195)

7-2- علاج الحروق حسب درجة الحرق :

يعتمد علاج الحروق إلى حد كبير على درجة عمق الحرق ، ولكن يجب أن يحقق هذا العلاج المبادئ التالية :
تبريد وتنظيف الحرق ، تخفيف الألم ، الحد قدر المستطاع من حدوث الإنتان والجفاف وبالتالي التقليل من فرصة
تطور الندبات المرضية على المدى الطويل كالجدرات والندبات الضخامية (194)

حروق الدرجة الأولى :

لا تتطلب عادة أية ضمادات خاصة . عادة ما يوفر الكريم المرطب مع مسكن الألم راحة كافية للمريض لحين
شفاء الحرق .

الحروق جزئية السماكة السطحية :

ضمادات البارافين تقلل الألم المرافق لتغيير الضماد لأنها لا تلتصق بالحرق ، و يمكن الاستفادة من ضماد البولي
يوريثين Polyurethane في المناطق المكشوفة لأغراض تجميلية .

الحروق جزئية السماكة العميقة :

كريمات تحتوي على صا د حيوي (مثل سلفاديازين الفضة Silver Sulfadiazine أو نتروفورازون Nitrofurazone) والتي ممكن أن تطبق بشكل مباشر أو باستخدام شاش مشرب بالبارافين . كما يمكن اللجوء
إلى الإنضار الجراحي بغية تسريع عملية الشفاء في بعض المناطق الوظيفية كاليدين مثلا ،ومن الملاحظ ترافق
هذه الحروق مع تغيرات لونية في الجلد ، ندبات مرضية ، وانكماشات في حال عدم التدبير لصحيح .

الحروق كاملة السماكة :

تمتد الأذية لكامل طبقات الجلد مما يؤدي بشكل روتيني إلى تشكل خشارات في حال عدم الإنضار . وبالتالي يعتبر الإنضار الجراحي المتنوع بالتطعيم الجلدي العلاج الرئيسي للحروق كاملة السماكة .

7-3-مكان الحرق :

وفقاً لإرشادات جمعية الحروق الأمريكية يجب علاج الحروق التي تصيب اليدين والقدمين والوجه والأعضاء التناسلية والعجان، وتلك التي تعبر المفاصل الرئيسية، في مركز للحروق.⁽⁵¹⁾ يمكن أن يكون للضرر الدائم لهذه المناطق تأثير شديد على المريض. يمكن أن تؤثر ندبات حروق اليدين على القبضة وبالتالي يمكن أن يكون لها آثار ضارة على القدرة على العمل أو التعامل مع أنشطة الحياة اليومية. يمكن أن تحد حروق القدمين أو تلك التي تعبر المفاصل بشدة من الحركة، في حين يمكن أن تضعف حروق الوجه الرؤية والقدرة على الأكل، فضلاً عن التأثير العاطفي بسبب المظهر المتغير. ويمكن أن تحد حروق الأعضاء التناسلية والعجان من الوظيفة البولية والجنسية أو القدرة على التغطوط. رغم أن الحروق في هذه المناطق قد لا تتطلب علاجاً محدداً، فيجب علاجها في مركز للحروق مع الموارد المناسبة للتعامل مع الاحتياجات الترميمية والتأهيلية الخاصة لهؤلاء المرضى .

يجب إعطاء اهتمام خاص للحروق التي تحيط بجزء من الجسم بالكامل completely circumferential مثل أحد الأطراف أو الجذع، نظراً لأن الأنسجة الموجودة أسفل الجرح تصبح متوذمة، ويمكن أن تتسبب زيادة الضغط، مما يؤدي إلى متلازمة الحبرات compartment syndrome ويؤدي إلى الإقفار.⁽⁵¹⁾ تسمى الأعراض الكلاسيكية (5P) حيث تبدأ جميعها بحرف الـ p ، وتشمل: الألم pain والشحوب pallor والخدر paresthesia وغياب النبض pulselessness والشلل paralysis. يجب أن يكون لدى الطبيب مؤشر مرتفع للشك في متلازمة الحبرات في هذه الحالات، مما يستلزم العلاج في المستشفى.

7-4-الأذية الاستنشاقية :

تعتبر الإصابة الاستنشاقية Inhalation injury أحد معايير الإحالة إلى مركز الحروق، ويجب أن يكون لدى الطبيب مؤشر مرتفع للشك فيما يتعلق بالإصابة بالاستنشاق والتسمم بأول أكسيد الكربون بناءً على الظروف المحيطة بإصابة الحرق لأنه قد لا يكون هناك أي علامة خارجية للإصابة. قد لا تكون العواقب المترتبة على هذه الحروق موجودة في البداية وقد تتطور بمرور الوقت. ومن الجدير بالذكر أن انسداد مجرى الهواء قد يحدث بعد حروق البلعوم الأنفي أو الوجه أو الرقبة حيث تصبح أنسجة مجرى الهواء العلوي متوذمة.⁽¹⁹²⁾ لذلك فإن الإحالة لمركز الحروق ضرورية إذا كان هناك أي شك في الإصابة بالاستنشاق.

5-7- العلاج الجراحي :

1-5-7 : الإنضار الجراحي :

تتمثل الأهداف الرئيسية للعلاج الجراحي في استئصال جميع الأنسجة المتموتة مع الحفاظ على أكبر قدر ممكن من الأنسجة الحية ، وإغلاق الجرح الناتج مبكرًا لتقليل المضاعفات وتقليل آثار الجراحة على المريض. وقد ثبت أن الإنضار المبكر للحروق الجلدية العميقة والحروق كاملة السماكة (خلال أول 72 ساعة من الحرق) يقلل من حدوث مضاعفات ما بعد الجراحة، ومدة الإقامة في المستشفى، ويحسن النتائج الوظيفية.⁽¹⁹⁶⁻¹⁹⁸⁾

يُجرى إنضار الحرق Excision of the burn في غرفة العمليات في ظروف معقمة مع ضبط درجة الحرارة المحيطة بدقة لتقليل خطر انخفاض حرارة الجسم، خاصةً في الحروق الأكثر اتساعًا. تشمل التقنيات الجراحية المتاحة لإنضار الحرق : الإنضار المماسي tangential excision والإنضار اللفافي fascial excision ويعتمد الاختيار بينهما على عمق الإصابة وخطر النزف والحالة العامة للمريض.⁽¹⁹⁷⁾

يُستخدم الإنضار المماسي لاستئصال الحروق الجلدية العميقة والحروق كاملة السماكة، ويسمح بإزالة الحرق في طبقات رقيقة للغاية حتى يتم العثور على أنسجة قابلة للحياة (الأدمة أو الشحوم تحت الجلد)، مما يقلل من استئصال الأنسجة السليمة. يشير النزف النقطي واللون والملمس السليم إلى قابلية الأنسجة للحياة في عمق الحرق. تتميز هذه التقنية بسهولة إجرائها مع تقليل عيوب الشكل والتجميل التي تنتج عن استئصال الأنسجة. يمكن إجراء عملية إزالة الأنسجة الميتة باستخدام أدوات جراحية مصممة خصيصًا، مثل شفرات جوليان وواتسون Goulian and Watson blades، أو باستخدام الجراحة المائية (Versajet® II) hydrosurgery التي تستخدم نظام نفث سائل عالي الضغط high-pressure fluid jet system لإزالة الأنسجة الميتة. وتُعد هذه التقنية مفيدة بشكل خاص في بعض مناطق الجسم مثل الوجه واليدين، حيث يُعدّ الحفاظ على الأنسجة الحية أمرًا ضروريًا للحد من الآثار التجميلية والوظيفية للجراحة.

يُستخدم الإنضار اللفافي لإزالة الحروق الواسعة ذات السماكة الكامل، وذلك بإزالة جميع الجلد والأنسجة تحت الجلد حتى مستوى اللفافة. تُعد هذه التقنية مفيدة عندما يكون خطر النزف من الجروح الواسعة غير مقبول عند إخضاعها للاستئصال المماسي التقليدي. ومع ذلك فإن عيب هذه التقنية هو أنها تؤدي إلى تشوهات تجميلية كبيرة.

7-5-2- التطعيم الجلدي :

بمجرد استئصال جرح الحرق فإن التقنية الأكثر شيوعاً لتغطية الجرح هي الطعم الجلدي جزئي السماكة - split-thickness skin grafting (SSG). يتضمن ذلك إزالة طبقة رقيقة من الجلد تتكون من البشرة وجزء من الأدمة، مع ترك الجزء الأعمق من الأدمة فقط إلى جانب الأوعية الدموية الجلدية وملحقاتها. لا يتطلب الجرح الناتج بعد قطف الطعم الجلدي جزئي السماكة إغلاقاً لأنه سيتحول إلى ظاهرة تلقائياً بعد 10-14 يوماً. من مزايا هذه التقنية توفر مواقع مانحة كثيرة يمكن استخلاص الطعوم منها، ومع شفاء موقع المتبرع، يمكن استخدامه لاستخلاص طعوم أخرى. أكثر مواقع المتبرع شيوعاً هي القسم الأمامي الوحشي من الفخذ والقسم العلوي من الذراع، إذ يسهل الوصول إليها وعلاجها بالضمادات، وتلتئم جيداً، ويمكن إخفاء الجروح الناتجة بسهولة بالملابس.

غالباً ما تُستخدم عملية "التشبيك meshing" لزيادة مساحة السطح التي يمكن تطبيق الطعم الجلدي جزئي السماكة عليها. لا يقتصر هذا على تقليل حجم موقع المتبرع المطلوب لتغطية مساحة أكبر من جرح الحروق فحسب، بل تمنع أيضاً فجوات الطعم الشبكي تراكم الدم والسوائل النسيجية في عمق الطعم، مما قد يمنع الطعم الجلدي جزئي السماكة من الالتصاق بسرير الجرح. في الجرح المُجهز بشكل مناسب تبدأ عملية التصاق الطعم الجلدي جزئي السماكة بسرير الجرح بمجرد وضع الطعم عليه. ويرجع ذلك إلى أن السطح النازف يشكل روابط فيبرينية مع السطح السفلي للطعم. في غضون 72 ساعة الأولى، يعتمد الطعم على السوائل من الجرح للبقاء على قيد الحياة، وبعد هذا الوقت تبدأ الأوعية الدموية من الجرح في النمو داخل الطعم لإعادة إنشاء تروية دموية، والذي قد يستغرق من 3 إلى 7 أيام. حتى يتم إنشاء إمداد دموي للطعم، تكون الوصلات بين الطعم وسرير الجرح عرضة للقص، مما يؤدي إلى فقدان الطعم. يمكن تقليل ذلك باستخدام ضمادات وجبائر، وخاصة عند تطعيم الأطراف. يمكن كشف الطعم بعد 7-10 أيام ويتطلب ترطيباً منتظماً، حيث يحتوي الجلد المطعم على غدد عرقية ودهنية أقل من الجلد غير المطعم. ينضج الطعم من خلال عملية إعادة التشكيل، والتي قد تستغرق ما يصل إلى 18 شهراً، مما يمنح الطعم مظهره النهائي.

تشمل المشاكل المتأخرة الشائعة التي يواجهها الطعم الجلدي جزئي السماكة نقص أو فرط التصبغ، وتشوه شكل محيط الطعم، والمخاوف التجميلية، ولكن الإجراء جيد التحمل من قبل المرضى ويعطي نتائج يمكن التنبؤ بها باستمرار، مما يضمن استخدامه على نطاق واسع لتجديد جروح الحروق.

بالإضافة إلى الطعم الجلدي جزئي السماكة (SSGs)، يُمكن استخدام الطعم الجلدي كامل السماكة (FTSGs) في علاج الحروق، خاصةً تلك التي تُصيب مناطق حساسة جمالياً ووظيفياً (مثل الوجه واليدين والمفاصل). على

عكس الطعم الجلدي جزئي السماكة يُحصَد الطعم الجلدي كامل السماكة من البشرة والأدمة، ويتطلب العيب الناتج إغلاقاً مباشراً. يتميز الطعم الجلدي كامل السماكة بنقصان الانكماش وتوافقه الجمالي مع الأنسجة المحروقة. ومع ذلك فإن استخدامه محدود خاصةً في الحروق الواسعة، بسبب ارتفاع الطلب الاستقلابي ونقص المواقع المانحة. نادراً ما يؤدي إنضار الجلد العميق والحروق كاملة السماكة إلى كشف الأوتار والمفاصل والأوعية الدموية والأعصاب، مما يتطلب تغطية بالأنسجة الرخوة. في هذه الحالات يتم استخدام الأنسجة الموعاة إما من محيط الحرق (الشريحة الموضعية local flap) أو من مواقع بعيدة (نقل الأنسجة السويقية أو الحرة pedicled or free tissue transfer).

في الحروق الواسعة غالباً ما يكون هناك نقص في المواقع المانحة لترقيع الجلد كامل السماكة. في هذه الحالات يمكن تغطية الحروق المُنظفة بشكل مناسب بجلد من جثث (طعم خيفي allograft). يُعد هذا إجراءً مؤقتاً، ويمنع جفاف الجروح والتهابها، كما يعزز أيضاً نمو الأوعية الدموية، مما يُحسن من امتصاص الطعم الجلدي جزئي السماكة في المستقبل. يمكن أيضاً استخدام تقنية الساندويتش sandwich المعروفة باسم تقنية ألكسندر Alexander في الحروق الواسعة التي تتضمن طعم جلدي جزئي السماكة شبكي واسع مغطى بطعم خيفي. يلتصق كل من الطعم الجلدي جزئي السماكة والطعم الخيفي بسرير الجرح، وعندما يمتلئ الطعم الجلدي جزئي السماكة بالظاهرة لملء الفراغات بين الشبكة، ينفصل الطعم الخيفي. تُعد البدائل الجلدية، مثل INTEGRA® (LifeSciences) و MatriDerm® (MedSkin Solutions) سقالات صناعية تُستخدم بشكل متزايد في جراحة الحروق الحديثة، وتسمح بنمو الأنسجة الأصلية على طول السقالة، والتي يتم امتصاصها تدريجياً. يُغطى البديل الجلدي بالطعم الجلدي جزئي السماكة، والذي يجري إما في نفس الوقت أو لاحقاً. تتميز هذه البدائل الجلدية بتحسين المرونة ومظهر الندبات على المدى الطويل. (196-198)

7-5-3 مراحل شفاء الطعم الجلدي :

بعد تثبيت الطعم الجلدي مباشرةً تتكون شبكة من الفيبرين تعمل كغراء بيولوجي، وتثبت الطعم بسرير الجرح. ثم ترتشح في هذه الشبكة الخلايا الليفية وكريات الدم البيضاء والبلعميات من سرير الجرح، وتتحول إلى نسيج ليفي متصل بين الطعم الجلدي وسرير الجرح. (209)

في الوقت نفسه يتراكم سائل مصلي يحتوي على كريات الدم الحمراء وعديدات النوى بين الطعم الجلدي وسرير الجرح، متسرباً من الأوردة في سرير الجرح. تتمدد الأوعية الدموية داخل الطعم الجلدي ويتم سحب هذا السائل المصلي إلى الشعيرات بالخاصية الشعرية capillary action لتوفير تغذية نسيج لطعم. تُعرف هذه العملية باسم

الامتصاص البلازمي (المصلي) plasmatic (serous) imbibtion. يبدو الطعم أبيض اللون في هذا الوقت نظراً لقلّة الكريات الحمراء⁽²⁰⁹⁾. تستجيب الطعوم الجلدية جزئية السماكة بشكل أفضل، لأن كمية العناصر الغذائية التي تصل إلى الطعم عن طريق الامتصاص البلازمي تتناسب عكسياً مع سماكته^(193,210)

تحدث المفاغمة Inosculation عندما تتفاغر الأوعية الدموية المقطوعة في الطعم الجلدي وتتحد مع الأطراف المقطوعة لأوعية دموية بنفس القطر تقريباً في سرير الجرح. يحدث هذا بين 24 و 72 ساعة بعد وضع الطعم. تعمل شبكة الفيبرين المذكورة آنفاً كإطار داعم تنمو على طوله براعم الخلايا البطانية من الأوعية الدموية في سرير الجرح لتلتقي بالأوعية الدموية في طعم الجلد. يتدفق الدم عبر المفاغرات إلى أوعية الطعم في اليومين الثالث والرابع ، ويكون بطيئاً حتى اليوم الخامس والسادس . و بمجرد أن يستقر هذا، يكتسب طعم الجلد تدريجياً لوناً أحمر-أرجوانياً حيث يبدأ طعم الجلد في تطوير شبكته الخاصة من الأوعية الدموية والأوعية اللمفاوية.^(210,211)

مع استمرار نمو الطعم في موقعه الجديد، يستعيد التعصيب الحسي بشكل جزئي partial sensation عبر الأعصاب الحسية في سرير الجرح و تُعصب طعوم الجلد جزئية السماكة بشكل أسرع من طعوم الجلد كاملة السماكة .

يحدث انكماش الندبة contracture تدريجياً على مدار 6-12 شهراً التالية، وكلما زاد سُمْك الطعم قلَّ انكماشه. وهذا سبب لاستخدام طعوم الجلد السمكية أو الكاملة على الوجه، إذ يُمكن تقليل الندبات إلى أدنى حد.⁽¹⁹²⁾

7-5-4-مراقبة التطعيم الجلدي ومتابعته :

يُجرى الفحص الأول بعد العملية الجراحية للطعم الجلدي عادةً خلال يومين إلى خمسة أيام. ويعتمد توقيت الفحص الأول على موقع الجرح، وسماكة الطعم الجلدي، وكيفية تثبيته، وعمر المريض، ووجود أي حالات طبية كامنة قد تؤخر التئامه.⁽²⁰⁹⁻²¹¹⁾ ويمكن إجراء الفحص الأول في المستشفى أو العيادة، شريطة أن يمتلك الطبيب أو الممرضة الخبرة اللازمة لتقييم التصاق الطعم وتحديد الإجراءات الإضافية اللازمة لعلاج الجرح.⁽¹⁹²⁾⁽²¹⁰⁾

عند فحص موقع الطعم الجلدي لأول مرة من المهم إزالة الضمادات المحيطة به بعناية. أحياناً تلتصق هذه الضمادات بقوة بالطعم بسبب الدم الجاف أو الإفرازات وبالتالي يجي نفعها أولاً" بالمصل الفيزيولوجي إذ من الممكن أن تُسبب إزالة الضماد بشكل غير متقن رضاً للأوعية الدموية الجديدة للطعم.⁽¹⁹²⁻¹⁹⁴⁾⁽²¹⁰⁾

يُحدد الأخذ الناجح للطعم بسرير الجرح من خلال اللون وعدم الحركة. يجب أن يكون لون الطعم الجزئي أو المنقسم وردياً/أحمرًا نتيجةً لنجاح عملية إعادة التوعية، بينما يكون الطعم كامل السماكة أفتح قليلاً. عند وضع

إصبع مغطى ببقاز على الطعم الجلدي يجب ألا يكون متحرّكاً، بل يجب أن يكون مُثبتاً بقوة في سرير الجرح. (210) . كما يجب إزالة جميع القطب والدبابيس والغراء، سواءً التصقت الطعوم الجلدية بسرير الجرح أم لا. لا فائدة من ترك القطب غير القابلة للذوبان في مكانها، بل قد تُسبب تهيجاً وتؤثر سلباً على النتيجة الجمالية. بالإضافة إلى ذلك يجب قص أي طعوم متداخلة مع حواف الجرح باستخدام مقص معقم. (210)

إذا غطى الطعم الجلدي كامل الجرح وكان ملتصقاً جيداً، فقد لا يحتاج إلى ضمادات إضافية، إلا إذا كان في منطقة من الجسم قد تتعرض لضغط ميكانيكي، مثل احتكاك الملابس، أما في حالة الطعم كامل السماكة في منطقة الرأس أو العنق يُترك الطعم مكشوقاً، ويُنصح المريض بغسل المنطقة برفق وتجفيفها بالترتيب عليها و يساعد التدليك اللطيف المنتظم بمرطب غير معطر على مرونة الطعم.

إذا لم ينجح الطعم الجلدي إلا في تغطية منطقة الجرح بشكل جزئي، فسيتطلب الأمر ضمادات لتحفيز نمو النسيج الظهاري epithelialization للجرح بأكمله. و في حالة وجود إنتان تكون الضمادات المضادة للجراثيم مناسبة لتقليل الحمل الجرثومي. يعتمد اختيار الضمادات المضادة للجراثيم على نوع الجراثيم المسببة للإنتان فعلى سبيل المثال إذا كانت الزائفة الزنجارية موجودة فيمكن استخدام ضماد الفضة للقضاء عليها. (186,193)

تتطلب مواقع الطعوم الجلدية التي تُنتج كميات كبيرة من المفرزات ضماد ماص، ويجب تغييرها بانتظام. و من المهم منع نفع الطعم الجلدي المتبقي أو الجلد المحيط به و استخدام ضمادات رغوية أو ألجينات أو ألياف مائية. (186)

إذا كانت المناطق غير المغطاة بالطعم الجلدي الناجح صغيرة الحجم، فإن ضمادة بسيطة غير لاصقة تُناسب ذلك، ويمكن تركها دون تغيير لعدة أيام للسماح باستمرار التئام الظهارة. (192-194)

بمجرد استعادة كامل سلامة الجلد في موقع الطعم الجلدي، لن تكون هناك حاجة إلى ضمادات. يُنصح المريض بالغسل والتجفيف بعناية ووضع مرطب بانتظام، لأن المنطقة تميل إلى الجفاف الشديد في البداية. كما يُنصح المرضى باستخدام كريم واقٍ كامل من الشمس لمدة عامين على الأقل، خاصةً إذا كانت المنطقة معرضة لأشعة الشمس بشكل طبيعي، مثل الوجه. (210)

7-6- الرعاية الجسدية التأهيلية Rehabilitative Physical Care

قبل الخروج من المستشفى يجب وضع خطط للرعاية التأهيلية للمريض، وعلى الرغم من أن الحروق التي يتم علاجها في المجتمع تميل إلى أن تكون أصغر حجماً، إلا أنه لا يزال من الواجب استخدام إعادة التأهيل للحفاظ على القوة والوظيفة في المنطقة المحروقة واستعادتها.⁽¹²²⁾ كما ينبغي تعليم المريض تمارين مدى الحركة والقوة لأدائها بمفرده.

ويجب تقييم القوة ومدى الحركة والوظيفة بشكل مستمر في زيارات المتابعة، وإذا كان هناك تدهور في الوظيفة، فقد تكون الإحالة إلى العلاج الفيزيائي ضرورية. قد يكون العلاج الخاضع للإشراف ضرورياً في البداية اعتماداً على موقع إصابة الحرق، كما هو الحال في الحروق التي تصيب المفاصل أو اليدين أو القدمين. عند علاج حروق الوجه قد تكون هناك حاجة إلى الإحالة لأخصائي النطق. speech pathologist. وكما هو الحال مع المرضى الذين يتم علاجهم في المستشفى، يجب مراقبة المرضى الخارجيين بحثاً عن ندوب تضخمية وانكماشات، حيث قد تكون هناك حاجة إلى تدخل جراحي.^(122، 194)

ثامنا: اختلاطات الحروق :

8-1- المضاعفات المتعلقة بالرعاية⁽¹⁹²⁾

- الإنتانات الرئوية : السبب الأكثر شيوعاً للوفاة عند مرضى الحروق .
- الإنتانات : والتي قد تصل إلى انتان الدم .
- مضاعفات الجهاز الهضمي : انسداد الأمعاء (العلوص) و قرحات الجهاز الهضمي .
- القصور الكلوي : نخر لأنابيب الكلية الحاد (ATN) الناتج عن نقص التروية الدموية .
- الصدمة :نقص تروية الأعضاء الحيوية .

8-2- المضاعفات الجراحية :⁽¹⁹²⁾

- فقدان الطعم الجلدي
- الانكماشات الندبية التالية للحروق

الفصل الثاني

البلازما الغنية

بالصفائح الدموية

أولاً: مقدمة Introduction

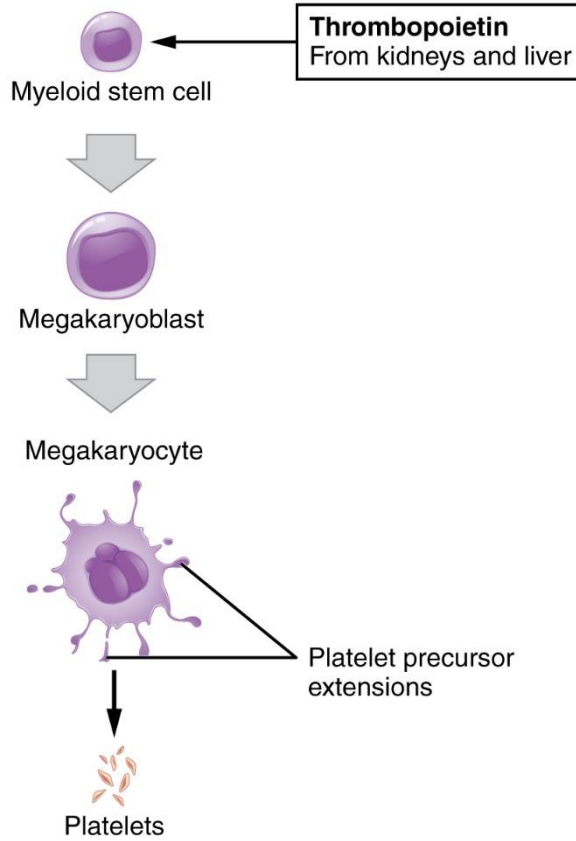
بعد إصابة الأنسجة، تتم عملية شفاء كل من الأنسجة الرخوة والصلبة من خلال سلسلة من التفاعلات المعقدة، سواء داخل الخلية أو خارجها، والتي تنظمها البروتينات النشطة بيولوجيًا. (123-125) وفي حين تظل بعض جوانب هذه العملية غير مفهومة تمامًا، فقد أثبتت التطورات على مدى العقود القليلة الماضية أن الصفائح الدموية تلعب دورًا بارزًا في التئام الجروح. (126،127) تفرز الصفائح الدموية عوامل النمو growth factors والمستقلبات النشطة active metabolites الحاسمة لعملية التئام الجروح، وبالتالي يكون استخدام الصفائح ذا أثر مهم على الحالات التي تتطلب الشفاء السريع كالتطعيم جزئية السماكة عند مرضى الحروق مثلاً .

البلازما الغنية بالصفائح الدموية Platelet-rich plasma (PRP) هي مستحضر من البلازما الذاتية بتركيز صفائح دموية أعلى من المستويات الطبيعية. اكتسب علاج البلازما الغنية بالصفائح الدموية شعبية في الطب التجديدي regenerative medicine مع التقارير السريرية والتطبيقات في العديد من التخصصات، بما في ذلك الجراحة التجميلية. أسفرت الغالبية العظمى من هذه الدراسات عن نتائج ممتازة، وبالتالي هناك أدلة قوية تدعم الاستخدام السريري للبلازما الغنية بالصفائح الدموية. ومع ذلك فإن معظم هذه الدراسات محدودة بسبب تصميمها الرجعي. (128،129)

ثانياً: بيولوجيا الصفائح الدموية Platelet Biology

2-1- تكوين الصفائح الدموية:

تشتق الصفائح الدموية platelets من الخلايا النواءة megakaryocytes ، وهي خلايا نخاعية myeloid cells توجد بشكل رئيسي في نقي العظم. (130-132) حيث يزداد حجم الخلايا النواءة، ويتضخم حمضها النووي لتكوين الصفائح الدموية. (130) ثم تعيد الخلايا النواءة تشكيل السيتوبلازما لتكوين أطراف كاذبة pseudopodia لتشكل شبكة كثيفة من طلائع الصفائح الدموية proplatelets المترابطة. (129) يتم طرح نواة الخلية النواءة متعددة الفصوص multilobed megakaryocyte وتحللها، ثم تنتج الصفائح الدموية وتحرر بعيداً عن الأطراف الكاذبة وتتطلق في مجرى الدم. (131)



الشكل (12) تكوين الصفائح الدموية (130)

2-2- محتويات الصفائح الدموية :

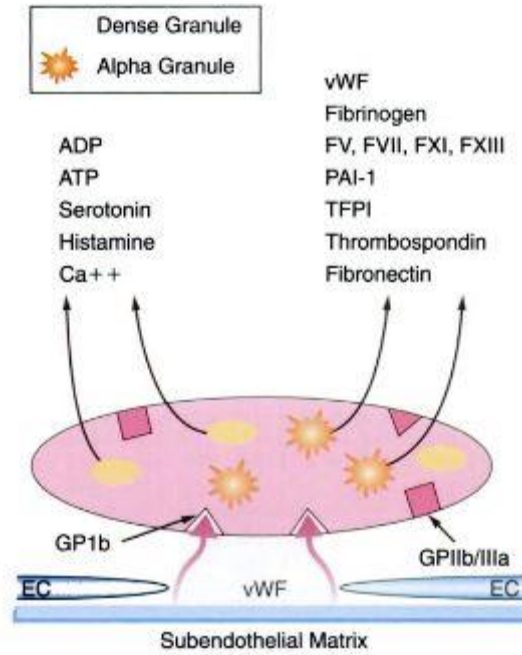
تُعد حبيبات ألفا α -Granules هي الأكثر شيوعاً من أنواع حبيبات الصفائح الدموية ، إذ يتراوح عددها بين 50 و 80 حبيبة في كل صفيحة ⁽¹⁹⁹⁾. يتراوح قطر هذه الحبيبات بين 200 و 500 نانومتر، وتمثل حوالي 10% من حجم الصفائح الدموية. تحتوي هذه الحبيبات بشكل رئيسي على بروتينات، ومستقبلات مرتبطة بالغشاء (مثل α IIb β 3 و P-selectin)، ومواد قابلة للذوبان (مثل عامل الصفائح الدموية 4 [PF4] والفيبرينوجين). حددت الدراسات البروتينية أكثر من 300 بروتين قابل للذوبان يشارك في مجموعة واسعة من الوظائف، بما في ذلك الإرقاء (مثل عامل فون ويلبراند [VWF] والعامل الخامس)، والالتهاب (مثل الكيموكينات ومنها CXCL1 والإنترلوكين-8)، والتئام الجروح (مثل عامل نمو بطانة الأوعية الدموية [VEGF] وعامل نمو الخلايا الليفية [FGF]) ⁽²⁰⁰⁾.

تُظهر الأبحاث الحديثة باستخدام المجهر الإلكتروني أن حبيبات ألفا بيضاوية الشكل ذات مصفوفة متجانسة عموماً، وأن الأنابيب تتشكل منها عند التنشيط ⁽²⁰²⁾.

تُعد الحبيبات الكثيفة Dense granules (المعروفة أيضًا باسم حبيبات δ) ثاني أكثر حبيبات الصفائح الدموية شيوعاً، حيث يتراوح عددها بين 3 و 8 حبيبات في كل صفيحة. ويبلغ قطرها حوالي 150 نانومتراً⁽¹⁹⁹⁾. تحتوي الحبيبات الكثيفة بشكل رئيسي على أمينات نشطة حيويًا (مثل السيروتونين والهستامين)، ونيوكليوتيدات الأدينين، والبولي فوسفات، والبيروفوسفات، بالإضافة إلى تراكيز عالية من الشوارد الموجبة وخاصة الكالسيوم. اشتُقت تسمية هذه الحبيبات من مظهرها الكثيف في المجهر الإلكتروني، والذي ينتج عن تركيز الشوارد الموجبة العالي فيها⁽²⁰⁵⁾.

يوجد حبيبات أخرى في الصفائح الدموية إذ تحتوي كل صفيحة دموية على حوالي 1-3 جسيمات ليزوزومية وبيروكسيسومات، ولا تزال وظيفتها المحددة غير واضحة. كما وُصفت حبيبات كثيفة الإلكترونات، تُعرف بوجود مستقبل (TLR9) وإيزوميراز ثنائي كبريتيد البروتين (PDI)، وتُسمى حبيبات T⁽²⁰⁶⁻²⁰⁸⁾.

بالإضافة إلى احتوائها على عوامل وقف النزف تحتوي حبيبات ألفا أيضًا على مجموعة متنوعة من عوامل النمو growth factors والكيموكينات chemokines والسيتوكينات cytokines.⁽¹²⁶⁾ تعمل مصفوفة الفيبرين التي تشكلها مسارات التخثر كسقالة لهذه المواد، وتحافظ على قربها من موقع إصابة الخلايا البطانية وتعمل كدليل للهجرة الخلوية اللاحقة cell migration، والتكاثر proliferation، والتمايز differentiation، وتخليق المصفوفة خارج الخلوية (ECM) extracellular matrix.^(132,133,137) أول الخلايا التي يتم جذبها بواسطة جزيئات الإشارة هذه هي العدلات neutrophils، والتي تحمي المنطقة المصابة من العدوى وتزيل حطام الأنسجة لساعات إلى أيام بعد الإصابة.⁽¹³⁴⁾ ثم يتم جذب وحيدات النوى Monocytes والتمايز إلى الخلايا البلعمية macrophages، وهو النوع السائد من الخلايا في الأيام إلى الأشهر التي تلي الإصابة.⁽¹³⁴⁾ بعد ذلك تهاجر الخلايا الجذعية الميزنشيمية mesenchymal stem cells والأرومات الليفية fibroblasts إلى المنطقة المتأذية استعدادًا لمرحلة التكاثر proliferation في التئام الجروح.⁽¹³²⁾ تنشأ هذه الاستجابة الالتهابية عادةً خلال أول 24 ساعة ويمكن أن تمتد لمدة تصل إلى 2 إلى 6 أيام بعد الإصابة.⁽¹³⁸⁾



الشكل (15) محتوى حبيبات الصفائح (137)

ثالثاً: مبادئ البلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP Principles

1-3 مقدمة Introduction

يتم تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية Platelet-Rich Plasma من عينة منبلازما الدم الذاتية، وتحتوي على مستويات عالية من الصفائح الدموية ، كما ويطلق عليها أيضا "عوامل النمو الغنية بالصفائح الدموية Platelet-rich Growth Factors ، والفيبرين الغني بالصفائح الدموية Platelet-Rich Fibrin (PRF)، و ركازات الصفائح الدموية . platelet concentrate.

بدأ مفهوم البلازما الغنية بالصفائح الدموية في مجال أمراض الدم حيث صاغ أطباء أمراض الدم مصطلح PRP في سبعينيات القرن الماضي لوصف البلازما التي يزيد عدد الصفائح الدموية فيها عن عدد الصفائح الدموية في الدم المحيطي، والتي استُخدمت في البداية كمنتج لنقل الدم لعلاج مرضى نقص الصفائح الدموية thrombocytopenia.⁽²¹²⁾ استُخدمت البلازما الغنية بالصفائح الدموية لاحقاً بشكل رئيسي في أمراض الجهاز العضلي الهيكلي في الإصابات الرياضية. كما استخدمت أيضاً في جراحة القلب، وجراحة الأطفال، والأمراض النسائية، والجراحة البولية، والجراحة التجميلية، وطب العيون. في الآونة الأخيرة، زاد الاهتمام بتطبيق البلازما الغنية بالصفائح الدموية في الأمراض الجلدية، أي في تجديد الأنسجة tissue regeneration ، وشفاء

الجروح wound healing ، وترميم الندبات scar revision ، وتجديد الجلد skin rejuvenating ، والحاصة alopecia⁽²¹²⁾

توجد مجموعة كبيرة ومتنوعة من بروتوكولات تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية، والتي تتضمن جميعها الخطوات الأساسية على النحو التالي:

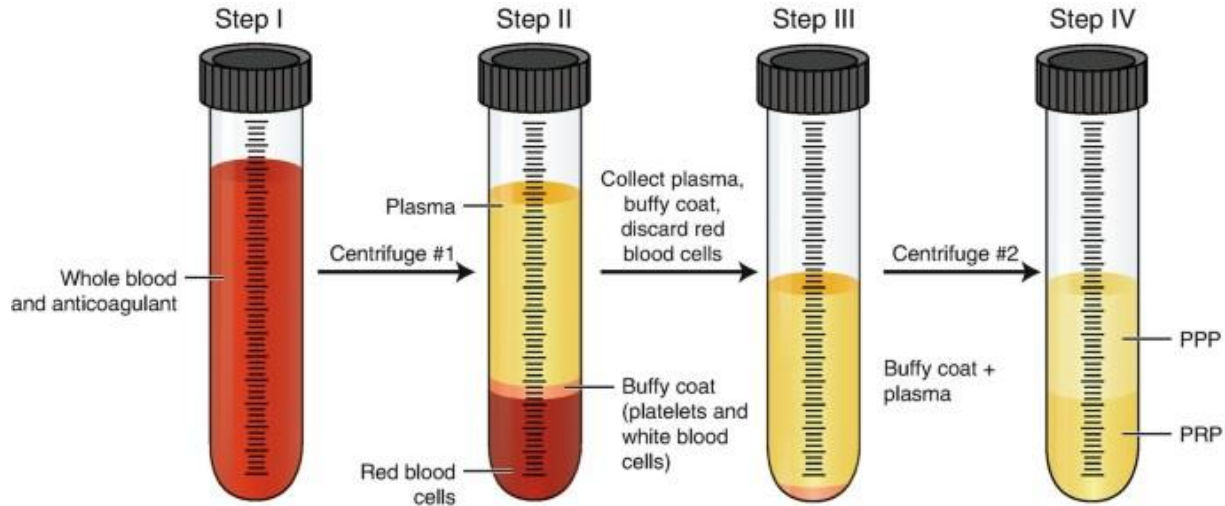
- (1) جمع الدم الكامل وخلطه بمضاد تخثر (مثل سيترات الصوديوم) لمنع التجلط أثناء المعالجة .
- (2) التثقيب: حيث يفصل الدم إلى ثلاثة طبقات :
 - الطبقة السفلى (كريات الدم الحمراء) .
 - الطبقة الوسطى (Buffy Coat) : (كريات بيضاء و صفائح دموية)
 - الطبقة العليا (البلازما)
- (3) إزالة الطبقة العليا (Supernatant Removal) : يتم باستخدام ماصة دقيقة أو نظام مغلق لسحب البلازما بلطف و لتجنب سحب الطبقة الوسطى إلا إذا كان الهدف هو الحصول على PRP غني بالكريات البيض .
- (4) التثقيب الثاني : (لا يستخدم في كل الحالات) لفصل الصفائح عن البلازما الفقيرة بالصفائح حيث يتم التخلص من الطبقة العلوية الفقيرة بالصفائح والاحتفاظ بالرواسب الصفحية المركزة .
- (5) مزج/إعادة تعليق الصفائح الدموية في حجم صغير من البلازما ، وذلك بالرج اليدوي الخفيف .

(6) التنشيط activation (لا يستخدم في كل الحالات) و ذلك بإضافة كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ بنسبة حجم إلى عشرة أحجام من البلازما الغنية بالصفائح ، أو بالتنشيط الميكانيكي بتمرير البلازما الغنية بالصفائح عبر إبرة رفيعة أو بمجرد تركها تتفاعل مع النسيج .

(7) التطبيق application مثل وضع البلازما الغنية بالصفائح كطبقة رقيقة مباشرة على سرير الجرح أو الحقن داخل الأنسجة أو الرش أو التثقيب الموضعي .

تتضمن جميع البروتوكولات خطوة أو خطوتين من التثقيب التفاضلي differential centrifugation ، والهدف من التثقيب الأول هو فصل الدم إلى طبقات دون ترسيب الصفائح وتكون سرعة التثقيب من 1000 إلى 1600 دورة في الدقيقة لمدة 5 إلى 10 دقيقة ، أما التثقيب الثاني فيهدف إلى ترسيب الصفائح المركزة في قاع الأنبوب و يكون بسرعة 3000 إلى 4000 دورة في الدقيقة لمدة 10 إلى 15 دقيقة . هو فصل دم المريض بالكامل بناءً على الكثافة إلى ثلاث طبقات: البلازما plasma وكريات الدم الحمراء red blood cells وطبقة الغلالة الشهباء buffy coat layer الغنية بالصفائح الدموية والكريات البيضاء.

من المهم أن ندرك أن العديد من العوامل أثناء عملية التحضير يمكن أن تؤثر على البلازما الغنية بالصفائح الدموية النهائية المتشكلة، مثل درجة الحرارة المحيطة وسرعة ومدة التثقيل، وتسلسل وعدد عمليات التثقيل، وآلية التنشيط. على سبيل المثال يدفع التثقيل الأطول والأكثر قوة الصفائح الدموية إلى أسفل في طبقة الرواسب، وقد يؤثر على تركيز عوامل النمو وسلامة الخلايا.⁽¹⁴¹⁾



الشكل (16) مراحل تصنيع البلازما الغنية بالصفائح⁽¹⁴¹⁾

3-2- أنواع البلازما الغنية بالصفائح الدموية Types of PRP

بناءً على مدى تضمين طبقة الغلالة الشهباء buffy coat layer ، واستخدام مضادات التخثر، تم تصنيف أربعة مستحضرات البلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP إلى 4 أنواع:⁽¹⁴²⁾

- (1) البلازما الغنية بالصفائح الدموية النقية (P-PRP) pure PRP
- (2) البلازما الغنية بالصفائح الدموية والكريات البيضاء leukocyte-rich PRP (L-PRP)
- (3) الفيبرين الغني بالصفائح الدموية النقي (P-PRF) pure platelet-rich fibrin
- (4) الفيبرين الغني بالصفائح الدموية والكريات البيضاء leukocyte-rich platelet-rich fibrin (L-PRF)

	Leukocyte poor	Leukocyte rich
PRP	P-PRP (small volume, minimal fibrin polymerization)	L-PRP (small volume, minimal fibrin polymerization)
PRF	P-PRF (larger volume, dense fibrin polymerization)	L-PRF (larger volume, dense fibrin polymerization)

الشكل (17) أنواع البلازما الغنية بالصفائح (142)

تكون مستحضرات P-PRP و L-PRP على شكل معلق صفيحات سائل، وتحتاج خطوة تنشيط لإطلاق عوامل النمو، بينما يكون PRF عبارة عن مادة هلامية تحوي على الفيبرين الفعال. كما تختلف PRF عن PRP من حيث الحجم الأكبر لأنها تعتمد على التثقيب لمرة واحدة، كما أن تركيز الصفائح الدموية في PRF أقل بسبب عدم استخدام مضاد تخثر وبالتالي تحبس و تستهلك بعض الصفائح في شبكة الفيبرين المتكونة. (144)

كانت التقارير حول دور الكريات البيضاء الموجودة في البلازما الغنية بالصفائح الدموية غير متسقة ومثارا للجدل. (145) وقد تم الإبلاغ عن خصائص مضادة للإنتان ومحتوى مرتفع من عامل نمو الأوعية الدموية عند تضمين الكريات البيضاء في مستحضرات البلازما الغنية بالصفائح الدموية. (146،147) ومع ذلك أفادت دراسات أخرى عن ارتباطها بزيادة الالتهاب وأذية الأنسجة. (146،147) بالإضافة إلى ذلك قد تمنع العدلات الموجودة عملية التئام الجروح عن طريق إطلاق كميات هائلة من جذور الأكسجين التفاعلية (ROS) reactive oxygen species (125) لسوء الحظ غالبًا ما تكون تفاصيل وجود الكريات البيضاء غير موثقة بالدراسات، مما يجعل من الصعب إجراء أي مقارنات للنتائج. (148)

في البروتوكول التقليدي لتحضير البلازما الغنية بالصفائح (PRP) باستخدام التثقيب المزدوج، يُجرى التثقيب الأول عادةً على سرعة منخفضة، بهدف فصل كريات الدم الحمراء عن البلازما مع الإبقاء على الصفائح في المحلول. ثم يُتبع ذلك بتثقيب ثانٍ على سرعة أعلى لتركيز الصفائح عبر ترسيبها. لكن في بعض البروتوكولات المتقدمة، لا سيما تلك التي تهدف إلى إنتاج PRP غني بالكريات البيضاء (LR-PRP)، يُعتمد ترتيب معكوس، حيث يكون الدور الأول أسرع من الثاني (220,222)

في هذه البروتوكولات، يُنفذ التثقيل الأول باستخدام قوة طرد مركزي نسبية أعلى، غالبًا بسرعة تقارب 2400-3000 دورة/دقيقة) لمدة 10 إلى 15 دقيقة. يؤدي هذا التثقيل القوي إلى ترسيب كريات الدم الحمراء مع الكريات البيضاء والصفائح في الجزء السفلي من الأنبوب، مكونًا طبقة تُعرف بـ (Buffy Coat). يُزال الجزء العلوي من البلازما بعناية مع الحفاظ على الـ (Buffy Coat) الذي يحتوي على نسبة عالية من الصفائح والكريات البيضاء. بعد ذلك، يُجرى التثقيل الثاني بسرعة أخف، غالبًا 1200-1500 دورة/دقيقة لمدة 5-10 دقائق، وذلك للفصل اللطيف للصفائح عن الكريات البيضاء دون التسبب في ضرر ميكانيكي أو تجميع غير مرغوب فيه للصفائح. (221)

تُعد هذه الطريقة ذات فائدة خاصة عندما يكون الهدف الحصول على تركيبة PRP ذات تأثير التهابي موجه، مثل الحالات العضلية الهيكلية (المفاصل، الأوتار)، حيث تسهم الكريات البيضاء في التأثير العلاجي المرغوب. يتيح التثقيل الأول السريع ترسيبًا فعالًا للمكونات الخلوية، في حين يوفّر التثقيل الثاني البطيء فصلًا دقيقًا وإعادة تعليق متوازنة للصفائح ضمن تركيبة غنية بالكريات البيضاء. (222)

نظرًا للمجال الواسع لتركيز الصفائح الدموية الطبيعي في الدم، فمن المهم تحديد تركيز الصفائح الدموية الأساسي لدى المريض. وعلاوة على ذلك تم وصف علاقة استجابة مرتبطة بالجرعة dose response relationship بين تركيز الصفائح الدموية وبين انتشار كل من الخلايا الجذعية والأرومات الليفية وكذلك تكوين الكولاجين من النمط الأول. (149) لذلك فإن معرفة محتوى الصفائح الدموية الدقيق للبلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP يعتبر أمرًا مهمًا لتحديد الفعالية السريرية، وتوجيه بروتوكولات العلاج، وتجنب التأثيرات الجانبية. وإلا فإن إعطاء البلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP يصبح عملية غير دقيقة حيث يتم استخدام مستويات غير معروفة من الجزيئات النشطة بيولوجيًا. يجب أن يكون الإبلاغ عن تركيز الصفائح الدموية الأساسي في الدم وفي المنتج النهائي (البلازما الغنية بالصفائح الدموية) شرطًا أساسيًا لجميع الدراسات السريرية المستقبلية التي تتطوي على البلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP.

3-3- مضادات التخثر والتنشيط Anticoagulation and Activation

إن اختيار مضاد التخثر يمكن أن يؤثر على كل من تركيز الصفائح الدموية النهائي، و بالتالي فعالية البلازما الغنية بالصفائح الدموية. (141،150) تم وصف العديد من مضادات التخثر في الأدبيات، بما في ذلك سترات الصوديوم sodium citrate ، وسترات ثلاثي الصوديوم trisodium citrate ، وسترات حمض الدكستروز acid citrate dextrose (148،151).

وفي حين أن غالبية الدراسات لا تقوم بالإبلاغ عن مضادات التخثر الخاصة بها، فإن سترات الصوديوم وسترات حمض الدكستروز من بين أشيعها استخداماً. (148) ومع ذلك فإن مقارنة تفوق أحدهما على الآخر تظل صعبة بسبب وجود العديد من المتغيرات. بالإضافة إلى ذلك يجب دائماً الاستفسار عن أدوية المريض قبل تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP ، حيث يمكن أن تتأثر وظيفة الصفائح الدموية أيضاً بالعديد من الأدوية، مثل الأسبرين والستاتينات. (152)

غالبًا ما يتم تنفيذ عملية التنشيط خارجيًا عن طريق إضافة منتجات تعتمد على الكالسيوم، مما يعاكس تأثير مضادات التخثر ويسمح بحدوث التخثر وتنشيط الصفائح الدموية. (148) لا يوجد إجماع واضح على فوائد ومضار التنشيط الخارجي، ومع ذلك فإن غالبية الدراسات تقوم بتنشيط البلازما الغنية بالصفائح PRP في وقت التطبيق. (148) بعد التنشيط يتم إطلاق 70% من عوامل النمو في غضون 10 دقائق، وجميع عوامل النمو المتبقية تقريبًا في غضون ساعة واحدة. (153)

تتوفر العديد من بروتوكولات معالجة البلازما الغنية بالصفائح الدموية في الأدبيات، وكلها تحتوي على تركيزات نهائية مختلفة من الصفائح الدموية ومع تغييرات مختلفة في أنواع مضادات التخثر أو التثقيب أو التنشيط. (148،155،154) تسلط هذه الدراسات الضوء على حقيقة مفادها أن إنشاء بروتوكول موحد أمر بالغ الأهمية لاستخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية بشكل أكثر فعالية في المستقبل، حيث يمكن أن تؤدي التغييرات الصغيرة في كل خطوة من خطوات عملية التحضير إلى منتجات نهائية مختلفة بشكل كبير، وبالتالي تؤثر على الفعالية السريرية لكل مستحضر من مستحضرات البلازما الغنية بالصفائح الدموية. (156)

رابعاً: بعض التطبيقات السريرية Clinical Uses

1-4 - مقدمة Introduction

تعمل البلازما الغنية بالصفائح الدموية كوسيلة لنقل العديد من السيتوكينات وعوامل النمو التي تساهم في تجديد الأنسجة. بالإضافة إلى طبيعتها الذاتية وتوافرها، فإن هذه الخصائص تجعل البلازما الغنية بالصفائح الدموية طريقة علاج مرغوبة للغاية في العديد من تطبيقات الجراحة التجميلية والترميمية.

2-4 - التئام الجروح Wound Healing

في مراجعة منهجية أجراها Sommeling وآخرون شملت 9 دراسات قيمت فعالية البلازما الغنية بالصفائح الدموية في تعزيز التئام الجروح، وأفادت جميع الدراسات التي تمت مراجعتها تقريباً بنتائج إيجابية بشكل ملحوظ.⁽¹⁵¹⁾ وقد نسبت هذه التأثيرات المفيدة إلى تعزيز تكوين الأوعية الدموية الجديدة وتكوين النسيج الحبيبي في الجروح المعالجة بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية. كما تم الإبلاغ عن وقت أقصر للشفاء، وانخفاض معدل البتر، وانخفاض معدلات الوذمة والكدمات كمزايا إضافية مع استخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية. يمكن أن تؤدي هذه المزايا إلى تقليل الحاجة للتصريف ما بعد الجراحة postoperative drains، كما لم تذكر أي من الدراسات أي آثار جانبية مرتبطة بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية.

كما تناولت هذه الدراسة مجموعة واسعة من الجروح والقرحات المزمنة التي عولجت بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية، وخاصة تلك الموجودة في الأطراف السفلية، بما في ذلك قرحات السكري. كما لوحظت أيضاً اختلافات في بروتوكولات تحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية.⁽¹⁵¹⁾ وبسبب هذه الاختلافات بين هذه البروتوكولات وجد الباحثون صعوبة في إجراء مقارنات دقيقة بين مستحضرات البلازما الغنية بالصفائح الدموية المختلفة والعلاج التقليدي.

3-4 - الطعوم الشحمية Fat grafting

لقد اكتسبت الطعوم الشحمية Fat grafting اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة، وخاصة في تجميل الوجه، نظراً لقدرتها على استعادة الشكل وتعويض المناطق الضامرة. تم الجمع بين مستحضرات البلازما الغنية بالصفائح الدموية والطعوم الشحمية الذاتية لتحسين الحفاظ على الحجم وتقليل الندبات. ونظراً لأن الامتصاص resorption كان من عوائق الطعوم الشحمية، فقد تم افتراض أن إضافة البلازما الغنية بالصفائح الدموية يزيد من عمر الطعوم الشحمية، مما يؤدي إلى نتائج أفضل. يتم تعزيز التئام الجروح، وتكوين الأوعية الدموية

angiogenesis، وانتشار الخلايا الجذعية المشتقة من الشحم adipose-derived stem cell proliferation (ADSCs) عندما يتم دمج البلازما الغنية بالصفائح الدموية مع الطعوم الشحمية.⁽¹⁵⁷⁾ وتدعم هذه النتائج أيضًا الدراسات المخبرية التي تُظهر أنه عند تنشيط البلازما الغنية بالصفائح الدموية فإنها تطلق كميات كبيرة من عامل النمو المشتق من الصفائح الدموية (PDGF) platelet-derived growth factor وعامل النمو المحول بيتا 1 transforming growth factor- β 1 (TGF- β 1) الذي يمكن أن يعزز بشكل كبير انتشار الخلايا الجذعية المشتقة من الشحم ADSCs والأرومات الليفية.⁽¹⁵⁸⁾

4-4- تجديد البشرة والوجه Skin and Face Rejuvenation

نظراً لخصائصها في التئام الجروح وتجديد الأنسجة، فليس من المستغرب أن يستخدم جراحو التجميل مستحضرات البلازما الغنية بالصفائح الدموية كمساعدات في العديد من إجراءات تجديد البشرة. يوثق الأدب الطبي فوائد استخدامها الموضعي وحقنها بالجلد عند استخدامها في المرضى الذين يعانون من تجاعيد الوجه، أو ندبات العد الشائع، أو أذية الجلد التالف بسبب الضياء.⁽¹⁶⁵⁾

إن الاستخدام المشترك للبلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP مع إجراءات تجديد البشرة مثل الوخز بالإبر الدقيقة microneedling أو الليزر الجزئي fractional laser أصبح شائعاً بشكل متزايد. بعد تجديد سطح الجلد بالليزر الجزئي أو الوخز بالإبر الدقيقة، تتشكل ثقوب صغيرة في الجلد يمكن أن تعمل كطريق فعال لتوصيل البلازما الغنية بالصفائح الدموية. وقد بحثت دراسات أخرى باستخدام نفس المبدأ في تأثير البلازما الغنية بالصفائح الدموية بعد تجديد البشرة بالليزر المجزأ وأظهرت تحسناً في المظهر العام وانخفاض الاحمرار والوذمة على الجانب المعالج بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية.⁽¹⁶⁷⁾ وتشمل المزايا الأخرى المبلغ عنها للبلازما الغنية بالصفائح الدموية تحسن رضا المريض، وزيادة مرونة الجلد، ونمو الكولاجين الجديد بشكل أكثر سمكاً، وتقليل التصبغ الالتهابي.⁽¹⁶⁵⁾

5-4- استعادة الشعر Hair Restoration

لقد أثبت استخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية لعلاج تساقط الشعر إمكانات كبيرة في تعزيز نمو الشعر، وقد تم التحقق من هذا التأثير من خلال العديد من الدراسات في كل من الصلع عند الذكور والإناث.^(148,165) وبالمقارنة مع تطبيقات البلازما الغنية بالصفائح الدموية الأخرى، فإن نتائج استخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية في استعادة الشعر واضحة وقابلة للقياس، مما يجعل من الممكن مقارنة النتائج بموضوعية. تتضمن آلية عمل البلازما الغنية بالصفائح الدموية في المرضى الذين يعانون من الحاصة تعزيز تمايز الخلايا الجذعية، وتنشيط مسارات مضادة للموت الخلوي، وإطالة مرحلة النمو، وتحفيز مسارات تكوين الأوعية الدموية، وبالتالي زيادة الضفيرة الوعائية حول الجريبات الشعرية.⁽¹⁷⁴⁾

4-6- الحروق : Burns

تلعب البلازما الغنية بالصفائح (PRP) دورًا متزايد الأهمية في علاج الحروق، خاصة في المراحل التي تتطلب التطعيم الجلدي (Skin Grafting) إذ تحتوي PRP على تراكيز عالية من الصفائح الدموية التي تطلق عند تفعيلها عددًا كبيرًا من عوامل النمو مثل PDGF، VEGF، TGF- β ، EGF، والتي تحفز التئام الأنسجة، تكوين أوعية دموية جديدة (neovascularization)، وتسريع ترميم الأنسجة المتأذية (213,214) هذا التأثير يُعزز من البيئة البيولوجية في موقع الحرق، مما يجعل الجرح أكثر تقبلًا للطعم الجلدي ويزيد من فرصة بقاءه واندماجه. في سياق تطعيم الجلد، أظهرت الدراسات أن تطبيق PRP تحت الطعم الجلدي أو فوقه يُحسن من ثبات الطعم (Graft adherence) ويقلل من تكوّن الورم الدموي (hematoma)، وهما من العوامل الرئيسية لفشل الطعم. تعمل مكونات PRP مثل الفيبرين وعوامل التخثر والصفائح على تعزيز الالتصاق بين الطعم وسرير الجرح من خلال تشكيل مصفوفة حيوية تسرع الالتصاق الخلوي وتقليل الفجوات المليئة بالسوائل (215,216) كما تساهم الخصائص المضادة للالتهاب التي توفرها السيتوكينات في PRP في تقليل الألم بعد العملية وتقليل خطر العدوى، مما يدعم استمرارية الطعم وسرعة الالتئام (217)

علاوة على ذلك، يساعد PRP في تقليل الوقت اللازم لتكوّن الأوعية الدموية في الطعم (Revascularization)، وهي خطوة حاسمة في الأيام الأولى بعد التطعيم. كما أنه يُقلل من معدل رفض الطعم ويُعزز إعادة التظهر. ويمكن تطبيق PRP بعدة طرق: حقن موضعي، أو رش على السرير قبل وضع الطعم، أو خلطه مع مواد حيوية مثل الكولاجين أو الألبينات لتثبيتته موضعياً (218,219)، بالنظر إلى هذه الفوائد المتعددة، يُعتبر PRP إضافة فعالة ومكملة لعمليات التطعيم الجلدي في حالات الحروق العميقة، خاصة عند وجود خطورة مرتفعة لفشل الطعم.

خامساً: المحددات Limitations

إن المحدد الرئيسي عند تقييم التطبيقات السريرية للبلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP هو الاختلاف في بروتوكولات التحضير المعمول بها مما يؤدي إلى تركيزات مختلفة من الصفائح الدموية وعوامل النمو. علاوة على ذلك فإن وجود أو غياب الكريات البيضاء و العوامل المنشطة يمكن أن يؤثر على جودة البلازما الغنية بالصفائح الدموية PRP والنتيجة السريرية النهائية.

ومع ذلك يعتبر مستقبل البلازما الغنية بالصفائح الدموية في مجال الجراحة التجميلية والترميمية واعد للغاية. في المستقبل ستكون هناك حاجة إلى اعتماد بروتوكولات واضحة محددة لتحضير البلازما الغنية بالصفائح الدموية لتحقيق أفضل النتائج والتحقق من فعالية البلازما الغنية بالصفائح الدموية.

الجزء الثاني

الدراسة العملية

الفصل الأول

المواد والطرائق

Materials and Methods

تصميم الدراسة:

دراسة حشدية، دراسة سريرية تقديمية A Cohort Study, A Clinical Prospective Study

مجموعة الدراسة:

جميع مرضى الحروق المراجعين لشعبة الجراحة التجميلية والترميمية في مستشفى المواساة الجامعي في دمشق من بداية شهر آذار عام 2023 حتى بداية شهر آذار عام 2024، والموافقين على بروتوكول العلاج والمحققين لمعايير الاشتمال.

مكان الدراسة:

شعبة الجراحة التجميلية والتصنيعية والحروق و المخبر العام ، مستشفى المواساة الجامعي في دمشق، الجمهورية العربية السورية.

الفترة الزمنية:

من بداية شهر آذار عام 2023 حتى بداية شهر آذار عام 2024.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة لمعرفة فيما إذا كان استخدام هذه التقنية مفيداً في زيادة التصاق وأخذ الطعوم وتقليل تشكل الأورام الدموية أي بالمحصلة تحسين شفاء الطعوم جزئية السماكة عند مرضى الحروق.

معايير الاشتمال في الدراسة:

- ✓ كلا الجنسين.
- ✓ العمر أكبر من 15 سنة.
- ✓ الضياعات المادية الناتجة عن الحروق الجلدية جزئية السماكة وكاملة السماكة والجاهزة للتطعيم.
- ✓ مساحة الحرق أكبر من 20% من مساحة سطح الجسم الكلية اعتماداً على المقياس المعدل ل Lund and Browder.
- ✓ حالة مناعية مستقرة (لا يوجد سوابق مرضية مناعية ذاتية او امراض مضعفة للمناعة -متضمنة السكري- مشخصة مسبقاً).
- ✓ ألبومين المصل < 2.5 غ/دل - خضاب الدم < 10 غ/دل - تعداد الصفائح الدموية ضمن المجال الطبيعي.

معايير الاستبعاد من الدراسة:

- ✗ المرضى المثبطين مناعياً أو المالحين كيميائياً أو شعاعياً أو بالستيروئيدات.
- ✗ العمر أصغر من 15 سنة.
- ✗ الضياعات المادية المترافقة مع انكشافات وترية، عظمية او غضروفية، أو الحاوية على خبائثه مشخصة أو تنخر أو إنتان أو قيح صريح .
- ✗ الحروق الكيميائية .
- ✗ مساحة الحرق الكلية أقل من 20%
- ✗ الحوامل والمرضعات
- ✗ الأدوية التي تؤثر على وظائف الصفائح الدموية

☒ ألبومين المصل > 2.5 غ/دل

☒ حروق الرأس والعنق.

خطة البحث:

1- أخذ القصة المرضية الكاملة للمرضى المحققين لمعايير الإدخال مع تقييم درجة الحرق سريريا وتقدير مساحة الحرق حسب المقياس المعدل ل Lund and Browder.

2- انتقاء قطاع تشريحي معين (بمساحة 200 سم² تقريبا) كان قد تمت معالجته بالضمادات المناسبة و أصبح جاهزا للتطعيم و ذا نسيج حبيبي متجانس , عند مريض حقق معايير الإدخال بالدراسة. و تقسيم هذا القطاع الى جزئين متساويين كل منهما (100 سم² تقريبا) أحدهما سيتم تطعيمه مع استخدام الطرق التقليدية للتثبيت الميكانيكي من خرزات و قطب مع تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ قبل التطعيم مباشرة , والجزء الآخر سيتم تثبيت الطعم فيه بالطرق التقليدية الميكانيكية المذكورة لكن دون تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ.

3- تحضير البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ قبل إدخال المريض الى غرفة العمليات مباشرة على الشكل التالي:

1.3 سحب 10 مل من الدم الوريدي للمريض مع مراعاة شروط العقمة إلى 5 أنابيب سحب دم (PT

Tube) يحوي كل منها على 0.2 مل سترات الصوديوم 3.8% بحيث يتم تعبئة كل منها حتى علامة 2 مل .

(أي حجم واحد من سترات الصوديوم مقابل 9 أحجام من الدم الوريدي) .

2.3 مزج الأنابيب بشكل جيد لضمان امتزاج الدم مع مادة سترات الصوديوم.

3.3 تم اعتماد طريقة التثقيف المتبعة في دراسة (2) Thimmanahalli بتثقيف المزيج بسرعة 3000 دورة/د

لمدة خمس دقائق في المخبر العام بمستشفى المواساة الجامعي في دمشق من قبل الفني الموجود باستخدام جهاز مثقلة SCIOLOGEX .

4.3 ترك الركازة المتشكلة في قاع الأنابيب ثم نزع غطاء الأنبوب بحذر وسحب المصل الطافي فوقها مع ال (Buffy Coat) بالإبرة بهدوء بالاستناد على الجدار الداخلي للأنبوب .

5.3 وضع السائل في أنبوب جاف بعد نزع الغطاء و بهدوء وتبليده بسرعة 1000 دورة/د لمدة خمس

دقائق.

6.3 سحب السائل الطافي حتى الوصول لعلامة 2 مل .

4- تطبيق 2 مل من البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ على الجزء المحدد مسبقا من الضياع المادي،

بسحبها من الأنبوب إلى محقنة و رشها (تنقيطها) على المساحة المستهدفة قبل تثبيت الطعم مباشرة .

5- في أثناء تحضير البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ يكون قد تم قطف الطعوم جزئية السماكة من منطقة

تشريحية واحدة مناسبة حسب توافرها لدى كل مريض وباستخدام الديرماتوم اليدوي و تنقيتها بالمبضع الجراحي

دون تشبيكها .

6- تثبيت الطعوم جزئية السماكة على الضياع المادي الجاهز للتطعيم باستخدام الطرق التقليدية للتثبيت أي

باستخدام الخرزات أو القطب الجراحية.

7- تطبيق ضماد ضاغط غير لاصق على كل جزء من الضياع المادي المدروس على حدة والمكان المعطي.

8- كشف ضماد الطعوم للمرة الأولى بعد مضي 48 ساعة من التطعيم لتقييم التصاق الطعم عبر إمكانية

تحريكه على السرير بالإصبع و تقييم وجود ورم دموي من عدمه.

9- مراقبة النز الواصل للضماد الخارجي للطعم أو المكان المعطي وفي حال حدوث ذلك يتم تبديله .

10- في نهاية الأسبوع الأول يتم تقييم أخذ الطعوم حيث تعتبر آخذة في حال انحلال جزء لا يتجاوز 20% من مساحة الطعم و يتم تقييم الانحلال بتغير اللون (شحوب - ازرقاق - اسوداد) أو الانفصال عن سرير الطعم أو النز القيحي أو غياب عود الامتلاء الشعري .

11- تم إدخال البيانات التي تم جمعها في جداول واستمارات ومن خلال Microsoft Excel sheets, 2010

محددات الدراسة :

دراسة مركز وحيد.
المعايير المطبقة لتقييم المتغيرات المدروسة تعتمد على خبرة الطبيب الفاحص وتقييمه السريري الذي قد يتراوح بين طبيب وآخر.
تعدد الجراحين و التقنيين مما يزيد خطر الانحياز.
نقل الدم أو مشتقاته لتجهيز المريض للتطعيم من الناحية المخبرية مما قد يؤثر على وظيفة الصفائح الدموية عند المريض.



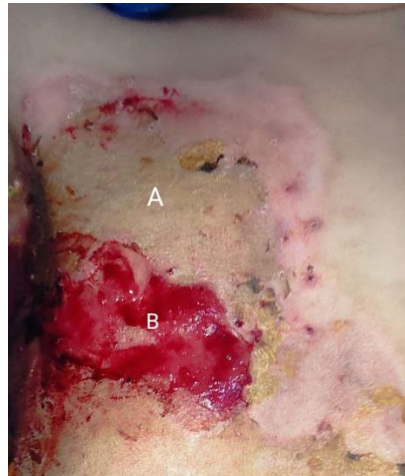
الشكل (9) كيفية تقسيم المنطقة المدروسة



الشكل (10) فقدان الطعم في المنطقتين



الشكل (11) جهاز التنفيل المستخدم



الشكل (12) فقدان الطعم في المنطقة B بدون البلازما الغنية بالصفائح



الشكل (13) أنبوب PT TUBE المستخدم في مرحلة التنفيل الأولى

الفصل الثاني

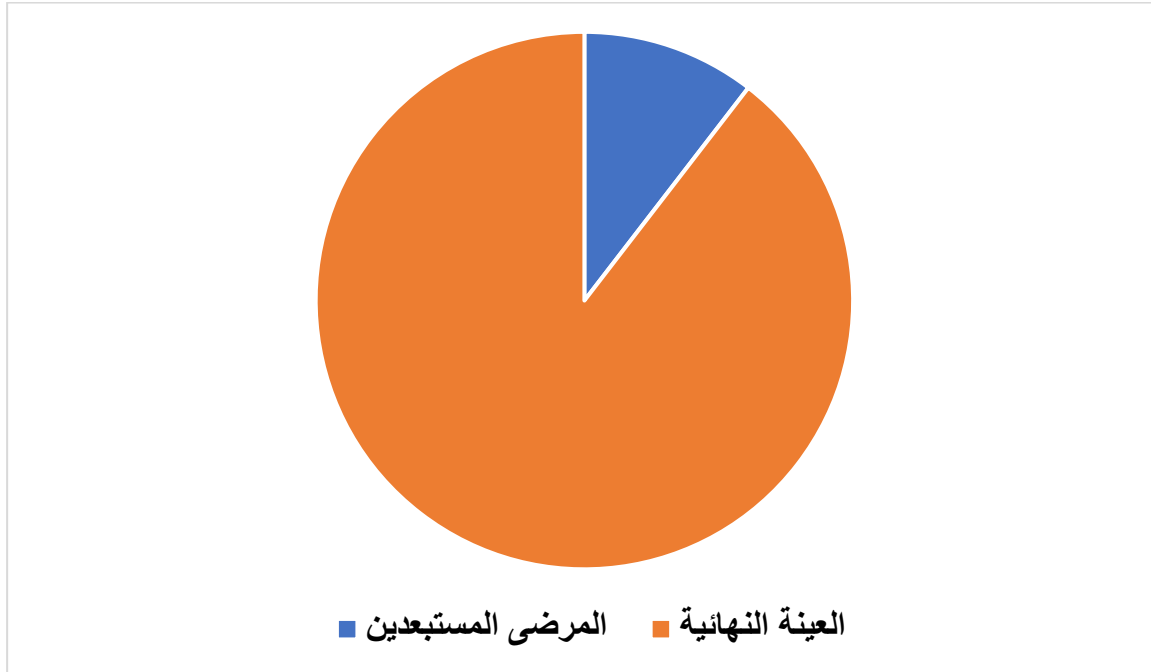
النتائج الإحصائية

التحليل الإحصائي للبيانات:

- ✓ سيتم تدوين جميع البيانات ومعالجتها وتصنيفها في مجموعات وجداول ومخططات بيانية تعكس الدراسة بواسطة برنامج IBM® SPSS® Statistics v24.
- ✓ ثم اختبار الفرضيات من خلال الاختبارات الإحصائية المناسبة.
- ✓ ثم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام الاختبارات المناسبة واعتبار قيمة مستوى الدلالة ذات أهمية عند $P \leq 0.05$.
- ✓ وستقارن النتائج التي حصلنا عليها مع الدراسات العالمية.

1- العينة البدئية والنهائية:

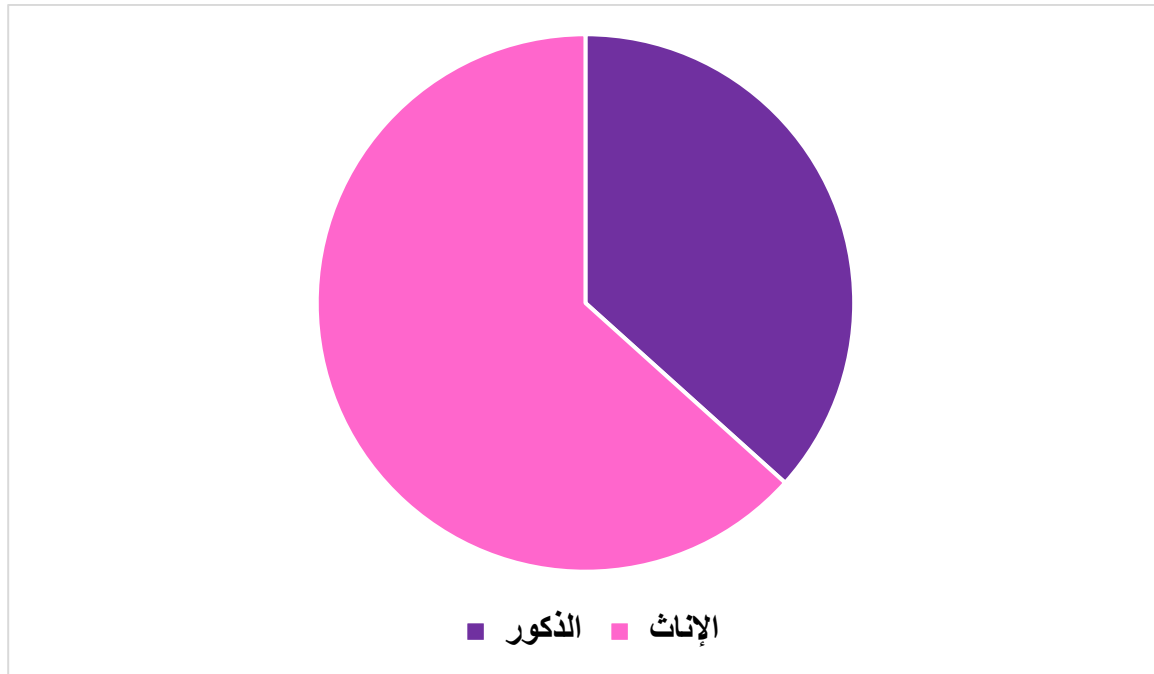
شملت العينة الأولية 67 مريضاً، تم استبعاد 7 مرضى بسبب عدم المتابعة، فأصبحت العينة النهائية 60 مريضاً



المخطط البياني (1) العينة البدئية والنهائية

2- توزيع المرضى حسب الجنس:

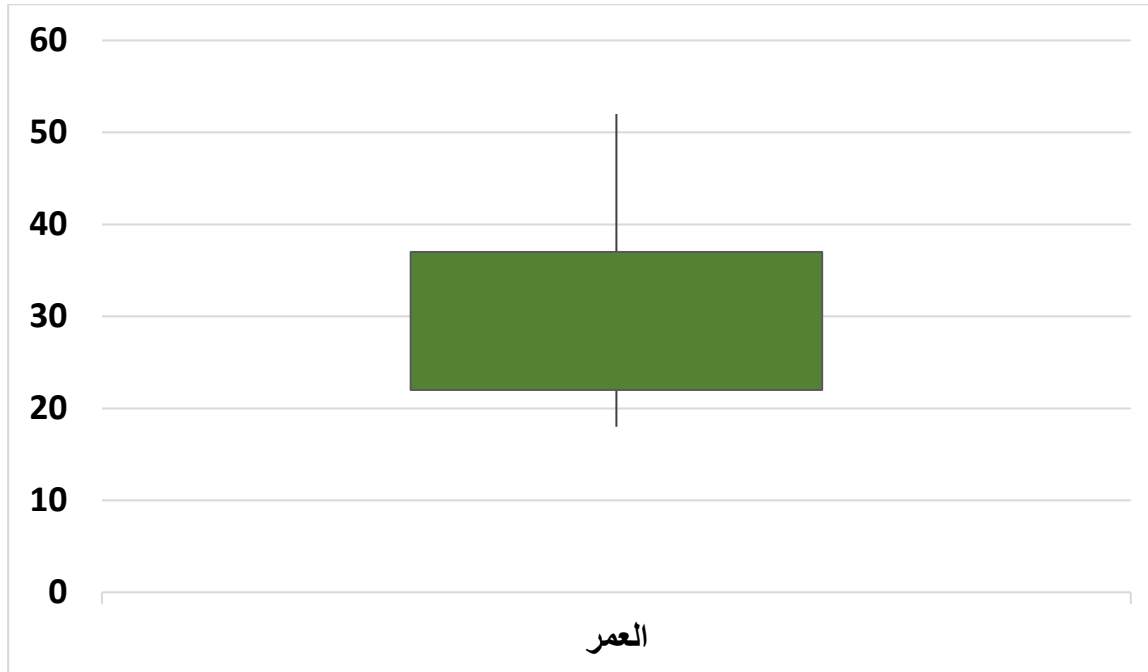
شملت العينة 22 ذكراً بنسبة 36.7% و 38 أنثى بنسبة 63.3%



المخطط البياني (2) توزيع المرضى حسب الجنس

3- توزيع المرضى حسب العمر:

كان متوسط العمر 27.4 سنة، والانحراف المعياري 7.18، وتراوحت القيم بين 18-52 سنة

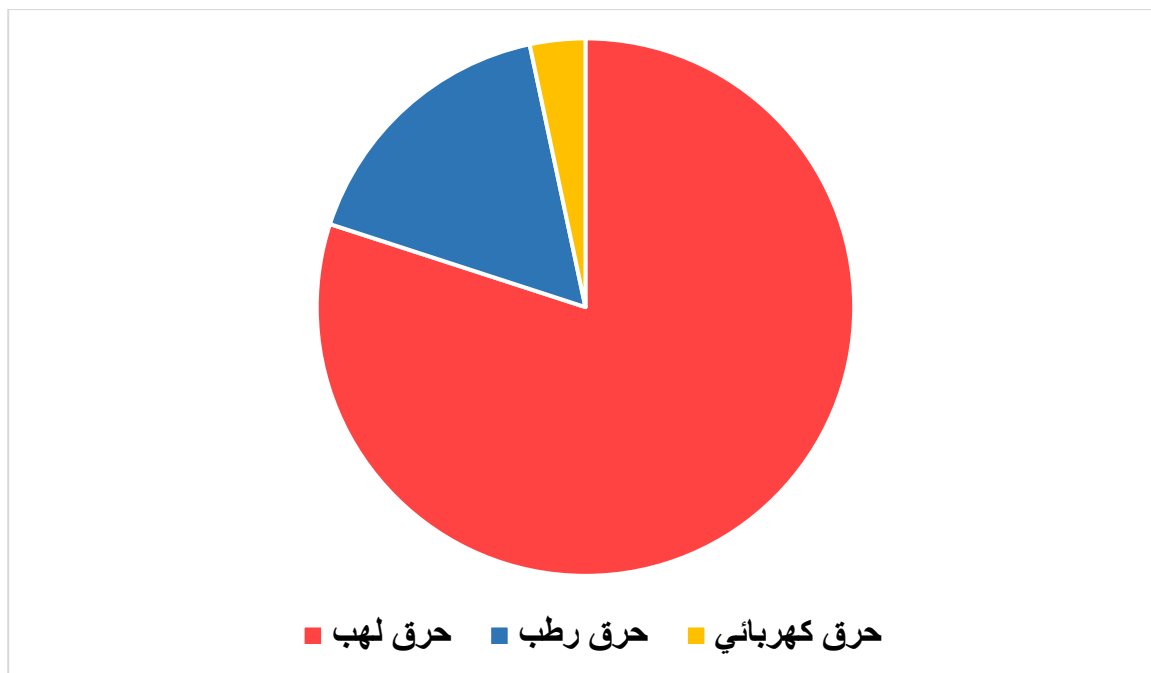


المخطط البياني (3) توزيع المرضى حسب العمر

4- توزيع العينة حسب سبب الحرق:

كان التوزيع حسب سبب الحرق كالتالي:

- حرق لهب: شملت 48 مريض بنسبة 80%
- حرق رطب: شملت 10 مرضى بنسبة 16.7%
- حرق كهربائي فلاش: شملت مريضين بنسبة 3.3%

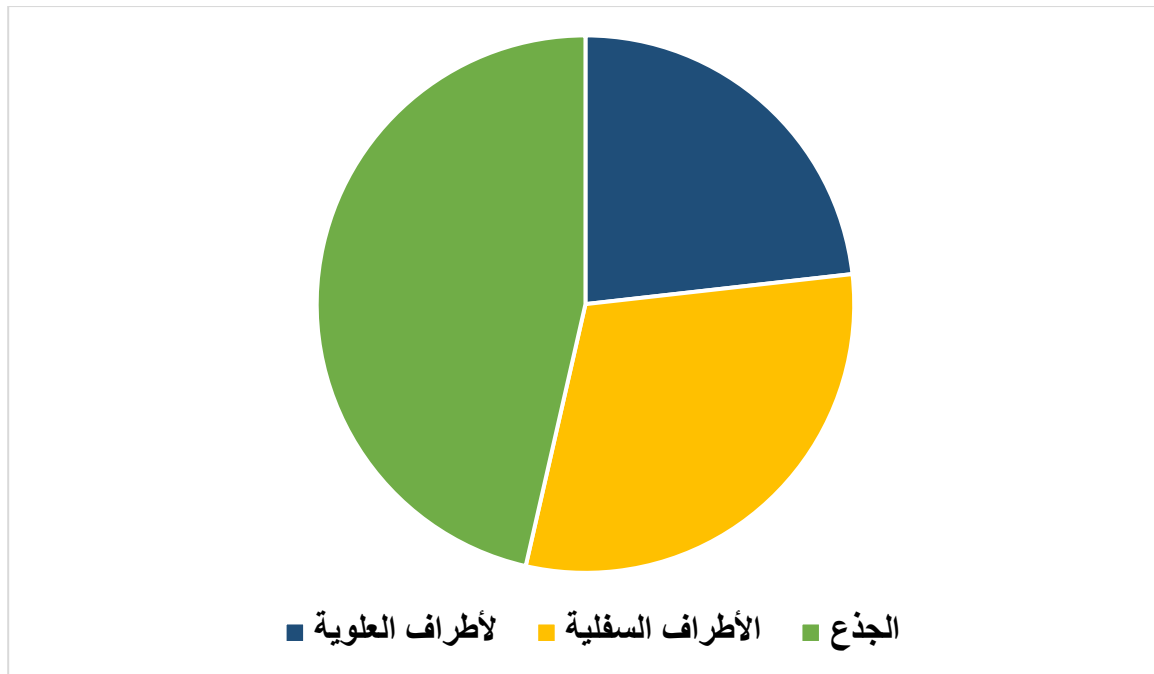


المخطط البياني (4) توزيع المرضى حسب سبب الحرق

5- توزيع العينة حسب مكان الحرق:

كان التوزيع حسب مكان الحرق كالتالي:

- الأطراف العلوية: شملت 13 مريضاً بنسبة 21.7%.
- الأطراف السفلية: شملت 21 مريضاً بنسبة 35%.
- الجذع: شملت 26 مريضاً بنسبة 43.3%.

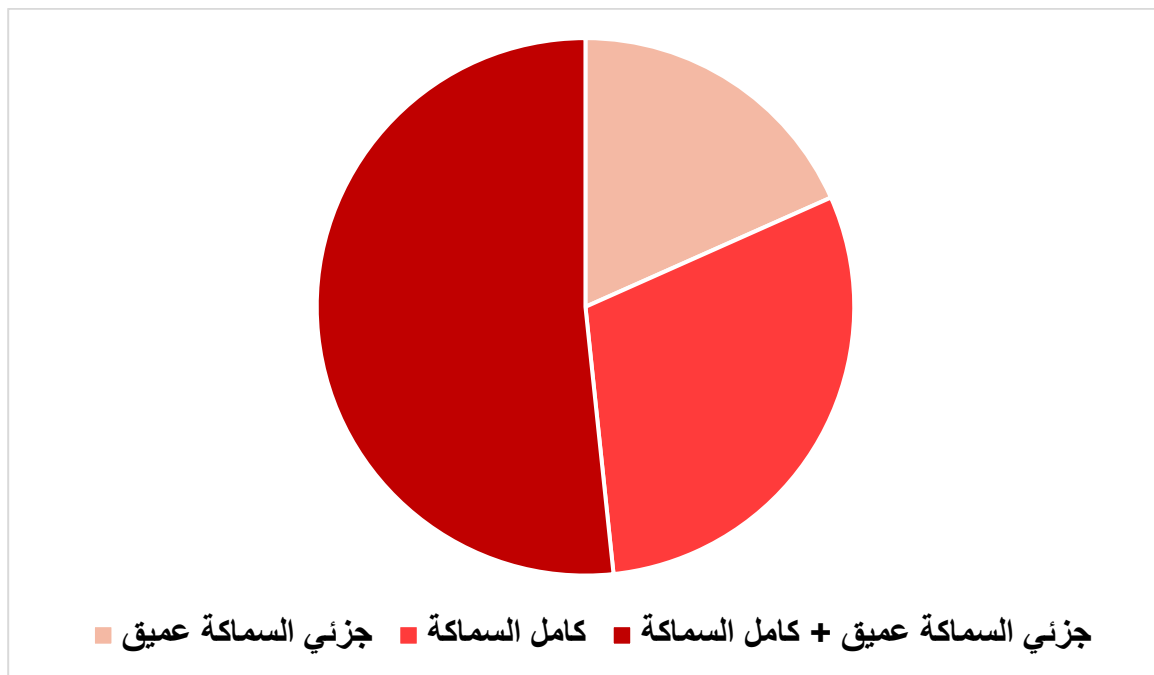


المخطط البياني (5) توزيع المرضى حسب مكان الحرق

6- توزيع العينة حسب عمق الحرق عند القبول:

كان التوزيع حسب عمق الحرق كالتالي:

- جزئي السماكة عميق: شملت 11 مريضاً بنسبة 18.3%.
- كامل السماكة: شملت 18 مريضاً بنسبة 30%.
- جزئي السماكة عميق + كامل السماكة: شملت 31 مريضاً بنسبة 51.7%.



المخطط البياني (6) توزيع المرضى حسب عمق الحرق

7- توزيع المرضى حسب مساحة الحرق عند القبول :

كان متوسط مساحة الحرق 31%، والانحراف المعياري 6.52 ، وتراوحت القيم بين 20% حتى 42%



المخطط البياني (7) توزيع المرضى حسب مساحة الحرق عند القبول

8- التصاق الطعم:

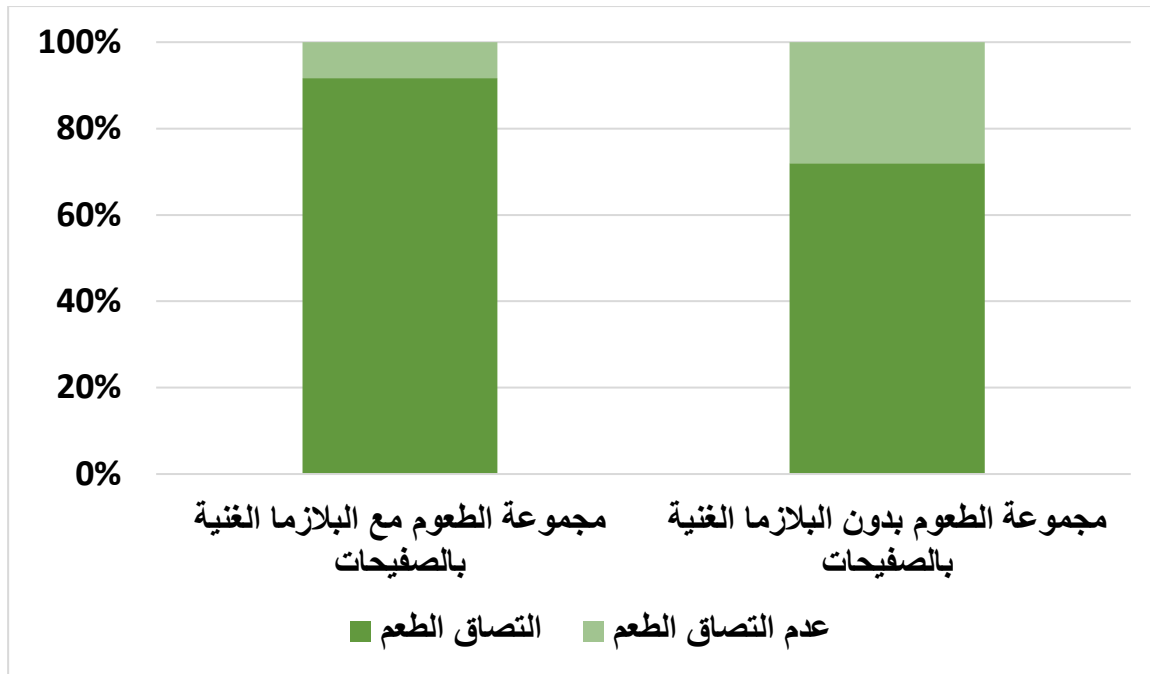
كان توزيع التصاق الطعم حسب المجموعات كالتالي:

- مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح: كانت نسبة التصاق الطعم 91.6% (55 طعم)
- مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح: كانت نسبة التصاق الطعم 76.6% (46 طعم).
- كل حالات عدم الالتصاق بمجموعة البلازما الغنية بالصفائح ترافقت مع عدم التصاق في الطعم بدون البلازما الغنية بالصفائح عند المريض نفسه.
- كل حالات عدم الالتصاق أدت إلى فقدان الطعم .

عند إجراء اختبار Chi-Squared كانت قيمة $X^2 = 26.7284$ وقيمة $P \text{ Value} = 0.003$ وبالتالي يوجد فرق هام إحصائياً عند مقارنة التصاق الطعم بشكل مباشر بين المجموعتين.

الجدول (1) نسبة التصاق الطعم

بدون البلازما الغنية بالصفائح	البلازما الغنية بالصفائح	
46 (76.6%)	55 (91.6%)	التصاق الطعم
26.7284		X^2
0.003		P Value



المخطط البياني (9) نسبة التصاق الطعام

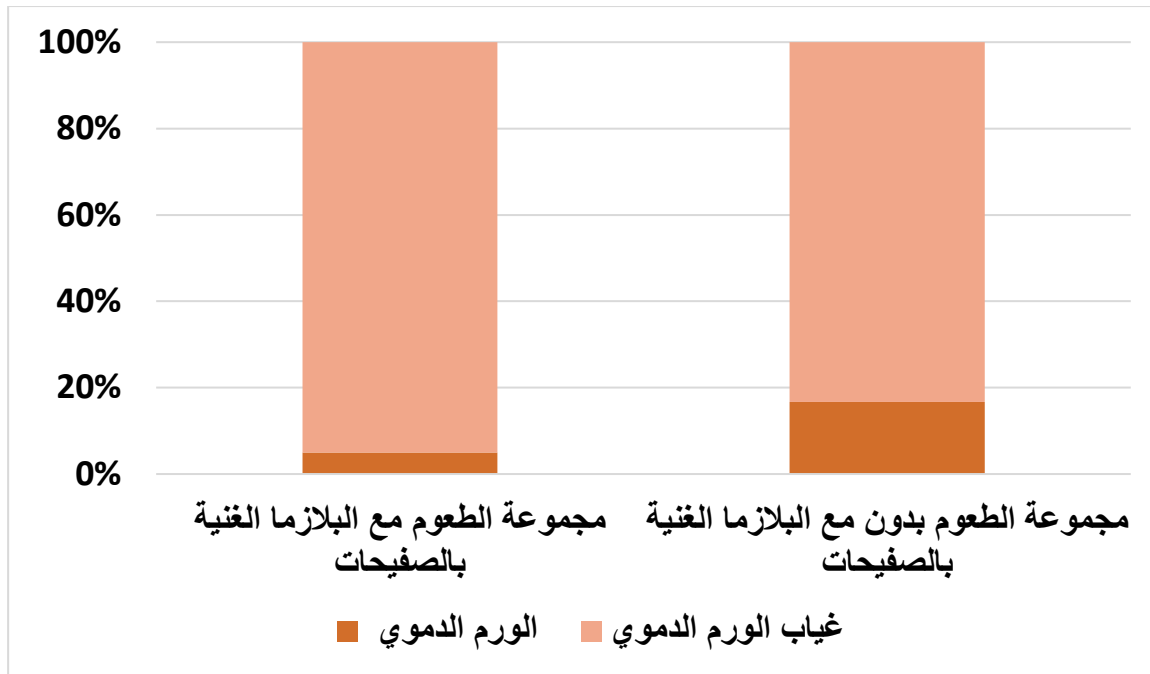
10- الورم الدموي:

كان توزع الورم الدموي حسب المجموعات كالتالي:

- مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح: كانت نسبة الورم الدموي 5% (3 طعوم)
 - مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح: كانت نسبة الورم الدموي 16.7% (10 طعوم).
 - كل حالات الورم الدموي بمجموعة البلازما الغنية بالصفائح ترافقت مع ورم دموي في الطعم بدون البلازما الغنية بالصفائح عند المريض نفسه.
 - كل حالات الورم الدموي ترافقت بطبيعة الحال مع عدم التصاق وكلها أدت إلى فقدان الطعم.
- عند إجراء اختبار Chi-Squared كانت قيمة $X^2 = 4.2272$ وقيمة $P \text{ Value} = 0.039$ وبالتالي يوجد فرق هام إحصائياً عند مقارنة نسبة الورم الدموي بين المجموعتين.

الجدول (2) نسبة الورم الدموي

الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح	الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح	
10 (16.7%)	3 (5%)	الورم الدموي
4.2272		X^2
0.039		P Value



المخطط البياني (10) نسبة الورم الدموي

11- فقدان الطعم:

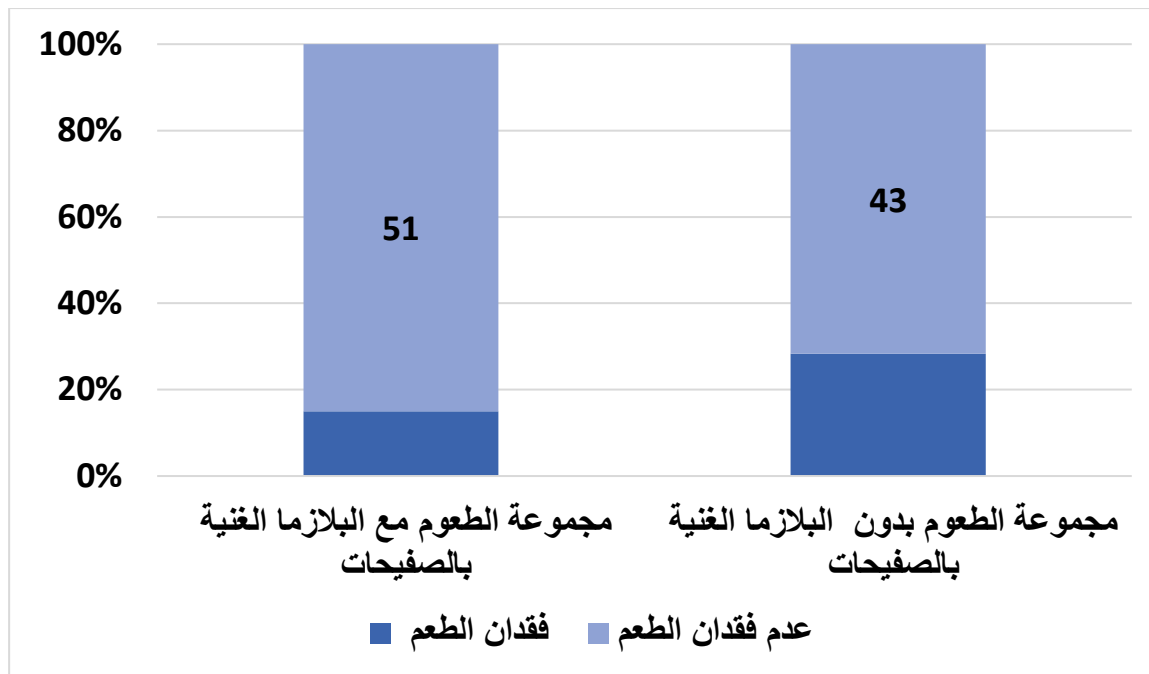
كان توزيع فقدان الطعم حسب المجموعات كالتالي:

- مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح: كانت نسبة فقدان الطعم 15% (9 طعوم)
- مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح : كانت نسبة فقدان الطعم 28.3% (17 طعما).
- كل حالات فقدان الطعم بمجموعة البلازما الغنية بالصفائح ترافقت مع فقدان في الطعم بدون البلازما الغنية بالصفائح عند المريض نفسه.
- في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح حدث فقدان 4 طعوم دون أن يترافق ذلك بعدم التصاق أو ورم دموي . وفقدان طعمين مع عدم التصاق دون ورم دموي . و 3 طعوم مع كليهما.
- في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح حدث فقدان 3 طعوم دون أن يترافق ذلك بعدم التصاق أو ورم دموي . وفقدان 4 طعوم مع عدم التصاق دون ورم دموي . و 10 طعوم مع كليهما.

عند إجراء اختبار Chi-Squared كانت قيمة $X^2 = 6.117$ وقيمة $P \text{ Value} = 0.041$ وبالتالي يوجد فرق هام إحصائياً عند مقارنة فقدان الطعم بين المجموعتين.

الجدول (3) نسبة فقدان الطعم

مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح	مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح	
17 (28.3%)	9 (15%)	فقدان الطعم
6.117		X^2
0.041		P Value



المخطط البياني (11) نسبة فقدان الطعام

الفصل الثالث

مناقشة نتائج البحث والمقارنة مع الدراسات العالمية

سيتم مناقشة النتائج التي سبق ذكرها والمقارنة مع الدراسات العالمية بغية الوصول إلى مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات ؛ و يقتضي التنويه إلى أن الدراسة تمت بتقسيم منطقة التطعيم عند المريض نفسه في المنطقة التشريحية نفسها على سرير تطعيم متجانس و باستخدام طعم من منطقة تشريحية واحدة مناسبة حسب توافرها عند كل مريض باستخدام الديرماتوم اليدوي ؛ وذلك لتحديد أية متغيرات ناتجة عن اختلاف الحالة العامة والمخبرية للمرضى أو اختلاف بيئة الجرح الموضعية أو نوعية الطعم المطبق و تقنيات قطفه.

1-التصاق الطعم :

تعد مرحلة التصاق الطعم أولى مراحل شفاء الطعوم الجلدية و تحدث خلال أول 48 ساعة إذ أن بعد تثبيت الطعم مباشرة تتشكل شبكة فيبرينية تلعب دور لاصق حيوي ؛ و يمكن تقييم ذلك سريرياً بالجرس الإصبعي اللطيف إذ يجب أن يكون الطعم الجلدي ثابتاً غير متموج و غير قابل للتحريك على سرير الطعم . وتعد هذه المرحلة أساسية و هامة لنجاح أخذ الطعم الجلدي و حيويته لذلك حدث فقدان الطعم لاحقاً عند الطعوم غير الملتصقة في كل الحالات في دراستنا . و يمكن أن تتأثر مرحلة الالتصاق بعدة عوامل كالإرقاء غير الكافي لسرير الطعم أو التأثيرات الميكانيكية الخارجية مما يزيد فرصة تجمع دموي أو مصلي تحت الطعم وبالتالي فقدانه - مما يفسر ترافق حدوث عدم الالتصاق والورم الدموي عند جزأي المنطقة المطعمة المدروسة عند نفس المريض في بعض الحالات - وعند حدوث ذلك يجب زيادة الاهتمام بثبيت الضماد وتطبيق ضغط خفيف على الضماد الخارجي بالأربطة الضاغطة و تخفيف العوامل الميكانيكية الخارجية المؤثرة كتنشيت الأطراف بالجائز و تقليل حركة المريض خارج السرير قدر الإمكان وبالتالي زيادة فرصة عيشية الطعم . (209-211)

في دراستنا كان هناك التصاق لطعم الجلد بسرير الجرح في (91.6%) في مجموعة طعوم البلازما الغنية بالصفائح الدموية مقارنة بمجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح التي كانت النسبة فيها (76.6%). حدث ورم دموي عند 10 طعوم من أصل 14 طعم عدم التصاق في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح ، حدث ورم دموي عند 3 طعوم من أصل 5 طعوم عدم التصاق في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح و يعزى ذلك لاحتباس السائل المصلي الدموي تحت الطعم و عدم إمكانية تصريفه بسبب عدم كفاية تنقيب الطعم غالبا". وفقاً لـ Schade and Roukis فإن إضافة البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ إلى سرير الطعوم الجلدية جزئية السماكة حسن الشفاء الأولي وقلل مدة الشفاء نتيجة لتقليل تأثير القوى الميكانيكية الخارجية التي قد يتعرض لها الطعم إضافة إلى تحسين بيئة الضياع المادي بعوامل النمو (188).

2-الورم الدموي :

يعتبر تشكل الورم الدموي تحت الطعوم الجلدية من أهم الاختلاطات المؤدية لفقدان جزئي أو كلي للطعم نتيجة لعدة آليات منها تشكيل حاجز أمام التصاق الطعوم على السرير مما يقلل فرصة إعادة توعية الطعم ؛ و زيادة خطر الإنتان ؛ إضافة لزيادة إمكانية تحرك الطعم على سريره . تتم الوقاية من حدوث الورم الدموي بشكل رئيسي بالأرقاء الكافي لسرير الطعم و تنقيب الطعم لمنع حدوث تجمع دموي أو مصلي تحته .و يتم تقييمه سريرياً بارتفاع الطعم عن السرير أو تغيرات لونية أو وجود نز دموي مصلي (192-194).

في دراستنا لوحظ وجود ورم دموي عند (5%) في مجموعة طعوم البلازما الغنية بالصفائح الدموية مقارنة بمجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح التي كانت النسبة (16.7%) . و في كل هذه الحالات حدث فقدان جزئي أو كلي للطعم بالرغم من وسائل إنقاذ الطعم من بزل بالإبرة أو تنقيب الطعم أو تطبيق ضماد ضاغط .

3-فقدان الطعم :

حتى بعد حدوث التصاق بعد 48 ساعة من التطعيم ، يكون الطعم لا يزال عرضة للفقدان لأسباب كثيرة يأتي الانتان في المقام الأول و أسباب أخرى مثل القوى الميكانيكية الخارجية المؤثرة و فشل مرحلة إعادة التوعية لعدم كفاية الانضمار الجراحي أو عوامل جهازية كالتدخين وسوء التغذية مما يفسر ترافق فقدان الطعم بالجزأين المدروسين عند بعض المرضى .

في دراستنا لوحظ فقدان الطعم عند (15%) من مجموعة طعوم البلازما الغنية بالصفائح مقارنة بمجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح التي كانت النسبة فيها (28%) . و تجدر الإشارة إلى أنه في مجموعة طعوم البلازما الغنية بالصفائح حدث ورم دموي عند 3 طعوم من أصل 9 طعوم تم فقدانها و حدث ورم دموي عند 10 طعوم من أصل 17 طعم تم فقدانها.

تتمتع البلازما الغنية بالصفائح الدموية ذاتية المنشأ بإمكانيات كبيرة وفوائد عملية تعمل على تحسين نتائج أخذ الطعوم من الحروق. لم يتم ملاحظة أي آثار جانبية أو تفاعلات عند تطبيق البلازما الغنية بالصفائح الدموية الذاتية على الجرح، وبالتالي يعتبر استخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية آمناً وفعالاً في علاج الضياعات المادية الناتجة عن الحروق الجلدية.

يمكن المقارنة مع دراسة Gupta et al (1) في الهند عام 2020 وشملت 200 مريض حروق. تم تقسيم العينة لمجموعتين، شملت المجموعة الأولى 100 مريض ممن خضعوا لاستخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية الذاتية، وشملت المجموعة الثانية 100 مريض من مجموعة الشواهد الذين خضعوا لطريقة العلاج التقليدية حيث تم تحضير البلازما الغنية بالصفائح بجمع الدم الوريدي ضمن قوارير حاوية على ACD (Anticoagulant Citrate Dextrose) و تثقيبها لمدة 10 دقائق بسرعة 3500 دورة/دقيقة و تطبيق 5 مل من البلازما الغنية بالصفائح لكل 100 سم² على شكل فيلم رقيق قبيل تثبيت الطعم.

كانت نسبة الذكور في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 59% وفي مجموعة الشواهد 48%. كان متوسط عمر المرضى 45.1 عامًا في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية و 48.2 عامًا في مجموعة الشواهد. كانت نسبة التصاق الطعم في اليوم الثاني في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 89% وفي مجموعة الشاهد 70% حيث أكدت الدراسة أن التصاق الطعم باليوم الثاني كان أفضل في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح [t(51) = 2.1, p = 0.04]. كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 2%، وفي مجموعة الشواهد كانت 8%. لوحظ فقدان 50% من الطعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية عند 2%، بينما في مجموعة الشواهد حدث فقدان 50% من الطعم أو أكثر عند 5%. وبالتالي وجدت هذه الدراسة أن البلازما الغنية بالصفائح الدموية تعتبر طريقة آمنة وفعالة من حيث التكلفة وتزيد معدل التصاق الطعم لدى مرضى الحروق مع تقليل معدل الورم الدموي.

كما يمكن المقارنة مع دراسة Thimmanahalli et al (2) في الهند عام 2019 وشملت 60 مريض حروق. تم تقسيم العينة لمجموعتين، شملت المجموعة الأولى 30 مريض ممن خضعوا لاستخدام البلازما الغنية بالصفائح الدموية الذاتية، وشملت المجموعة الثانية 30 مريض من مجموعة الشواهد الذين خضعوا لطريقة العلاج التقليدية. تم تحضير البلازما الغنية بالصفائح بجمع الدم الوريدي ضمن قوارير حاوية على CPDA (Citrate Phosphate Dextrose Adenine) و تثقيب المزيج بسرعة 3000 دورة/د لمدة خمس دقائق و ترك الركازة المتشكلة في قاع الأنبوب وسحب السائل الطافي فوقها وهو عبارة عن البلازما الفقيرة بالصفائح ثم وضع السائل في أنابيب جافة وتثبيتها بسرعة 1000 دورة/د لمدة خمس دقائق ثم التخلص من النصف العلوي والاحتفاظ بالنصف السفلي الذي يمثل البلازما الغنية بالصفائح ثم تطبيق 5 مل من البلازما الغنية بالصفائح ذاتية

المنشأ لكل 100 سم² من الضياع المادي. كانت نسبة الذكور في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 24.8% وفي مجموعة الشواهد 27.9%. كان متوسط عمر المرضى 49.1 عامًا في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية و 55.87 عامًا في مجموعة الشواهد. كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 3.3%، بينما في مجموعة الشواهد كانت 23.3%، مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين. كانت نسبة فقدان الطعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 6.7%، بينما في مجموعة الشواهد كانت 33.3%، مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين .

كانت نسبة الذكور في دراستنا 36.7%، وفي دراسة (2) Thimmanahalli et al كانت نسبة الذكور في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 24.8% وفي مجموعة الشواهد 27.9%. وفي دراسة Gupta et al (1) كانت نسبة الذكور في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 59% وفي مجموعة الشواهد 48% .

كان متوسط العمر في دراستنا 27.4 سنة، وفي دراسة (2) Thimmanahalli et al كان متوسط عمر المرضى 49.1 عامًا في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية و 55.87 عامًا في مجموعة الشواهد. وفي دراسة Gupta et al (1) كان متوسط عمر المرضى 45.1 عامًا في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية و 48.2 عامًا في مجموعة الشواهد .

كانت نسبة التصاق الطعم في دراستنا في مجموعة الطعوم البلازما الغنية بالصفائح الدموية 91.6%، وفي مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح 76.6% مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين. وفي دراسة Gupta et al (1) كانت نسبة التصاق الطعم في اليوم الثاني في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 89%، بينما في مجموعة الشواهد كانت نسبة التصاق الطعم في اليوم الثاني 85% ، مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين .

كانت نسبة الورم الدموي في دراستنا في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية 5%، بينما في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح كانت 16.7%، مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين .

وفي دراسة (1) **Gupta et al** كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 2٪، وفي مجموعة الشواهد كانت 8٪. بينما في دراسة (2) **Thimmanahalli et al** كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 3.3٪، وفي مجموعة الشواهد كانت 23.3٪.

و يلاحظ الفرق في بعض النسب بين دراستنا والدراستين العالميتين بما يخص التصاق الطعم والورم الدموي و قد يعزى ذلك لعوامل عديدة منها خبرة الجراح في تثبيت الطعم وكيفية تطبيق الضماد الأول بعد التطعيم مباشرة و تحقيق الأرقاء الكافي .

كانت نسبة فقدان الطعم في دراستنا في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية 15٪، بينما في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح كانت 28.3٪، مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين.

في دراسة (2) **Thimmanahalli et al** كانت نسبة فقدان الطعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 6.7٪، بينما في مجموعة الشواهد كانت 33.3٪، مع وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين. في دراسة (1) **Gupta et al** لوحظ فقدان 50٪ من الطعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية عند 2٪، بينما في مجموعة الشواهد حدث فقدان 50٪ من الطعم أو أكثر عند 5٪. و قد يفسر الفرق في النسب بين الدراسات الثلاثة بعوامل عدة منها اختلاف الغشاء الحيوي (Biofilm) بين المراكز الطبية المختلفة و تقنيات قطف الطعوم الجلدية و كفاية الإرقاء و طرق التثبيت و طريقة الضماد و بروتوكولات التغطية الإنتانية و تعريف فقد الطعم .

الجدول (4) المقارنة مع الدراسات العالمية

المكان	دراستنا	(1) Gupta et al	Thimmanahalli et al (2)
سوريا	الهند	الهند	
2025	2020	2019	
60	200	60	
نسبة الذكور	36.7٪	في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح	في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح

الدموية 24.8% وفي مجموعة الشواهد 27.9%	الدموية 59% وفي مجموعة الشواهد 48%		
عامةً في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية و 55.87 عامًا في مجموعة الشواهد	45.1 عامًا في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية و 48.2 عامًا في مجموعة الشواهد	27.4 سنة	متوسط العمر
-	في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 89%، بينما في مجموعة الشواهد كانت 85%.	في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية 91.6%، وفي مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح 76.6%	نسبة التصاق الطعم
كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 3.3%، وفي مجموعة الشواهد كانت 23.3%.	كانت نسبة الورم الدموي في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 2%، وفي مجموعة الشواهد كانت 8%.	في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية 5%، بينما في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح كانت 16.7%	نسبة الورم الدموي
في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية 6.7%، بينما في مجموعة الشواهد كانت 33.3%	فقدان 50% من الطعم في مجموعة البلازما الغنية بالصفائح الدموية عند 2%، بينما في مجموعة الشواهد حدث فقدان 50% من الطعم أو أكثر عند 5%.	في مجموعة الطعوم مع البلازما الغنية بالصفائح الدموية 15%، بينما في مجموعة الطعوم بدون البلازما الغنية بالصفائح كانت 28.3%	نسبة فقدان الطعم

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

وجدت هذه الدراسة أن تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي السماكة عند مرضى الحروق فعال في إعطاء نتائج أفضل من حيث التصاق الطعم ، و تجنب تشكل الورم الدموي، وفقدان الطعم.

التوصيات:

من واقع النتائج التي خلصت إليها دراستنا ننصح بالآتي:

- إجراء دراسة متعددة المراكز تشمل عينة أوسع.
- المقارنة مع أنواع و تراكيز مختلفة من البلازما الغنية بالصفائح الدموية.
- إجراء دراسة لعلاقة النتائج بمكان الحرق ومساحته و درجته والجنس والعمر .
- إجراء دراسة بما يخص باقي أنواع الحروق .

المراجع

1. Gupta S, Goil P, Thakurani S. Autologous Platelet Rich Plasma As A Preparative for Resurfacing Burn Wounds with Split Thickness Skin Grafts. World J Plast Surg. 2020 Jan;9(1):29-32. doi: 10.29252/wjps.9.1.29. PMID: 32190588; PMCID: PMC7068187.
2. Thimmanahalli GU, Kumar M. Efficacy of autologous platelet rich plasma over conventional mechanical fixation methods in split thickness skin grafting. Int Surg J 2019;6:108-13.
3. Sommeling CE, Heyneman A, Hoeksema H, Verbelen J, Stillaert FB, Monstrey S. The use of platelet-rich plasma in plastic surgery: a systematic review. J Plastic Reconstructive Aesth Surg. 2013;66(3):301-11.
4. Ratajczak J, Vangansewinkel T, Gervois P, Merckx G, Hilkens P, Quirynen M, et al. Angiogenic properties of 'leukocyte-and platelet-rich fibrin'. Sci Rep. 2018;8(1):14632.
5. Bielecki TM, Gazdzik TS, Arendt J, Szczepanski T, Krol W, Wielkoszynski T. Antibacterial effect of autologous platelet gel enriched with growth factors and other active substances: an in vitro study. J Bone Joint Surg. 2007;89(3):417-20
6. Cervelli V, Gentile P, Grimaldi M. Regenerative surgery: use of fat grafting combined with plateletrich plasma for chronic lower-extremity ulcers. Aesth Plastic Surg. 2009;33(3):340.
7. Smith RG, Gassmann CJ, Campbell MS. Plateletrich plasma: properties and clinical applications. J Lancaster Gen Hosp. 2007;2(2):73-7Majno G. The Healing Hand: Man and Wound in the Ancient World. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1975.
8. Majno G. The Healing Hand: Man and Wound in the Ancient World. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1975
9. Dupuytren G, Brierre de Boismont A-J-F, Paillard ALM. Leçons Orales de Clinique Chirurgicale, Faites à l'Hôtel-Dieu de Paris. Paris: Baillière; 1839.
10. Curling TB. On acute ulceration of the duodenum, in cases of burn. Med Chir Trans. 1842;25:260-281
11. Bull JP, Fisher AJ. A study of mortality in a burns unit: a revised estimate. Ann Surg. 1954;139(3):269-274.

12. Wolf SE, Rose JK, Desai MH, et al. Mortality determinants in massive pediatric burns. An analysis of 103 children with $\geq 80\%$ TBSA burns ($\geq 70\%$ full-thickness). *Ann Surg.* 1997;225(5):554-565, discussion 565-559.
13. Blades B, Mellis N, Munster AM. A burn specific health scale. *J Trauma.* 1982;22(10):872-875.
14. Munster AM, Horowitz GL, Tudahl LA. The abbreviated Burn-Specific Health Scale. *J Trauma.* 1987;27(4):425-428.
15. WISQARS Data and Statistics, Centers for Disease Control and Prevention. Available at: www.ded.gov/injury/wisqars/index.html.
16. National Burn Repository, American Burn Association. Available at: www.ameriburn.org/2016/%20ABA%20Full.pdf.
17. Williams JB, Ahrenholz DH, Solem LD, et al. Gasoline burns: the preventable cause of thermal injury. *J Burn Care Rehabil.* 1990;11: 446-450.
18. Gough J, Cheng ES, Pegg SP. Ten-year Brisbane experience in petrol burns: a preventable health burden. *Burns.* 2006;32:597-601.
19. Barillo DJ, Stetz CK, Zak AL, et al. Preventable burns associated with the misuse of gasoline. *Burns.* 1998;24:439-443.
20. Brand S, Otte D, Stubig T, et al. Mechanisms of motor vehicle crashes related to burns – an analysis of the German in depth accident study (GIDAS) database. *Burns.* 2013;39:1535-1540.
21. Purdue GF, Hunt JL, Layton TR, et al. Burns in motor vehicle accidents. *J Trauma.* 1985;25:216-219.
22. Barillo DJ, Cioffi WG, McManus WF, et al. Vehicle-related burn injuries. *Proc Assoc Adv Automot Med.* 1993;11:209-218.
23. Shergill G, Scerri GV, Regan PJ, et al. Burn injuries in boating accidents. *Burns.* 1993;19:229-231.
24. Safe Kids Worldwide, Burn Injury Fact Sheet 2015. Available at: www.safekids.org/sites/default/files/documents/skw_burns_fact_sheet_feb_2015.pdf
25. Baker SP, O'Neill B, Ginsberg NJ, et al. Fire, burns, and lightning. In: *The Injury Fact Book*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1992:161-173.
26. Hankins CL, Tang XQ, Phipps A. Hot beverage burns: an eleven year experience of the Yorkshire Regional Burns Centre. *Burns.* 2006;32:87-91.
27. Hankins CL, Tang XQ, Phipps A. Hot oil burns-a study of predisposing factors, clinical course and prevention strategies. *Burns.* 2006;32:92-96.
28. Klein MB, Gibran NS, Emerson D, et al. Patterns of grease burn injury: development of a classification system. *Burns.* 2005;31:765-767.
29. Wibbenmeyer L, Gittelman MA, Kluesner K, et al. A multicenter study of preventable contact burns from glass fronted fireplaces. *J Burns Care Res.* 2015;36:240-245.

30. Matzavakis I, Frangakis ZE, Charalampopolulou A, et al. Burn injuries related to motorcycle exhaust pipes: a study in Greece. *Burns*. 2005;31:372-374.
31. Hardwicke J, Hunter T, Staruch R, et al. Chemical burns – an historical comparison and review of the literature. *Burns*. 2012;38:383- 387.
32. Leeming MN, Ray C, Howland WS. Low-voltage direct current burns. *JAMA*. 1970;214:1681-1684.
33. Pride HB, McKinley DF. Third-degree burns from the use of an external cardiac pacing device. *Crit Care Med*. 1990;18:572-573.
34. Reisin L, Baruchin AM. Iatrogenic defibrillator burns. *Burns*. 1990;16:128.
35. Baker SP, O'Neill B, Ginsberg NJ, et al. Unintentional injury. In: Baker SP, O'Neill B, Ginsberg NJ, eds. *The Injury Fact Book*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1992:39-64.
36. Vierhapper MF, Lumenta DB, Beck H, et al. Electrical injury: a longterm analysis with review of regional differences. *Ann Plast Surg*. 2011;66:43-46.
37. Arnoldo BD, Purdue GF, Kowalske K, et al. Electrical injuries: a 20-year review. *J Burn Care Rehabil*. 2004;25:479-484.
38. Cancio LC, Jimenez Reyna JF, Barillo DJ, et al. One hundred ninety five cases of high-voltage electric injury. *J Burn Care Rehabil*. 2005;26:331-340.
39. Jensenius JS. A detailed analysis of recent lightning deaths in the United States. 23rd International Lightning Detection Conference, 2014. Available at: www.vaisala.com/Vaisala%20Documens/Scientific%20papers.
40. Roeder WP. Lightning has fallen to third leading source of US storm deaths. National Weather Association annual meeting, 2012. Available at: www.nwas.org/meetings/nwa2012/extendedabstract/NWA2012_P2.29_Roeder.pdf.
41. Cooper MA, Holle RL. Mechanisms of lightning injury should affect lightning safety messages. 3rd International Lightning Meteorology Conference, Orlando, Florida, 2010.
42. Ritenour AE, Morton MJ, McManus JG, et al. Lightning injury: a review. *Burns*. 2008;34:585-594.
43. Lightning-associated injuries and deaths among military personnel– United States, 1998–2001. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2002;51:859-862.
44. Lund CC, Browder NC. The estimation of areas of burns. *Surg Gynecol Obstet*. 1944;79:352-358.
45. Rossiter ND, Chapman P, Haywood IA. How big is a hand? *Burns*. 1996;22(3):230-231.
46. Neaman KC, Andres LA, McClure AM, et al. A new method for estimation of involved BSAs for obese and normal-weight patients with burn injury. *J Burn Care Res*. 2011;32(3):421-428.

47. Livingston EH, Lee S. Percentage of burned body surface area determination in obese and nonobese patients. *J Surg Res.* 2000;91(2):106-210.
48. Gatti JE, LaRossa D, Silverman DG, Hartford CE. Evaluation of the burn wound with perfusion fluorometry. *J Trauma.* 1983;23(3):202-206.
49. deCamara DL, Raine TJ, London MD, Robson MC, Heggors JP. Progression of thermal injury: a morphologic study. *Plast Reconstr Surg.* 1982;69(3):491-499.
50. Hettiaratchy S, Dziewulski P. ABC of burns: pathophysiology and types of burns. *BMJ.* 2004;328(7453):1427-1429.
51. American Burn Association/American College of S. Guidelines for the operation of burn centers. *J Burn Care Res.* 2007;28(1):134-141.
52. Waymack JP, Pruitt BA Jr. Burn wound care. *Adv Surg.* 1990;23: 261-389.
53. Arnoldo B, Klein M, Gibran NS. Practice guidelines for the management of electrical injuries. *J Burn Care Res.* 2006;27(4):439-447.
54. Curreri PW, Asch MJ, Pruitt BA. The treatment of chemical burns: specialized diagnostic, therapeutic, and prognostic considerations. *J Trauma.* 1970;10(8):634-642.
55. van Rensburg L. An experimental study of chemical burns. *S Afr Med J.* 1962;36:754-759.
56. Leonard LG, Scheulen JJ, Munster AM. Chemical burns: effect of prompt first aid. *J Trauma.* 1982;22(5):420-423.
57. Gruber RP, Laub DR, Vistnes LM. The effect of hydrotherapy on the clinical course and pH of experimental cutaneous chemical burns. *Plast Reconstr Surg.* 1975;55(2):200-204.
58. Dibbell DG, Iverson RE, Jones W, Laub DR, Madison MS. Hydrofluoric acid burns of the hand. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52(5):931-936.
59. Dalamaga M, Karmaniolas K, Nikolaidou A, Papadavid E. Hypocalcemia, hypomagnesemia, and hypokalemia following hydrofluoric acid chemical injury. *J Burn Care Res.* 2008;29(3):541-543.
60. Heimbach DM, Waeckerle JF. Inhalation injuries. *Ann Emerg Med.* 1988;17(12):1316-1320.
61. Thompson PB, Herndon DN, Traber DL, Abston S. Effect on mortality of inhalation injury. *J Trauma.* 1986;26(2):163-165.
62. McManus WF, Pruitt BA Jr. Thermal injuries. In: Mattox KL, Moore EE, Feliciano DV, eds. *Trauma.* Norwalk, CT: Appleton & Lange; 1988:675-689.
63. Blomgren I, Eriksson E, Bagge U. The effect of different cooling temperatures and immersion fluids on post-burn oedema and survival of the partially scalded hairy mouse ear. *Burns Incl Therm Inj.* 1985;11(3): 161-165.
64. Jandera V, Hudson DA, de Wet PM, Innes PM, Rode H. Cooling the burn wound: evaluation of different modalities. *Burns.* 2000;26(3): 265-270.

65. Saranto JR, Rubayi S, Zawacki BE. Blisters, cooling, antithromboxanes, and healing in experimental zone-of-stasis burns. *J Trauma*. 1983;23(10):927-933.
66. Moritz AR, Henriques FC. Studies of thermal injury: II. The relative importance of time and surface temperature in the causation of cutaneous burns. *Am J Pathol*. 1947;23(5):695-720.
67. Rajan V, Bartlett N, Harvey JG, et al. Delayed cooling of an acute scald contact burn injury in a porcine model: is it worthwhile? *J Burn Care Res*. 2009;30(4):729-734.
68. Sawada Y, Urushidate S, Yotsuyanagi T, Ishita K. Is prolonged and excessive cooling of a scalded wound effective? *Burns*. 1997;23(1): 55-58.
69. King TC, Zimmerman JM. First-aid cooling of the fresh burn. *Surg Gynecol Obstet*. 1965;120:1271-1273.
70. Ofeigsson OJ. Water cooling: first-aid treatment for scalds and burns. *Surgery*. 1965;57:391-400.
71. Purdue GF, Layton TR, Copeland CE. Cold injury complicating burn therapy. *J Trauma*. 1985;25(2):167-168.
72. Pushkar NS, Sandorminsky BP. Cold treatment of burns. *Burns Incl Therm Inj*. 1982;9(2):101-110.
73. Wood FM, Phillips M, Jovic T, et al. Water first aid is beneficial in humans post-burn: evidence from a bi-national cohort study. *PLoS ONE*. 2016;11(1):e0147259
74. Osgood PF, Szyfelbein SK. Management of burn pain in children. *Pediatr Clin North Am*. 1989;36(4):1001-1013.
75. Swain AH, Azadian BS, Wakeley CJ, Shakespeare PG. Management of blisters in minor burns. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1987;295(6591): 181.
76. Rockwell WB, Ehrlich HP. Should burn blister fluid be evacuated? *J Burn Care Rehabil*. 1990;11(1):93-95.
77. Demling RH, LaLonde C. Burn trauma. In: Blaisdell FW, Trunkey DD, eds. *Trauma Management*. IV. New York: Thieme Medical; 1989: 55-56.
78. Stratta RJ, Saffle JR, Kravitz M, Warden GD. Management of tar and asphalt injuries. *Am J Surg*. 1983;146(6):766-769.
79. Ashbell TS, Crawford HH, Adamson JE, Horton CE. Tar and grease removal from injured parts. *Plast Reconstr Surg*. 1967;40(4):330-331.
80. Demling RH, Buerstatte WR, Perea A. Management of hot tar burns. *J Trauma*. 1980;20(3):242.
81. Carta T, Gawaziuk J, Liu S, Logsetty S. Use of mineral oil Fleet enema for the removal of a large tar burn: a case report. *Burns*. 2015;41(2): e11-e14.
82. Hartford CE. The bequests of Moncrief and Moyer: an appraisal of topical therapy of burns – 1981 American Burn Association Presidential Address. *J Trauma*. 1981;21(10):827-834.

83. Barajas-Nava LA, Lopez-Alcalde J, Roque i Figuls M, Sola I, Bonfill Cosp X. Antibiotic prophylaxis for preventing burn wound infection. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(6):CD008738.
84. Heinrich JJ, Brand DA, Cuono CB. The role of topical treatment as a determinant of infection in outpatient burns. *J Burn Care Rehabil.* 1988;9(3):253-257.
85. Barret JP, Dziewulski P, Ramzy PI, et al. Biobrane versus 1% silver sulfadiazine in second-degree pediatric burns. *Plast Reconstr Surg.* 2000;105(1):62-65.
86. Hansbrough JF, Achauer B, Dawson J, et al. Wound healing in partial-thickness burn wounds treated with collagenase ointment versus silver sulfadiazine cream. *J Burn Care Rehabil.* 1995;16(3 Pt 1): 241-247.
87. Muller MJ, Hollyoak MA, Moaveni Z, et al. Retardation of wound healing by silver sulfadiazine is reversed by aloe vera and nystatin. *Burns.* 2003;29(8):834-836.
88. Hernigou P. Ambroise Paré's life (1510–1590): part I. *Int Orthop.* 2013; 37(3):543-547.
89. White R, Morris C. Mepitel: a non-adherent wound dressing with Safetac technology. *Br J Nurs.* 2009;18(1):58-64.
90. Bugmann P, Taylor S, Gyger D, et al. A silicone-coated nylon dressing reduces healing time in burned paediatric patients in comparison with standard sulfadiazine treatment: a prospective randomized trial. *Burns.* 1998;24(7):609-612.
91. Tang H, Lu G, Fu J, et al. An open, parallel, randomized, comparative, multicenter investigation evaluating the efficacy and tolerability of Mepilex Ag versus silver sulfadiazine in the treatment of deep partial-thickness burn injuries. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78 (5):1000-1007.
92. Huang Y, Li X, Liao Z, et al. A randomized comparative trial between Acticoat and SD-Ag in the treatment of residual burn wounds, including safety analysis. *Burns.* 2007;33(2):161-166.
93. Cuttle L, Naidu S, Mill J, et al. A retrospective cohort study of Acticoat versus Silvazine in a paediatric population. *Burns.* 2007;33(6): 701-707.
94. Friedman SG. Use of a new antimicrobial dressing (TheraBond) on a non-healing wound. *Wounds.* 2011;23(2):E1-E3.
95. Barillo DJ, Pozza M, Margaret-Brandt M. A literature review of the military uses of silver-nylon dressings with emphasis on wartime operations. *Burns.* 2014;40(suppl 1):S24-S29.
96. Highton L, Wallace C, Shah M. Use of Suprathel® for partial thickness burns in children. *Burns.* 2013;39(1):136-141.
97. Rahmanian-Schwarz A, Beiderwieden A, Willkomm LM, et al. A clinical evaluation of Biobrane® and Suprathel® in acute burns and reconstructive surgery. *Burns.* 2011;37(8):1343-1348.

98. Schwarze H, Kuntscher M, Uhlig C, et al. Suprathel, a new skin substitute, in the management of partial-thickness burn wounds: results of a clinical study. *Ann Plast Surg.* 2008;60(2):181-185.
99. Schwarze H, Kuntscher M, Uhlig C, et al. Suprathel, a new skin substitute, in the management of donor sites of split-thickness skin grafts: results of a clinical study. *Burns.* 2007;33(7):850-854.
100. Hermans MH. HydroColloid dressing (Duoderm) for the treatment of superficial and deep partial thickness burns. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1987;21(3):283-285.
101. Wyatt D, McGowan DN, Najarian MP. Comparison of a hydrocolloid dressing and silver sulfadiazine cream in the outpatient management of second-degree burns. *J Trauma.* 1990;30(7):857-865.
102. Tavis MJ, Thornton JW, Bartlett RH, Roth JC, Woodroof EA. A new composite skin prosthesis. *Burns.* 1980;7(2):123-130.
103. Gerding RL, Emerman CL, Effron D, et al. Outpatient management of partial-thickness burns: Biobrane versus 1% silver sulfadiazine. *Ann Emerg Med.* 1990;19(2):121-124.
104. Rejzek A, Weyer F, Eichberger R, Gebhart W. Physical changes of amniotic membranes through glycerolization for the use as an epidermal substitute. Light and electron microscopic studies. *Cell Tissue Bank.* 2001;2(2):95-102.
105. Kesting MR, Wolff KD, Hohlweg-Majert B, Steinstraesser L. The role of allogenic amniotic membrane in burn treatment. *J Burn Care Res.* 2008;29(6):907-916.
106. Maral T, Borman H, Arslan H, et al. Effectiveness of human amnion preserved long-term in glycerol as a temporary biological dressing. *Burns.* 1999;25(7):625-635.
107. AATB Standards for Tissue Banking. 14th ed. McLean, VA: American Association of Tissue Banks; 2016.
108. Branski LK, Herndon DN, Celis MM, et al. Amnion in the treatment of pediatric partial-thickness facial burns. *Burns.* 2008;34(3):393-399.
109. Ninman C, Shoemaker P. Human amniotic membranes for burns. *Am J Nurs.* 1975;75(9):1468-1469.
110. Quinby WC Jr, Hoover HC, Schefflan M, et al. Clinical trials of amniotic membranes in burn wound care. *Plast Reconstr Surg.* 1982;70 (6):711-717.
111. Robson MC, Krizek TJ. The effect of human amniotic membranes on the bacteria population of infected rat burns. *Ann Surg.* 1973;177 (2):144-149.
112. Robson MC, Krizek TJ, Koss N, Samburg JL. Amniotic membranes as a temporary wound dressing. *Surg Gynecol Obstet.* 1973;136 (6):904-906.

113. Salisbury RE, Carnes R, McCarthy LR. Comparison of the bacterial clearing effects of different biologic dressings on granulating wounds following thermal injury. *Plast Reconstr Surg*. 1980;66(4):596-598.
114. Atiyeh BS, Hayek SN, Gunn SW. New technologies for burn wound closure and healing—review of the literature. *Burns*. 2005;31(8): 944-956.
115. Bukovcan P, Koller J. Treatment of partial-thickness scalds by skin xenografts—a retrospective study of 109 cases in a three-year period. *Acta Chir Plast*. 2010;52(1):7-12.
116. Burkey B, Davis W 3rd, Glat PM. Porcine xenograft treatment of superficial partial-thickness burns in paediatric patients. *J Wound Care*. 2016;25(2):S10-S15.
117. Hermans MH. Porcine xenografts vs. (cryopreserved) allografts in the management of partial thickness burns: is there a clinical difference? *Burns*. 2014;40(3):408-415.
118. Durtschi MB, Orgain C, Counts GW, Heimbach DM. A prospective study of prophylactic penicillin in acutely burned hospitalized patients. *J Trauma*. 1982;22(1):11-14.
119. Pruitt BA Jr. The diagnosis and treatment of infection in the burn patient. *Burns Incl Therm Inj*. 1984;11(2):79-91.
120. Larkin JM, Moylan JA. Tetanus following a minor burn. *J Trauma*. 1975;15(6):546-548.
121. Ross SE. Prophylaxis against tetanus in wound management; 1995. Available from: <https://www.facs.org/~media/files/quality%20programs/trauma/publications/tetanus.ashx>.
122. Helm PA, Kevorkian CG, Lushbaugh M, et al. Burn injury: rehabilitation management in 1982. *Arch Phys Med Rehabil*. 1982;63(1):6-16.
123. Beasley L S, Einhorn T A. New York, NY: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. Role of growth factors in fracture healing; pp. 311–322.
124. Bhanot S, Alex J C. Current applications of platelet gels in facial plastic surgery. *Facial Plast Surg*. 2002;18(01):27–33.
125. Anitua E, Andia I, Ardanza B, Nurden P, Nurden A T. Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. *Thromb Haemost*. 2004;91(01):4–15.
126. Marx R E. Platelet-rich plasma: evidence to support its use. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004;62(04):489–496.
127. Kevy S V, Jacobson M S. Comparison of methods for point of care preparation of autologous platelet gel. *J Extra Corpor Technol*. 2004;36(01):28–35.

128. Eppley B L, Pietrzak W S, Blanton M. Platelet-rich plasma: a review of biology and applications in plastic surgery. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118(06):147e–159e.
129. Becker R P, De Bruyn P P. The transmural passage of blood cells into myeloid sinusoids and the entry of platelets into the sinusoidal circulation; a scanning electron microscopic investigation. *Am J Anat*. 1976;145(02):183–205.
130. Patel S R, Hartwig J H, Italiano J E., Jr The biogenesis of platelets from megakaryocyte proplatelets. *J Clin Invest*. 2005;115(12):3348–3354.
131. Lichtman M A, Chamberlain J K, Simon W, Santillo P A. Parasinusoidal location of megakaryocytes in marrow: a determinant of platelet release. *Am J Hematol*. 1978;4(04):303–312.
132. Buckwalter J A, Einhorn T A, Bolander M E, Cruess R L. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven; 1996. Healing of the musculoskeletal tissues; pp. 261–304.
133. Anderson J. Toronto, ON: Em Squared Inc.; 2000. The cellular cascades of wound healing; pp. 81–93.
134. Li J, Chen J, Kirsner R. Pathophysiology of acute wound healing. *Clin Dermatol*. 2007;25(01):9–18.
135. Conley C L. St. Louis, MO: Mosby; 2004. Hemostasis; pp. 1137–1146.
136. Welsh W J. Autologous platelet gel: clinical function and usage in plastic surgery. *Cosmet Dermatol*. 2000;11:13.
137. Wu P I, Diaz R, Borg-Stein J. Platelet-rich plasma. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2016;27(04):825–853.
138. Gonzalez A C, Costa T F, Andrade Z A, Medrado A R. Wound healing—a literature review. *An Bras Dermatol*. 2016;91(05):614–620.
139. Woodward S C, Salthouse T N. New York, NY: Macmillan Publishing Company; 1986. The tissue response to implants and its evaluation by light microscopy; pp. 364–378.
140. Velnar T, Bailey T, Smrkolj V. The wound healing process: an overview of the cellular and molecular mechanisms. *J Int Med Res*. 2009;37(05):1528–1542.
141. Araki J, Jona M, Eto H et al. 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(03):176–185.
142. Dohan Ehrenfest D M, Andia I, Zumstein M A, Zhang C Q, Pinto N R, 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*. 2014;4(01):3–9.

143. Lin J, Sclafani A P. Platelet-rich plasma for skin rejuvenation and tissue fill. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2018;26(04):439–446.
144. Sclafani A P. Platelet-rich fibrin matrix for improvement of deep nasolabial folds. *J Cosmet Dermatol.* 2010;9(01):66–71.
145. Dohan Ehrenfest D M, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) *Trends Biotechnol.* 2009;27(03):158–167. doi: 10.1016/j.tibtech.2008.11.009.
146. Cieslik-Bielecka A, Gazdzik T S, Bielecki T M, Cieslik T. Why the platelet-rich gel has antimicrobial activity? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(03):303–305., author reply 305–306
147. Werther K, Christensen I J, Nielsen H J. Determination of vascular endothelial growth factor (VEGF) in circulating blood: significance of VEGF in various leucocytes and platelets. *Scand J Clin Lab Invest.* 2002;62(05):343–350.
148. Frautschi R S, Hashem A M, Halasa B, Cakmakoglu C, Zins J E. Current Evidence for clinical efficacy of platelet rich plasma in aesthetic surgery: a systematic review. *Aesthet Surg J.* 2017;37(03):353–362.
149. Choi B H, Zhu S J, Kim B Y, Huh J Y, Lee S H, Jung J H. 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(04):420–424.
150. Wahlström O, Linder C, Kalén A, Magnusson P. Variation of pH in lysed platelet concentrates influence proliferation and alkaline phosphatase activity in human osteoblast-like cells. *Platelets.* 2007;18(02):113–118.
151. Sommeling C E, Heyneman A, Hoeksema H, Verbelen J, Stillaert F B, Monstrey S. The use of platelet-rich plasma in plastic surgery: a systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2013;66(03):301–311.
152. Scharf R E. Drugs that affect platelet function. *Semin Thromb Hemost.* 2012;38(08):865–883.
153. Knezevic N N, Candido K D, Desai R, Kaye A D. Is platelet-rich plasma a future therapy in pain management? *Med Clin North Am.* 2016;100(01):199–217.
154. Amable P R, Carias R B, Teixeira M V et al. Platelet-rich plasma preparation for regenerative medicine: optimization and quantification of cytokines and growth factors. *Stem Cell Res Ther.* 2013;4(03):67.
155. Dugrillon A, Eichler H, Kern S, Klüter H. Autologous concentrated platelet-rich plasma (cPRP) for local application in bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002;31(06):615–619.
156. Whitman D H, Berry R L, Green D M. Platelet gel: an autologous alternative to fibrin glue with applications in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(11):1294–1299.

157. Liao H-T, Marra K G, Rubin J P. Application of platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in fat grafting: basic science and literature review *Tissue Eng Part B Rev* 2014;20(4):267–276.
158. Kakudo N, Minakata T, Mitsui T, Kushida S, Notodihardjo F Z, Kusumoto K. Proliferation-promoting effect of platelet-rich plasma on human adipose-derived stem cells and human dermal fibroblasts. *Plast Reconstr Surg*. 2008;122(05):1352–1360.
159. Cervelli V, Gentile P, Scioli M G et al. Application of platelet-rich plasma in plastic surgery: clinical and in vitro evaluation. *Tissue Eng Part C Methods*. 2009;15(04):625–634.
160. Gentile P, De Angelis B, Pasin M et al. Adipose-derived stromal vascular fraction cells and platelet-rich plasma: basic and clinical evaluation for cell-based therapies in patients with scars on the face. *J Craniofac Surg*. 2014;25(01):267–272.
161. Salgarello M, Visconti G, Rusciani A. Breast fat grafting with platelet-rich plasma: a comparative clinical study and current state of the art. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127(06):2176–2185.
162. Marx R E, Carlson E R, Eichstaedt R M, Schimmele S R, Strauss J E, Georgeff K R. Platelet-rich plasma: growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998;85(06):638–646.
163. Torres J, Tamimi F, Martinez P-P et al. Effect of platelet-rich plasma on sinus lifting: a randomized-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2009;36(08):677–687.
164. Gentile P, Bottini D J, Spallone D, Curcio B C, Cervelli V. Application of platelet-rich plasma in maxillofacial surgery: clinical evaluation. *J Craniofac Surg*. 2010;21(03):900–904.
165. Sand J P, Nabili V, Kochhar A, Rawnsley J, Keller G. Platelet-rich plasma for the aesthetic surgeon. *Facial Plast Surg*. 2017;33(04):437–443.
166. Asif M, Kanodia S, Singh K. Combined autologous platelet-rich plasma with microneedling verses microneedling with distilled water in the treatment of atrophic acne scars: a concurrent split-face study. *J Cosmet Dermatol*. 2016;15(04):434–443.
167. Lee J W, Kim B J, Kim M N, Mun S K. The efficacy of autologous platelet rich plasma combined with ablative carbon dioxide fractional resurfacing for acne scars: a simultaneous split-face trial. *Dermatol Surg*. 2011;37(07):931–938.
168. Costa C R, Ramanadham S R, O'Reilly E, Coleman J E, Rohrich R J. The role of the superwet technique in face lift: an analysis of 1089 patients over 23 years. *Plast Reconstr Surg*. 2015;135(06):1566–1572.

169. Powell D M, Chang E, Farrior E H. Recovery from deep-plane rhytidectomy following unilateral wound treatment with autologous platelet gel: a pilot study. *Arch Facial Plast Surg*. 2001;3(04):245–250.
170. Badran K W, Sand J P. Platelet-rich plasma for hair loss: review of methods and results. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2018;26(04):469–485.
171. Giordano S, Romeo M, Lankinen P. Platelet-rich plasma for androgenetic alopecia: Does it work? Evidence from meta analysis. *J Cosmet Dermatol*. 2017;16(03):374–381.
172. Uebel C O, da Silva J B, Cantarelli D, Martins P. The role of platelet plasma growth factors in male pattern baldness surgery *Plast Reconstr Surg* 2006;118:061458–1466., discussion 1467
173. Trink A, Sorbellini E, Bezzola P et al. A randomized, double-blind, placebo- and active-controlled, half-head study to evaluate the effects of platelet-rich plasma on alopecia areata. *Br J Dermatol*. 2013;169(03):690–694.
174. Gupta A K, Carviel J. A mechanistic model of platelet-rich plasma treatment for androgenetic alopecia. *Dermatol Surg*. 2016;42(12):1335–1339.
175. Smith RG, Gassmann CJ, Campbell MS. Platelet-rich plasma: properties and clinical applications. *J Lancaster Gen Hosp*. 2007;2(2):73-7.
176. Everts PA, Knape JT, Weibrich G, Schönberger JP, Hoffmann J, Overdevest EP, et al. Platelet-rich plasma and platelet gel: a review. *J Extracorporeal Tech*. 2006;38(2):174.
177. Schade VL, Roukis TS. Use of platelet-rich plasma with split-thickness skin grafts in the high-risk patient. *Foot Ankle Specialist*. 2008;1(3):155-9.
178. Alves R, Grimalt R. A review of platelet-rich plasma: history, biology, mechanism of action, and classification. *Skin Appendage Dis*. 2018;4:18-24.
179. Lacci KM, Dardik A. Platelet-rich plasma: support for its use in wound healing. *Yale J Bio Med*. 2010;83(1):1-9.
180. Eppley BL, Woodell JE, Higgins J. Platelet quantification and growth factor analysis from platelet-rich plasma: implications for wound healing. *Plastic Reconstructive Surg*. 2004;114(6):1502-8.
181. Tischler M. Platelet rich plasma: the use of autologous growth factors to enhance bone and soft tissue grafts. *NY State Dental J*. 2002;68(3):22.
182. Steed DL, Goslen JB, Holloway GA, Malone JM, Bunt TJ, Webster MW. Randomized prospective double-blind trial in healing chronic diabetic foot ulcers: CT-102 activated platelet supernatant, topical versus placebo. *Diab Care*. 1992;15(11):1598-604.
183. Cervelli V, Gentile P, Grimaldi M. Regenerative surgery: use of fat grafting combined with platelet-rich plasma for chronic lower-extremity ulcers. *Aesth Plastic Surg*. 2009;33(3):340.

184. Bielecki TM, Gazdzik TS, Arendt J, Szczepanski T, Krol W, Wielkoszynski T. Antibacterial effect of autologous platelet gel enriched with growth factors and other active substances: an in vitro study. *J Bone Joint Surg.* 2007;89(3):417-20.
185. Foster K, Greenhalgh D, Gamelli RL, Mozingo D, Gibran N, Neumeister M, et al. Efficacy and safety of a fibrin sealant for adherence of autologous skin grafts to burn wounds: results of a phase 3 clinical study. *J Burn Care Res.* 2008;29(2):293-303.
186. Gibran N, Luterman A, Herndon D, Lozano D, Greenhalgh DG, Grubbs L, et al. Comparison of fibrin sealant and staples for attaching split-thickness autologous sheet grafts in patients with deep partial-or full-thickness burn wounds: a phase 1/2 clinical study. *J Burn Care Res.* 2007;28:401-8.
187. Ratajczak J, Vanganswinkel T, Gervois P, Merckx G, Hilken P, Quirynen M, et al. Angiogenic properties of 'leukocyte-and platelet-rich fibrin'. *Sci Rep.* 2018;8(1):14632.
188. Sommeling CE, Heyneman A, Hoeksema H, Verbelen J, Stillaert FB, Monstrey S. The use of platelet-rich plasma in plastic surgery: a systematic review. *J Plastic Reconstructive Aesth Surg.* 2013;66(3):301-11.
189. El-Mabood ES, Ali HE. Platelet-rich plasma versus conventional dressing: does this really affect diabetic foot wound-healing outcomes?. *Egypt J Surg.* 2018;37(1):16.
190. Prabhu R, Vijayakumar C, Chandra AA, Balagurunathan K, Kalaiarasi R, Venkatesan K, et al. Efficacy of homologous, platelet-rich plasma dressing in chronic non-healing ulcers: an observational study. *Cureus.* 2018;10(2).
191. National Library of Medicine .(2023) . Electrical Injuries . In StatPearls. StatPearls Publishing
192. Herndon , D.N. (Ed.) (2018) . Total Burn Care (5th ed.) Elsevier .
193. Hettiaratchy S, Dziewulski P. ABC of burns. Introduction. *BMJ.* 2004 Jun5;328(7452):1366-8
194. Jeschke ,M.G. , van Baar , M.E.,Choudry,M. A.,Chung, K. K.,Gibran , N.S.,& Logsetty,S. (2020.Burn Injury .Nature Reviews Disease Primers, *6*(1),11.
195. Orgill P.D. Assessment and classification of burn injury. In: UpToDate, Jeschke M. G, Collins A. K. (Ed), Wolters Kluwer. (Accessed on Jun 2025)

196. Belgian Outcome Burn Injury Study Group (2009) Development and validation of a model for prediction of mortality in patients with acute burn injury. Br J Surg 96(1): 111–7
197. Fabia R (2016) Surgical Treatment of Burns in Children Treatment & Management. Available at: <http://bit.ly/1cVqrPA> (accessed 18.01.2018)
198. Ong YS, Samuel M, Song C (2006) Metaanalysis of early excision of burns. Burns 32(2): 145–50
199. White JG: Use of the electron microscope for diagnosis of platelet disorders. Semin Thromb Hemost. 1998; 24(2): 163–8.
200. Maynard DM, Heijnen HF, Gahl WA, et al.: The α -granule proteome: novel proteins in normal and ghost granules in gray platelet syndrome. J Thromb Haemost. 2010; 8(8): 1786–96.
201. van Nispen tot Pannerden H, de Haas F, Geerts W, et al.: The platelet interior revisited: electron tomography reveals tubular alpha-granule subtypes. Blood. 2010; 116(7): 1147–56.
202. Pokrovskaya ID, Aronova MA, Kamykowski JA, et al.: STEM tomography reveals that the canalicular system and α -granules remain separate compartments during early secretion stages in blood platelets. J Thromb Haemost. 2016; 14(3): 572–84.
203. Linden MD: Platelet flow cytometry. Methods Mol Biol. 2013; 992: 241–62 .
204. Ambrosio AL, Di Pietro SM: Storage pool diseases illuminate platelet dense granule biogenesis. Platelets. 2017; 28(2): 138–46.
205. Gerrard JM, Rao GH, White JG: The influence of reserpine and ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) on serotonin storage organelles of blood platelets. Am J Pathol. 1977; 87(3): 633–46.

206. Thon JN, Peters CG, Machlus KR, et al.: T granules in human platelets function in TLR9 organization and signaling. *J Cell Biol.* 2012; 198(4): 561–74.
207. Crescente M, Pluthero FG, Li L, et al.: Intracellular Trafficking, Localization, and Mobilization of Platelet–Borne Thiol Isomerases. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 73–1164 : (6)36 ;2016
208. van Nispen Tot Pannerden HE, van Dijk SM, Du V, et al.: Platelet protein disulfide isomerase is localized in the dense tubular system and does not become surface expressed after activation. *Blood.* 2009; 114(21): 4738–40.
209. Beldon P (2003) Skin grafts 1: theory, procedure and management of skin grafts in the community. *Br J Community Nurs* 8(6): 8–18
210. European Wound Management Association (2002) A Position Document: Pain at Wound Dressing Changes. Medical Education Partnership, London
211. Timmons J (2006) Skin function and wound healing physiology. *Wound Essentials* 1: 8–17
212. .Alves R, Grimalt R. A review of platelet–rich plasma: history, biology, mechanism of action, and classification. *Skin Appendage Dis.* 2018;4:18–24.
213. Etulain J. Platelets in wound healing and regenerative medicine. *Platelets.* 2018;29(6):556–568.
214. Marx RE. Platelet–rich plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? *Implant Dent.* 2001;10(4):225–228.
215. Marck RE, Middelkoop E, Breederveld RS. Considerations on the use of platelet–rich plasma, specifically for burn treatment. *J Burn Care Res.* 2014;35(3):219–227.

216. Elbasiouny SM, Mostafa W, Abdelgawad ME. Efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of second-degree burns: a randomized controlled trial. *Burns*. 2021;47(1):189–195.
217. Anitua E, Sánchez M, Orive G, Andía I. The potential impact of the preparation rich in growth factors (PRGF) in different medical fields. *Biomaterials*. 2007;28(31):4551–4560.
218. Cervelli V, Gentile P, Scioli MG, et al. Application of platelet-rich plasma in plastic surgery: clinical and in vitro evaluation. *Tissue Eng Part C Methods*. 2009;15(4):625–634.
219. Singh A, Kohli N, Rana R, et al. Role of platelet-rich plasma in the management of full-thickness skin grafts in burn patients. *J Cutan Aesthet Surg*. 2020;13(3):177–182.
220. Mautner, K., Malanga, G., Smith, J., Shiple, B., Ibrahim, V., Sampson, S., & Bowen, J. (2015). A call for a standard classification system for future biologic research: the rationale for new PRP nomenclature. *PM&R*, 7(4 Suppl), S53–S59.
221. . Dohan Ehrenfest, D. M., Rasmusson, L., & Albrektsson, T. (2009). Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in Biotechnology*, 27(3), 158–167.
222. Amable, P. R., Carias, R. B., Teixeira, M. V., et al. (2013). Platelet-rich plasma preparation for regenerative medicine: optimization and quantification of cytokines and growth factors. *Stem Cell Research & Therapy*, 4(3), 67.
223. Everts, P. A. M., Devilee, R. J. J., van Zundert, A., et al. (2006). Platelet-rich plasma and platelet gel: a review. *Journal of Extra-Corporeal Technology*, 38(2), 174–187.

الملاحق

Syrian Arab Republic
Damascus University

Faculty of Medicine



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

كلية الطب البشري

الموافقة المستنيرة على المشاركة بالبحث الذي عنوانه

فعالية تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي السماكة عند مرضى الحروق - دراسة حشدية تقديمية

أنا الطبيب رامن يعقوب دافيد طالب الدراسات العليا (ماجستير) في قسم الجراحة في كلية الطب البشري - جامعة دمشق، أنفذ هذا البحث الذي يهدف إلى دراسة فعالية تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي السماكة عند مرضى الحروق

ويتضمن هذا البحث إجراء الاستقصاءات التالية:

1- أخذ القصة المرضية الكاملة للمرضى المحققين لمعايير الإدخال مع تقييم درجة الحرق سريريا وتقدير مساحة

الحرق حسب المقياس المعدل ل Lund and Browder.

2- انتقاء قطاع تشريحي معين (بمساحة 200 سم² تقريبا) كان قد تمت معالجته بالضمادات المناسبة و أصبح

جاهزا للتطعيم و ذا نسيج حبيبي متجانس , عند مريض حقق معايير الإدخال بالدراسة. و تقسيم هذا القطاع الى

جزئين متساويين كل منهما (100 سم² تقريبا) أحدهما سيتم تطعيمه مع استخدام الطرق التقليدية للتثبيت

الميكانيكي من خرزات و قطب مع تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ قبل التطعيم مباشرة , والجزء

الآخر سيتم تثبيت الطعم فيه بالطرق التقليدية الميكانيكية المذكورة لكن دون تطبيق البلازما الغنية بالصفائح

ذاتية المنشأ.

3- تحضير البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ قبل إدخال المريض الى غرفة العمليات مباشرة على الشكل

التالي:

- 1.3 سحب 10 مل من الدم الوريدي للمريض مع مراعاة شروط العقامة إلى 5 أنابيب سحب دم (PT Tube) يحوي كل منها على 0.2 مل سترات الصوديوم 3.8% بحيث يتم تعبئة كل منها حتى علامة 2 مل .
(أي حجم واحد من سترات الصوديوم مقابل 9 أحجام من الدم الوريدي) .
- 2.3 مزج الأنابيب بشكل جيد لضمان امتزاج الدم مع مادة سترات الصوديوم.
- 3.3 تم اعتماد طريقة التثقيل المتبعة في دراسة (2) Thimmanahalli بتثقيل المزيج بسرعة 3000 دورة/د لمدة خمس دقائق في المخبر العام بمستشفى المواساة الجامعي في دمشق من قبل الفني الموجود باستخدام جهاز مثقلة SCIOLOGEX .
- 4.3 ترك الركازة المتشكلة في قاع الأنابيب ثم نزع غطاء الأنبوب بحذر وسحب المصل الطافي فوقها مع ال (Buffy Coat) بالإبرة بهدوء بالاستناد على الجدار الداخلي للأنبوب .
- 5.3 وضع السائل في أنبوب جاف بعد نزع الغطاء و بهدوء وتثبيذه بسرعة 1000 دورة/د لمدة خمس دقائق.
- 6.3 سحب السائل الطافي حتى الوصول لعلامة 2مل .
- 4- تطبيق 2 مل من البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ على الجزء المحدد مسبقا من الضياع المادي, بسحبها من الأنبوب إلى محقنة و رشها (تثقيطها) على المساحة المستهدفة قبل تثبيت الطعم مباشرة .
- 5- في أثناء تحضير البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ يكون قد تم قطف الطعوم جزئية السماكة من منطقة تشريحية واحدة مناسبة حسب توافرها لدى كل مريض وباستخدام الديرماتوم اليدوي و تثقيبها بالمبضع الجراحي دون تشبيكها .
- 6- تثبيت الطعوم جزئية السماكة على الضياع المادي الجاهز للتطعيم باستخدام الطرق التقليدية للتثبيت أي باستخدام الخرزات أو القطب الجراحية.
- 7- تطبيق ضماد ضاغط غير لاصق على كل جزء من الضياع المادي المدروس على حدة والمكان المعطي.

8- كشف ضماد الطعوم للمرة الأولى بعد مضي 48 ساعة من التطعيم لتقييم التصاق الطعم عبر إمكانية

تحريكه على السرير بالإصبع و تقييم وجود ورم دموي من عدمه.

9- مراقبة النز الواصل للضماد الخارجي للطعم أو المكان المعطي وفي حال حدوث ذلك يتم تبديله .

10- في نهاية الأسبوع الأول يتم تقييم أخذ الطعوم حيث تعتبر آخذة في حال انحلال جزء لا يتجاوز 20% من

مساحة الطعم و يتم تقييم الانحلال بتغير اللون (شحوب - ازرقاق - اسوداد) أو الانفصال عن سرير الطعم أو

النز القيحي أو غياب عود الامتلاء الشعري .

11- تم إدخال البيانات التي تم جمعها في جداول واستمارات ومن خلال Microsoft Excel sheets, 2010

إن موافقتكم على الاشتراك في بحثنا هذا يعني تزويدنا بالمعلومات المتعلقة بمرضكم لملء استبيان خاص بالبحث،

علماً بأن هذه المعلومات ضرورية لمتابعة حالتكم الصحية، وأودّ أن أؤكد أن هذه المعلومات ستبقى سرية ولا يمكن

لأحد الاطلاع عليها، كما سيتم ترميز المشاركين (إعطاؤهم أرقام دون ذكر أسماء)، وكذلك أتعهد بعدم إجراء أي

استقصاء غير ضروري لحالة المريض وعدم إعطاء أي دواء تجريبي أو أي تدخل دوائي أو استقصائي من شأنه

أن يؤذي المريض بقصد أو بغير قصد.

كما أود أن أشير إلى أن المشارك (المريض / الشاهد) لن يحصل على أية تعويضات أو أي مقابل

مادي، كما أن رفض المشاركة ليس له أية تبعات وسينال حقه من العناية الطبية اللازمة. وعليه فإن المشاركة

ليست إلزامية ولك الحرية الكاملة في اختيار المشاركة من عدمها ولك حق الانسحاب متى شئت، فمن يرغب

المشاركة فليسجل اسمه مع التوقيع أسفل هذه الاستمارة.

المخاطر والفوائد:

- لا توجد أي مخاطر للفحوص المجرة لدى المرضى المشاركين في البحث.

- الفوائد هي دراسة فعالية تطبيق البلازما الغنية بالصفائح ذاتية المنشأ في التطعيم الجلدي جزئي

السماكة عند مرضى الحروق

الموافقة على المشاركة:

لقد اطلعت وأدركت محتوى الموافقة المستنيرة وأوافق طوعاً على أن أكون مشاركاً في هذا البحث، وأدرك أنني أملك فرصة الاستفسار عن أي أمر مع ضرورة الإجابة كما وأملك الحق في الانسحاب في أي وقت أشاء ودون أن يعرضني ذلك لأي ضرر وعليه أوقع.

الرقم المتسلسل للمشارك ()

التوقيع

التاريخ / / .

دمشق في / / .

د. رامن دافيد 0988671072

البريد الإلكتروني ramenjdm@gmail.com

Abstract

Background: The benefit of platelet-rich plasma (PRP) in the management of burns remains controversial among studies.

Aim: To evaluate the efficacy of autologous PRP in partial-thickness skin grafting in burn patients.

Materials and Methods: A prospective cohort study including 60 partial-thickness burn patients attending the Department of Plastic, Reconstructive and Burn Surgery at Al-Mowasat University Hospital from March 2023 to March 2024. Patients will be followed up, data will be recorded and statistically analyzed.

Results: The percentage of males was 36.7%, the mean age was 27.4 years, and the mean length of hospital stay was 18 days. The direct graft adhesion rate in the PRP group was 98.3%, and in the control group was 60% (P Value = 0.00001). The incidence of hematoma in the PRP group was 5%, and in the control group was 16.7% (P Value = 0.039). The incidence of graft loss in the PRP group was 3.3%, and in the control group was 21.7% (P Value = 0.0023).

Conclusions: This study found that PRP therapy was superior to conventional therapy in terms of direct graft adhesion, hematoma, and graft loss.

Keywords: Burns, Autologous PRP

**Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Damascus university
Faculty of medicine
Department of Surgery**



Efficacy of Autologous Platelet Rich Plasma Application in Split Thickness Skin Grafting in Burn Patients: a Prospective Cohort Study

**A dissertation submitted in partial fulfillment of the
requirements for the degree of Master in plastic surgery**

Graduate student preparation

Dr. Ramen David

**Supervisor, Assist. Prof. Dr
Rawnak Almidani**

**Chief of Surgery Department
Prof. Dr. Salah Aldien Ramadan**

2025 AD