



الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة دمشق

قسم الجراحة

شعبة الجراحة التجميلية والتأصيلية

نجاعة ضمادات الفضة النانوية في سياق تدبير الحروق بالمقارنة مع سلفات الفضة

**Efficacy of nano-silver dressing in management burns compared
to silver sulfate**

إعداد طالب الدراسات العليا

د. علي مفيد عبد الله

برئاسة

الأستاذ الدكتور

صلاح الدين رمضان

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتورة

رونق الميداني

1447 هـ - 2025 م

لجنة الحكم و توقيع لجنة المناقشة

Approval

السيد الأستاذ الدكتور عميد كلية الطبّ البشريّ في جامعة دمشق بعد الاطّلاع على النّسخة المعدّلة المُقدّمة من طالب الدّراسات علي مفيد عبد الله تبيّن أنّها تقيّدت بالملاحظات و أجريت التّصويبات المطلوبة كلّها .

أعضاء لجنة الحكم

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه أصرح بعلمي الكامل وقبولي:

1- أن كل ما ينتج عن البحث والأطروحة هو ملكية فكرية ومالية بالتشارك مع جامعة دمشق، وأنني التزم 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 إلكترونية وغيرها من وسائل النشر).

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

الاسم والتوقيع

شُكْرٌ وَتَقْدِيرٌ

أَتَقَدِّمُ بِخَالصِ الشُّكْرِ وَالتَّقْدِيرِ إِلَى جَمِيعٍ مِنْ سَاهِمٍ فِي إِنْجَازِ هَذَا الْعَمَلِ الْأَكَادِيمِيِّ، وَعَلَى رَأْسِهِمُ (الدَّكْتُورَةُ رَوْنِقُ الْمِيدَانِي) عَلَى دَعْمِهَا الْعِلْمِيِّ وَتَوْجِيهِاتِهَا الْقِيَمَةِ طَوَالَ فِتْرَةِ الْبَحْثِ، كَمَا أُعْرِبُ عَنْ امْتِنَانِي لِكُلِّ الزَّمَلَاءِ وَالْأَصْدِقَاءِ الَّذِينَ لَمْ يَخْلَوْا بِالْمُسَاعَدَةِ أَوْ الْمَشُورَةِ. لَا يَسْعَنِي إِلَّا أَنْ أُعَبِّرَ عَنْ اعْتِزَازِي وَامْتِنَانِي الْعَمِيقِ لِكُلِّ مَنْ كَانَ لَهُ أَثَرٌ إِيْجَابِيٌّ فِي هَذَا الْإِنْجَازِ.

إهداء

إلى والدتي الحبيبة، مصدر الحب والدعاء،
وإلى والدي العزيز، رمز العطاء والقُدوة،
إلى أساتذتي الكرام، وكلّ مَنْ مَنَحَنِي مِنْ عِلْمِهِ،
وإلى مَنْ سَانَدَنِي وَوَقَّفَ إِلَى جَانِبِي،
أهدي هذا العمل المتواضع بكلّ الامتنان والتقدير.

د. علي عبد الله مفيد

فهرس المحتويات (Table of contents)

X	قائمة الجداول
XII	قائمة الأشكال والرّسوم البيانيّة
VI	قائمة الاختصارات
VI	الملخص
1	الباب الأوّل: القسم التمهيدّي
9	الباب الثاني: القسم النظريّ
10	الفصل الأوّل: لمحة تشريحيّة عن الجلد
10	1-1. مقدّمة
11	1-2. البشرة
11	1-3. الأدمة
12	1-4. النسيج تحت الجلد
13	الفصل الثاني: وبائيّات أذيّات الحروق
14	الفصل الثالث: تقييم الحروق واتخاذ قرار المعالجة
14	3-1. تقييم الحروق تبعاً للمساحة
16	3-2. تصنيف الحروق تبعاً للآليّة المرضيّة
17	3-3. تقييم الحرق تبعاً لعمق الإصابة
20	الفصل الرّابع: العناية الموضعيّة للحروق
20	4-1. تشخيص إنتان الحرق
22	4-1-1. التهاب النسيج الخلويّ
23	4-1-2. إنتان الحرق الغازيّ
24	4-1-3. إنتان الدّم والصّدمة الإنتانيّة
26	4-2. تدبير الإنتان الموضعيّ لدى مرضى الحروق
26	4-2-1. المُرَكّبات الموضعيّة المضادّة للعوامل الممرضة

30	4-2-2. دور سلفاديازين الفضة وآلية تأثيره في علاج إنتان الحرق
30	4-2-3. آلية عمل سلفاديازين الفضة
31	4-2-4. الامتصاص الجهازى لسلفاديازين الفضة
32	4-2-5. الحساسية تجاه سلفاديازين الفضة
33	4-2-6. الآثار الجانبية المتعلقة بالسلفاديازين
35	4-2-7. مقاومة العوامل الممرضة لسلفاديازين الفضة
35	4-2-8. دور الفضة النانوية وآلية تأثيرها في علاج إنتان الحرق
36	4-2-9. آلية عمل الفضة النانوية
37	4-2-10. طرق تصنيع الفضة النانوية
38	4-2-11. الآثار الجانبية المتعلقة بالفضة النانوية
40	الباب الثالث: القسم العملي
41	الفصل الأول: هدف البحث وطريقة إجراؤه
41	1-1. أهداف البحث
41	1-2. خلفية البحث وأهميته
41	1-3. نمط الدراسة
41	1-4. مكان الدراسة
41	1-5. مدة الدراسة وزمانها
41	1-6. معايير الاشتمال
42	1-7. معايير الاستبعاد
42	1-8. عينة الدراسة
43	1-9. طريقة الدراسة
44	1-9-1. البيانات الديموغرافية والسريية
44	1-9-2. التحاليل الدموية والمخبرية عند بدء الدراسة
44	1-10. الميزانية
44	1-11. المحددات الأخلاقية
45	1-12. تحليل البيانات
45	1-12-1. الإحصاء الوصفي

45	2-12-1. الإحصاء التحليلي (الاستدلالي)
46	الفصل الثاني: نتائج البحث
46	2-1. الخصائص القاعدية لمرضى البحث
46	2-1-1. التحليل الوصفي للمتغيرات الفئوية
46	2-1-1-1. الجنس
47	2-1-1-2. توزع المرضى حسب الحالة المدروسة
47	2-1-1-3. توزع المرضى حسب نوع الضماد المستخدم
48	2-1-1-4. توزع المرضى حسب أسباب الحرق والضياع المادي
49	2-1-1-5. توزع المرضى حسب درجة الألم
50	2-1-2. التحليل الوصفي للمتغيرات المتواصلة (المستمرة)
52	2-2. التحليل الاستدلالي
52	2-2-1. مقارنة زمن الشفاء ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
52	2-2-2. مقارنة مساحة الحرق ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
53	2-2-3. مقارنة مساحة الضياع المادي ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
53	2-2-4. مقارنة زمن تشكّل النسيج الحبيبي ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
54	2-2-5. مقارنة تعداد الكريات البيض عند القبول ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
54	2-2-6. مقارنة أدنى تعداد للكريات البيض خلال الدراسة ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
55	2-2-7. مقارنة تعداد العدلات ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
55	2-2-8. مقارنة أدنى للعدلات خلال الدراسة ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
56	2-2-9. مقارنة تعداد الصفيحات ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
57	2-2-10. مقارنة درجة الألم ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة
58	الفصل الثالث: المناقشة والمقارنة مع الدراسات العالمية
63	الفصل الرابع: الخلاصة والمحددات والتوصيات
63	4-1. الخلاصة
63	4-2. المحددات
64	4-3. التوصيات
65	حالات سريرية

70	المراجع
75	الملاحق
77	Abstract

قائمة الجداول List of Tables

رقم الصفحة	محتوى الجدول	رقم الجدول
15	Lund Browder Chart	1
25	المعايير المحددة لتشخيص إنتان الدم لدى مرضى الحروق حسب الجمعية الأمريكية للحروق	2
27	العوامل الموضعية المضادة للعوامل الممرضة	3
46	التوزيع النسبي لعينة الدراسة حسب الجنس	4
47	التوزيع النسبي للعينة بحسب نوع الحالة المدروسة	5
47	التوزيع النسبي للعينة بحسب نوع الضماد المستخدم	6
48	التوزيع النسبي للعينة بحسب أسباب الحرق و الضياع المادي	7
49	توزيع العينة بحسب درجة الألم	8
50	الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة المتواصلة حسب مجموعتي العلاج	9
52	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لزمن الشفاء	10
52	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لمساحة الحرق	11
53	مقارنة مساحة الضياع المادي ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة	12
53	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لزمن تشكل النسيج الحبيبي	13

14	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد الكريات البيض عند القبول	54
15	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد الكريات البيض خلال الدراسة	55
16	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد العدلات عند القبول	55
17	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد العدلات خلال الدراسة	56
18	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لأدنى قيمة للصفائح	56
19	الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة درجة الألم عند تبديل الضماد	57
20	خلاصة مقارنة الدراسة الحالية مع الدراسات العالمية	62

قائمة الصور والأشكال والرّسوم البيانيّة List of Figures

الرقم	محتوى الشّكل	رقم الصفحة
1	طبقات الجلد	10
2	البنية المجهرية للبشرة والأدمة	12
3	قاعدة التّسععات	14
4	قاعدة راحة اليد	15
5	Jackson's Three Zones	16
6	تصنيف الحروق تبعاً لعمق الإصابة	17
7	حرق سطحيّ	17
8	حرق جزئيّ السّماكة سطحيّ	18
9	حرق جزئيّ السّماكة عميق	18
10	حرق كامل السّماكة	19
11	استعمار لسطح حرقٍ لهبٍ	22
12	التهاب نسيج خلوي Cellulites	23
13	عصيات سلبية الغرام تجتاح النّسج الحيّة العميقة	24

14	الرسم البياني بمخطط الفطيرة للتوزع النسبي لعينة الدراسة حسب الجنس	46
15	الرسم البياني بالفطيرة للتوزع النسبي لعينة الدراسة حسب نوع الحالة المدروسة	47
16	الرسم البياني بالفطيرة للتوزع النسبي لعينة الدراسة حسب نوع الضماد المستخدم	48
17	الرسم البياني لعينة الدراسة حسب أسباب الحرق والضاياع المادي	49
18	الرسم البياني لعينة الدراسة حسب درجة الألم	49

قائمة الاختصارات List of Abbreviations

ABA	American Burns Association
MRSA	Methicillin-resistant Staphylococcus aureus
SIRS	Systemic inflammatory response syndrome
TBSA	Total Body Surface Area

المُلخَص

الخلفية: تُعدّ الحروق من أهم الإصابات التي تملك تأثير ليس فقط على الجلد المُصاب وإنما على كامل الجسم، كما أنها تترافق مع معدّل إمراضية ووفيات مُرتفعة، إضافةً إلى التكلفة المُرتفعة للاستشفاء حتّى حصول إعادة تظهرن كامل للحرق وشفاء للضّياح الماديّ.

الهدف: المُقارنة بين فعالية ضماد الفضة النانوية وسلفات الفضة لدى مرضى الحروق جزئية السّماكة ومرضى الضّياح الماديّ.

المواد والطرائق: دراسة مستقبلية تجريبية مُعشّاة على 37 مريضاً راجعوا مشفى المواساة الجامعيّ خلال الفترة الممتدة من 2023/1/1 حتى 2024/1/1.

النتائج: تراكمت مجموعة الفضة النانوية بمعدّل شفاءٍ أسرع للحرق جزئيّ السّماكة وكذلك جاهزية النّسيج الحبيبيّ للتّطعيم بالمُقارنة مع مجموعة سلفات الفضة. لا يوجد فرق بين المجموعتين فيما يتعلّق بتعداد الصّفيحات خلال الدّراسة أو الألم. تراكمت مجموعة سلفات الفضة مع أدنى قيمة لتعداد الكريات البيض خلال الدّراسة.

الاستنتاج: تمتلك الفضة النانوية فعالية أكبر في معالجة الحروق جزئية السّماكة وكذلك في تحضير النّسيج الحبيبيّ للتّطعيم بالمُقارنة مع سلفات الفضة، ما يُسهّم في إنقاص مدّة الاستشفاء للمريض.

الكلمات المفتاحية: : الفضة النانوية، سلفات الفضة، ضياح ماديّ، حرق جزئيّ السّماكة.

الباب الأول: القسم التمهيدي

أولاً: المقدمة

تشكل الحروق مشكلةً صحيّةً عامّةً عالميّةً خطيرةً مع معدّلات وفيات مرتفعة بالإضافة إلى العقابيل الوظيفيّة المرافقة لها، فضلاً عن تكلفة الاستشفاء العالية التي تستنزفها من ميزانة الصّحة العامّة. لا يقتصر تأثير الحرق على الإصابة الجلديّة فقط وإنّما يمتدّ ليشمل كامل الجسم، ممّا يؤكّد على أهميّة التدبير الصّحيح للحرق واستخدام الضّماد المناسب لتحقيق الشّفاء وإعادة التّظهرن بأسرع وقت ممكن لاستعادة وظيفة الجلد.

ثانياً: المشكلة البحثيّة

على الرّغم من تواجد العديد من أنواع الضّماد التي تُستخدم للعناية الموضعيّة للحروق والضمّيات الماديّة، يبقى تحديد الضّماد الأكثر فعاليّة أمراً مهمّاً لما له من دور في تسريع الشّفاء وإنقاص معدّل الاختلاطات المرتبطة بالحرق والضمّيات الماديّة، بالإضافة لعدم وجود دراسات محلّيّة مُشابهة نصل الى مشكلة الدّراسة والتي تتضمّن نجاعة ضمادات الفضة النانوية في سياق تدبير الحروق بالمُقارنة مع سلفات الفضة.

ثالثاً: التساؤلات

- ماهي فعالية تطبيق ضماد الفضة النانوية بالمُقارنة مع سلفات الفضة في معالجة الحروق جزئيّة السّماكة و تحضير النّسيج الحبيبيّ لإجراء التّطعيم الجلديّ.
- ماهي الآثار الجانيّة غير المرغوب بها خلال فترة العلاج.

رابعاً: فرضيات البحث

من المُتوقع أن يترافق ضماد الفضة النانوية مع معدّل أسرع لشفاء الحرق جزئيّ السّماكة و تحضير النّسيج الحبيبيّ للتّطعيم ومعدّل أقلّ للآثار الجانيّة.

خامساً: هدف البحث

الهدف الأساسي: مقارنة بين فعالية ضماد الفضة النانوية وسلفات الفضة بهدف الوصول إلى الضماد الأكثر فعالية في تدبير الحروق جزئية السماكة والضياعات المادية.

سادساً: أهمية البحث

تتمثل أهمية هذه الدراسة في تسليط الضوء على موضوع مهم وهو تدبير الحروق جزئية السماكة و تحضير الضياعات المادية لإجراء التطعيم لتقليل من الاختلاطات لدى مرضى الحروق، بالإضافة لقلّة الدراسات المحلية.

سادساً: مبررات البحث

نظراً لخطورة تأثير الحروق على الصحة العامة وأهمية تحقيق الشفاء بأسرع وقتٍ ممكنٍ مع معدل اختلاطات مُنخفضٍ كان لا بدّ من إجراء دراسة مقارنة بين ضماد الفضة النانوية وسلفات الفضة.

سابعاً: مُصطلحات البحث

الفضة النانوية، سلفات الفضة، ضياع مادي، حرق جزئي السماكة.

ثامناً: حدود البحث

- **الحدود العلمية:** تتمثل الحدود العلمية للدراسة بالحالة المدروسة وهي فعالية ضماد الفضة النانوية بالمقارنة مع سلفات الفضة.
- **الحدود المكانية:** تمّ تطبيق الدراسة في قسم الجراحة التجميلية والترميمية والحروق في مشفى المواساة الجامعي.
- **الحدود الزمانية:** تمّ إجراء الدراسة في الفترة الممتدة من 2023/1/1 حتى 2024/1/1.
- **الحدود البشرية:** دراسة المرضى البالغين بين 16 – 45 سنة حيث تمّ استثناء الأطفال والحوامل والمريضات والأعمار < 45 سنة وكذلك المرضى مع سوابق مرضية وحساسية على السلفا، وكذلك المرضى مع حروق كيميائية أو كهربائية.

تاسعاً: الدراسات المرجعية السابقة

تكمن أهمية الدراسات السابقة في التعرف على الأبحاث ذات الصلة بموضوع الدراسة والتوقف على أهمها من أجل جني الفائدة من النتائج التي توصل إليها الباحثون من قبل بنفس الموضوع والتي ستوفر مؤشراً للتعرف على الكثير من الدراسات؛ الأمر الذي يمنع التكرار مع موضوع الدراسة إضافة إلى التعرف على أحدث ما توصل إليه الباحثون من نتائج و ما قدموا من توصيات.

1- دراسة Muangman وزملاؤه: (1)

عنوان الدراسة:

A prospective, randomized trial of silver containing hydrofiber dressing versus 1% silver sulfadiazine for the treatment of partial thickness burns

تم إجراء الدراسة على 70 مريضاً لديهم حرق جزئي السماكة بمساحة أقل من 15% في تايلاند بين عامي 2006 و 2008. تم تقسيم المرضى إلى مجموعتين (35 مريضاً ضماد Aquacel Ag المُشرب بجزئيات الفضة النانوية و35 مريضاً ضماد سلفات الفضة) وتمت مقارنة زمن شفاء الحرق والألم خلال تبديل الضماد وكلفة العلاج بين المجموعتين. تبين وجود فرق مهم إحصائياً في وقت شفاء الحرق بين المجموعتين لصالح الفضة النانوية (10 ± 3 يوم) بالمقارنة مع مجموعة سلفات الفضة (13.7 ± 4 يوم)، مع وجود فرق مهم أيضاً في مشعر الألم (ألم أقل لدى مجموعة الفضة النانوية).

2- دراسة Yuesheng Huang وزملاؤه: (2)

عنوان الدراسة:

A randomized comparative between Acticoat and SD-Ag in the treatment of residual burn wounds, including safety analysis

تم إجراء دراسة على 98 مريضاً لديهم حرق غير شافٍ بعد 3 أسابيع من الإصابة في الصين 2006 حيث تم تقسيم المرضى لمجموعتين مجموعة ضماد Acticoat ومجموعة ضماد سلفات الفضة. أظهرت الدراسة فرقاً

مهمًا إحصائيًا في وقت الشفاء لصالح مجموعة Acticoat (5.4 ± 12.42) وهي أقصر بـ 3.35 يوم بالمُقارنة مع مجموعة سلفات الفضة (5.60 ± 15.79 يوم). كما أنَّ معدّل الإنتان والألم كان أقلّ بشكلٍ مهمٍّ لدى المجموعة المُعالَجة بضماد Acticoat Ag. لم يتم تسجيل آثار جانبية لدى المرضى في المجموعتين خلال فترة الدّراسة.

3- دراسة Rui Wang وزملاؤه: (3)

عنوان الدّراسة:

Application Effect of Silver-Containing Dressing in the Repair of Chronic Refractory Wounds

شملت الدّراسة 80 حالة لجروح مزمنة بين عامي 2019 و2022 والتي لم تشف خلال أسبوعين من الإصابة. تمّ تقسيم المرضى لمجموعتين إلى 40 مريضًا ضماد تقليديّ باستخدام البوفيدون و40 مريضًا تمّ استخدام ضماد الفضة النانوية. تبين وجود فرق مهم بين المجموعتين في شدّة الألم بعد اليوم السابع للعلاج مع ألم أقلّ لدى المجموعة المُعالَجة بضماد الفضة. كما تبين وجود فرق مهم إحصائيًا في زمن نمو النسيج الحبيبي (7 أيام لدى مجموعة ضماد الفضة مقابل 12 يومًا لدى مجموعة ضماد اليود) وفي زمن شفاء الجرح ومعدّل إنتان الجرح لصالح ضماد الفضة.

4- دراسة Cristian Tineo وزملاؤه: (4)

عنوان الدّراسة:

Effect of The use of Silver nanocrystals and silver sulfadiazine in the management of soft tissue lesion

شملت الدّراسة 50 مريضًا يعانون من قرحات سكرية ووريدية وقرحات ضغط، حيث تمّت دراسة معدّل تشكّل النسيج الحبيبي والتأثير المضاد للجراثيم ومدة العلاج والكلفة المادية للعلاج. تمّ تقسيم المرضى لمجموعتين 21 مريضًا (42%) تمّت معالجتهم باستخدام سلفات الفضة و29 مريضًا (58%) تمّت معالجتهم باستخدام الفضة النانوية. تشكل نسيج حبيبي لدى المرضى المُعالَجين بالفضّة النانوية عند 89.6% من المرضى ولدى 10.2%

لم يتشكل نسيج حبيبي. تشكل نسيج حبيبي لدى المرضى المُعالجين بسلفات الفضة عند 71.4% و 28.6% لم يتشكل نسيج حبيبي بعد تطبيق الضماد.

عاشراً: منهج البحث وأدواته

دراسة مستقبلية تجريبية مُعشاة، شملت المرضى المُراجعين لشعبة الجراحة التجميلية والترميمية والحروق في مشفى المواساة الجامعي في الفترة الممتدة من 2023/1/1 حتى 2024/1/1.

معايير الإدخال في الدراسة:

- المرضى المقبولين في شعبة الجراحة التجميلية والترميمية في مشفى المواساة الجامعي بقصة حرق لهب أو حرق رطب.
- مساحة الحرق بين 10 – 25 %.
- كلا الجنسين بين 16-45 سنة.
- المرضى الأصحاء بدون سوابق أمراض مزمنة أو دوائية تؤثر على شفاء الحرق.
- قصة حرق حديث أو ضياع مادي تال لحرق كامل السماكة والتي لم يُجر لها تنضير باكر.

معايير الاستبعاد من الدراسة:

- الأمراض المزمنة.
- الحرق الكهربائي والحرق الكيميائي وباقي أنواع الحروق عدا حرق اللهب والحرق الرطب.
- حروق الوجه.
- مساحة الحرق أكبر من 25% و أقل من 10%.
- المرضى المصابين بحالة إنتانية (إنتان دم، Systemic inflammatory response syndrome (SIRS).
- الأدوية والأمراض التي تتداخل مع شفاء الجرح مثل الستيروئيدات، مثبطات المناعة، الداء السكري.
- الحوامل والمُرضعات والحساسية على مركبات السلفا.

خُلَاصَةُ الْقِسْمِ التَّمْهِيدِيِّ:

تُضَمِّنُ الْقِسْمَ التَّمْهِيدِيَّ الْإِطَارَ الْمَنْهَجِيَّ لِلدِّرَاسَةِ وَالَّذِي اشْتَمَلَ عَلَى التَّطَرُّقِ لِلدِّرَاسَاتِ الْمَرْجِعِيَّةِ السَّابِقَةِ وَأَهَمَّ نَتَائِجِهَا وَتَوْصِيَّاتِهَا، بِالإِضَافَةِ إِلَى تَحْدِيدِ مُشْكَلَةِ الدِّرَاسَةِ وَمَا نَتَجَ عَنْهُ مِنْ تَسْأُلَاتٍ وَكَذَلِكَ تَحْدِيدِ مَبَرِّراتٍ وَحُدُودٍ وَمَنْهَجِيَّةِ الدِّرَاسَةِ وَسَيَتُمُّ دِرَاسَةُ الْحُرُوقِ وَتَصْنِيفُهَا وَآلِيَةُ عَمَلِ الضَّمَادِ الْمُطَبَّقِ فِي الْفَصْلِ الْقَادِمِ.

مكونات البحث:

يتكون البحث من ثلاثة أبواب:

الباب الأوّل: القسم التمهيدّي.

الباب الثاني: القسم النظريّ، الإطار النظريّ لموضوع الدّراسة والتّعريفات الأساسيّة ليكون لدى القارئ الإلمام الكامل، ويتكون هذا القسم من خمسة فصول:

• **الفصل الأوّل:** مقدمة نظريّة عن الحروق.

• **الفصل الثاني:** لمحة تشريحيّة عن الجلد.

• **الفصل الثالث:** وبائيات أذيات الحروق.

• **الفصل الرابع:** تقييم الحروق واتخاذ قرار المعالجة.

• **الفصل الخامس:** العناية الموضعيّة للحروق.

الباب الثالث: القسم العمليّ، وهو الإطار العمليّ للدّراسة والخطط التي أتبعته خلال مدّة الدّراسة للوصول إلى النّتائج في هذا البحث، ويتكوّن هذا الجزء من أربعة فصول:

• **الفصل الأوّل، هدف البحث وطريقة إجرائه:** ويحوي خلفيّة البحث وأهمّيته وهدف البحث ومواد البحث وطرقه (تصميم الدّراسة، وعيّنة البحث، ومعايير الاشتّمال والاستبعاد، وطريقة العمل وكذلك الدّراسة الإحصائيّة المتبعة ونموذج الموافقة المستنيرة والاستمارة التي استخدمت في البحث.

• **الفصل الثاني، نتائج البحث:** ويحوي عرضاً للنّتائج الإحصائيّة.

• **الفصل الثالث، المناقشة والمقارنة مع الدّراسات العالميّة:** ويحوي مراجعة للنّتائج التي جرى التّوصّل إليها ومقارنتها مع نتائج الدّراسات العالميّة المشابهة.

■ **الفصل الرابع، الاستنتاجات والمحددات والتوصيات:** ويحوي خلاصة نتائج البحث والصعوبات والعيوب في الدراسة والمقترحات المستقبلية لإجراء دراسات حول هذه الموضوع لاحقاً.

الباب الثاني: القسم النظريّ

يتكوّن هذا الباب من أربعة فصول:

- الفصل الأوّل: لمحة تشريحيّة عن الجلد.
- الفصل الثّاني: وبائيات أذيات الحروق.
- الفصل الثّالث: تقييم الحروق واتخاذ قرار المعالجة.
- الفصل الرّابع: العناية الموضعيّة للحروق.

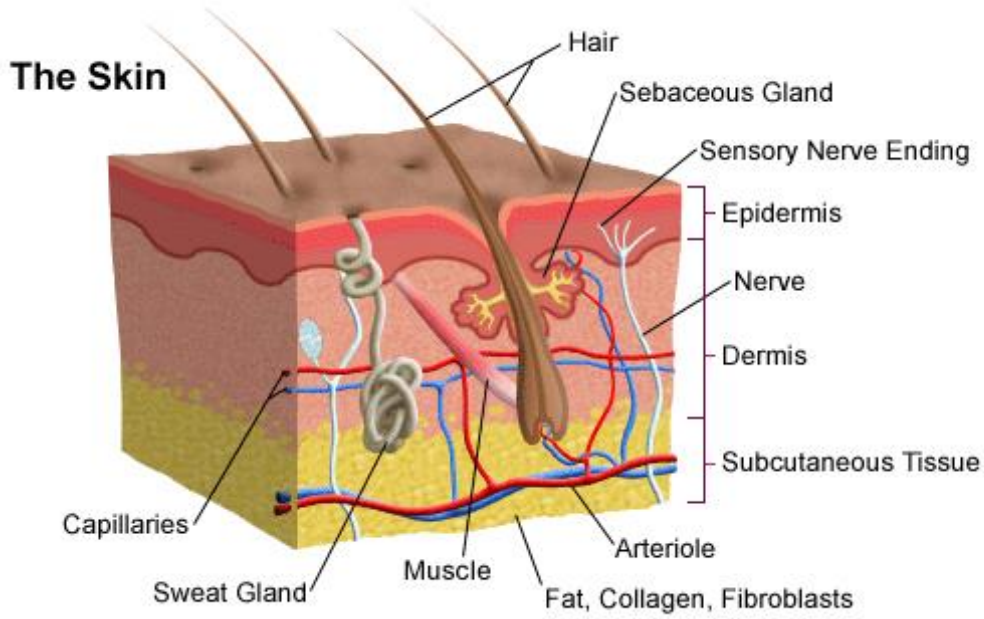
الفصل الأول: لمحة تشريحية عن الجلد

1-1. مُقدّمة:

الجلد هو العضو الأكبر في جسم الإنسان والخط الدفاعي الأول ضدّ العوامل المُمرضة، ويلعب دورًا مهمًا في تنظيم حرارة الجسم وامتصاص الأشعة فوق البنفسجية والاستقلاب.

يتكوّن الجلد من ثلاث طبقات، الشكل (1):

- البشرة Epidermis.
- الأدمة Dermis .
- النسيج تحت الجلد Subcutaneous Tissue.



الشكل (1): طبقات الجلد

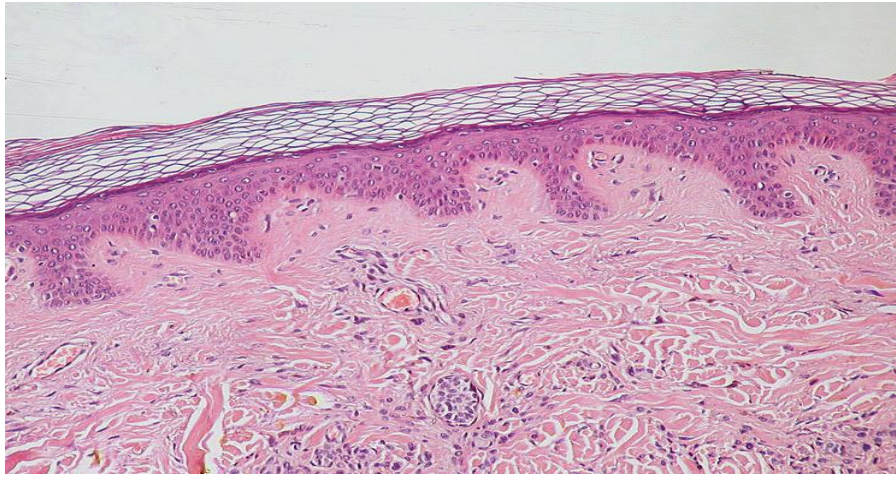
1-2. البشرة:

تتألف البشرة من خلايا ظهارية حرشفية تتوضع في طبقات، ويتراوح عددها من أربع لخمس طبقات بالاعتماد على المكان التشريحي، الشكل (2): (5)

- طبقة الخلايا القاعدية Stratum Basalis: تُشكل الطبقة الأعمق وتكون المسؤولة عن تجدد البشرة كما تحوي على الخلايا المنتجة للمصبغ، التي تنتج صبغ الميلانين.
- الطبقة الشائكة Stratum Spinosum: تتميز بوجود الجسيمات الرابطة Desmosomes، والتي تظهر على شكل أشواك تربط بين الخلايا الحاوية على نوى بيضوية الشكل.
- الطبقة الحبيبية Stratum Granulosum: تحتوي على الخلايا الحُرشفية المليئة بحبيبات الكيراتين القاعدية، وتوجد هذه الطبقة في أماكن الجلد السميك (أخمص القدم وراحة اليد).
- الطبقة المتقرنة Stratum Corneum: تتميز باحتوائها على خلايا عديمة النواة مليئة بالكيراتين.

1-3. الأدمة:

ترتبط الأدمة مع البشرة بمستوى الغشاء القاعدي، وتتألف من طبقتين هما الأدمة الخليمية والأدمة الشبكية. تتألف الأدمة من ألياف الكولاجين والإيلاستين بالإضافة للأوعية الدموية والنهايات العصبية وملحقات الجلد (الأجربة الشعرية والغدد الدهنية والعرقية)، وتأتي أهمية الأدمة من دورها في تقديم الدعم للبشرة وتأمين المرونة والحماية. (6)



الشكل (2): البنية المجهرية للبشرة والأدمة

1-4. النسيج تحت الجلد:

يحتوي بشكلٍ أساسيٍّ على نسيجٍ شحميٍّ، ويلعب دورًا مهمًّا في حفظ الحرارة وتخزين الطّاقة.

الفصل الثاني: وبائيات أذيات الحروق

يختلف معدّل انتشار الحروق من بلد لآخر، وبناءً على إحصائيات منظمة الصحة العالمية عام 2008 يُقدّر عدد

الإصابات سنوياً بـ 6.6 مليون إصابة مع معدّل وفيات يصل لأكثر من 400.000 وفاة.

يزداد معدّل انتشار الحروق في البلدان ذات الدّخل الاقتصاديّ المنخفض والمتوسط، كما يرتفع معدّل الإصابة لدى

الأطفال وكبار السنّ وذوي الإعاقة الحركيّة.

تُشكّل حروق اللهب 43% من الإصابات، (7) خاصّةً لدى البالغين والتي تترافق مع معدّل وفيات مُرتفع بترافقها

مع الأذية التنفسية تليها الحروق الرطبة بنسبة 33% والتي تحدث بشكلٍ رئيسٍ لدى الأطفال. (8)

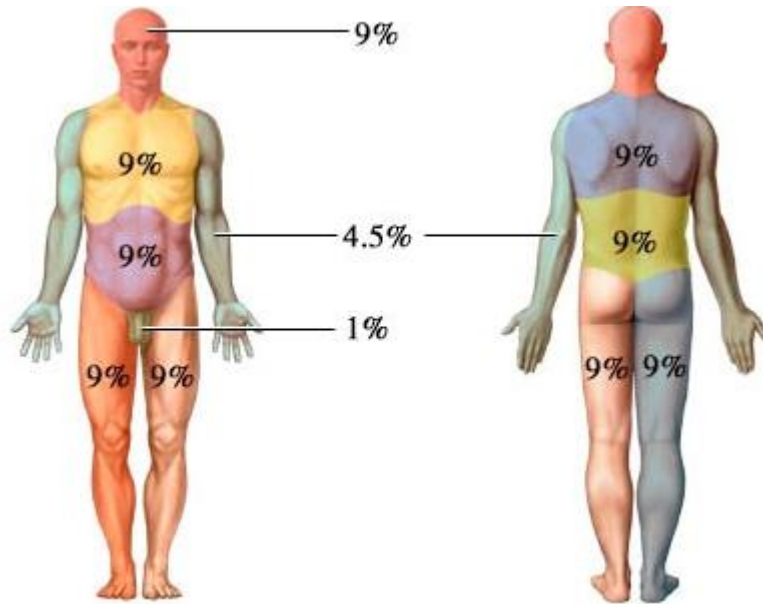
تشمل الأسباب الأخرى الأقلّ شيوعاً للحروق الحروق الكهربائية وحروق الثّماس وحروق المواد الكيميائية. (8)

الفصل الثالث: تقييم الحروق و اتخاذ قرار المعالجة

3-1. تقييم الحروق تبعاً للمساحة:

يعتمد تقييم مساحة سطح الجسم المحروق (TBSA) Total Body Surface Area على قاعدة والاس Wallace (قاعدة التّسععات) الشّكل (3) أو بالاعتماد على قاعدة راحة اليد الشّكل (4)، حيث يتمّ تقييم المساحة المصابة باستخدام مساحة يد المريض والتي تُساوي ما يعادل 1% من مساحة جسم الشّخص المصاب. إنّ استخدام قاعدة راحة اليد مفيدٌ لدى الأطفال لاختلاف نسبة مساحة أجزاء الجسم بالمقارنة مع البالغين عند اتّباع قاعدة التّسععات، ويجب الانتباه إلى أنّ قاعدة راحة اليد قد تؤدي إلى تقييم زائد لمساحة الحرق. (9)

يُعتبر Lund-Browder Chart الطّريقة الأكثر دقّة لتقييم مساحة الحرق الجدول (5). (10)



الشّكل (3): قاعدة التّسععات



الشكل (4): قاعدة راحة اليد

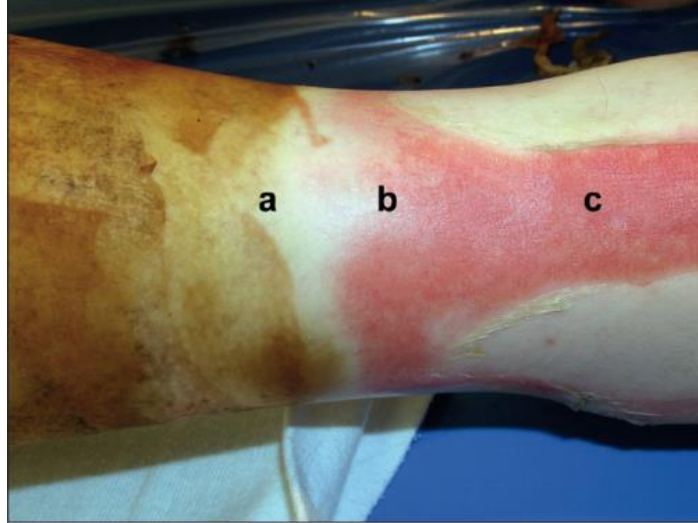
Area	Birth-1 yr.	1-4 yrs.	5-9 yrs.	10-14 yrs.	15 yrs.	Adult
Head	9	17	13	11	9	7
Neck	2	2	2	2	2	2
Anterior trunk	13	13	13	13	13	13
Posterior trunk	13	13	13	13	13	13
Right buttock	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Left buttock	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Genitalia	1	1	1	1	1	1
Right upper arm	4	4	4	4	4	4
Left upper arm	4	4	4	4	4	4
Right lower arm	3	3	3	3	3	3
Left lower arm	3	3	3	3	3	3
Right hand	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Left hand	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Right thigh	5.5	6.5	8	8.5	9	9.5
Left thigh	5.5	6.5	8	8.5	9	9.5
Right lower leg	5	5	5.5	6	6.5	7
Left lower leg	5	5	5.5	6	6.5	7
Right foot	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Left foot	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
**Only 2° and 3° burns are included in the total TBSA burn percent						TOTAL

الجدول (1): Lund Browder Chart

3-2. تصنيف الحروق تبعاً للآلية المرضيّة:

وصَفَ Jackson عام 1953 ثلاثَ مناطق للأذية النّاجمة عن الحروق، الشّكل (5). (11)

- 1- منطقة التّخثّر The Zone of Coagulation: تقع في مركز الإصابة وتحتوي على حطام خلويّ وخلايا مُتموِّتة.
- 2- منطقة الرّكودة The Zone of Stasis: تحتوي على خليط من الخلايا الحيّة والخلايا الميّتة وتتميّز بتقبّض الأوعية الدّمويّة والأذية الإقفاريّة، وهذه المنطقة معرّضة لخطر التّحوّل لمنطقة التّخثّر وحدوث تنخّر خلويّ تالٍ لعدم كفاية سوائل الإنعاش والإنتان والوذمة.
- 3- منطقة فرط التّروية The Zone of Hyperemia: تحتوي على خلايا حيّة وتوسّع في الأوعية الدّمويّة تالٍ لتحرّر الوسائط الالتهابيّة، والشفاء في هذه المنطقة هو القاعدة ما لم يحدث إنتان أو أذية نقص تروية.



الشّكل (5) Jackson's Three Zones: a- منطقة التّخثّر The zone of coagulation، b- منطقة الرّكودة The zone of stasis، c- منطقة فرط التّروية The zone of hyperemia

3-3. تقييم الحرق تبعاً لعمق الإصابة:

يُعدُّ تحديد عمق الإصابة عاملاً بالغ الأهمية خلال تقييم الحرق، وتأتي أهميته من دوره في:

- تحديد خطة العلاج المناسبة وإجراء التنضير الجراحي الباكر للحروق كاملة السماكة أو العلاج المحافظ للحروق جزئية السماكة .

- يُعدُّ عاملاً مهماً في تحديد استئطباب قبول المريض في المستشفى وفي تحديد الإنذار وشدة العقابيل الوظيفية.

وبناءً على تصنيف الجمعية الأمريكية للحروق ABA، يتمُّ تصنيف الحروق حسب السماكة إلى الشكل (6): (12)



الشكل (6): تصنيف الحروق تبعاً لعمق الإصابة

1. حروق سطحية (درجة أولى): تشمل هذه الحروق البشرة فقط، ولا تمتلك نفاطات وتتميز بلونها الأحمر اللامع و سطحها المؤلم ، ويحدث الشفاء بشكلٍ عفويٍّ خلال مدة لا تتجاوز الأسبوع، الشكل (7).



الشكل (7): حرق سطحي

2. حروق جزئية السّماكة (درجة ثانية): تشمل البشرة وجزءاً من الأدمة، وتُصنّف سريريّاً إلى حروق جزئية السّماكة سطحيّة وحروق جزئية السّماكة عميقة.

- الحروق جزئية السّماكة السّطحيّة، الشّكل (8): تتميّز بوجود فقاعات بين البشرة والأدمة، والتي قد يتأخّر ظهورها حتّى 12-24 ساعة بعد الأذية، ويُشفى معظم هذه الحروق بشكلٍ عفويٍّ خلال مدّة أقلّ من 3 أسابيع ودون عقابيل وظيفيّة أو ندب ضخاميّة.
- الحروق جزئية السّماكة العميقة، الشّكل (9): تمتدّ إلى طبقات الأدمة العميقة وتترافق بتأخّر زمن الشّفاء والذي يتراوح من 3 إلى 7 أسابيع مع عقابيل وظيفيّة مهمّة وتشكّل ندب ضخاميّة.



الشّكل (8): حرق جزئيّ السّماكة سطحيّ



الشّكل (9): حرق جزئيّ السّماكة عميق

3. حروق كاملة السَّماكة (درجة ثالثة): تشمل الإصابة كامل سماكة الأدمة مع إصابة النسيج الشحمي تحت الجلد، وتتميز بغياب الألم لمتوِّت النهايات العصبية الحسية بالإضافة لوجود خُشارة من الجلد المُتموِّت الذي يُغطِّي سطح الحرق، ودون إجراء التَّدخل الجراحيّ وتنضير جراحيّ باكر للخشارة مع تطعيم يحدث ضياعٌ ماديٌّ تالٍ للأذية، وقد يحدث شفاء عبر انكماش سطح الحرق بالمقصد الثانوي مع تشكُّل ظهارة هشة تغطِّي سطح الجرح، الشَّكل (10).



الشَّكل (10): حرق كامل السَّماكة

الفصل الرابع: العناية الموضعية بالحروق

4-1. تشخيص إنتان الحرق:

يُشكّل الجلد الحاجز الدفاعي الأول ضدّ العوامل المُمرضة، وتلعب خسارة هذا الحاجز دوراً حاسماً في حدوث الإنتان، وبحسب الجمعية الأمريكية للحروق فإنّ الأسباب الرئيسة الأربعة التي تؤدي للوفاة عند مرضى الحروق: (13)

1- ذات الرئة.

2- التهاب النسيج الخلوي.

3- إنتان المجاري البولية.

4- إنتان الحرق.

يُشكّل الإنتان 51% من الأسباب التي تؤدي للموت لدى مرضى الحروق. يكون الحرق في البداية عقيماً، فالأذية الحرارية تقوم بقتل جراثيم الفلورا الموجودة على سطح الجلد، لكن يُشكّل الحرق البيئة المثالية لنمو الجراثيم، ويعود ذلك لنقص التروية الدموية وتوفر البيئة المناسبة لتكاثر الجراثيم ممّا يؤدي إلى نموّ سريع لها.

عرّفت الجمعية الأمريكية للحروق عام 2007 استعمار الحرق Colonization كما يلي، الشكل (11): (13)

• تعداد منخفض للجراثيم على سطح الحرق.

• غياب علامات الإنتان الغازي.

• تعداد الجراثيم أقلّ من 10*5 لكلّ 1 غرام من النسيج.

قد تنجو في الحروق السطحية جراثيم الفلورا في الجريبات الشعرية والغدد الدهنية، كما أنّ سطح الحرق قد يُستعمر من الجراثيم الموجودة في البيئة المحيطة بالمريض أو في الطّرق البولية والتنفسية أو في أمعاء المريض. يوجد سباق دائماً بين المريض و بين العوامل المُمرضة للسيطرة على سطح الحرق؛ فالجراثيم تملك القدرة على مضاعفة عددها من 2-3 مرات خلال الساعة الواحدة، بما يفوق قدرة الخلايا البشرية على التّضاعف، وبالتالي فإنّ الاستعمار الجرثوميّ يتحول بسرعةٍ إلى إنتانٍ جرثوميّ، يكون قادراً على تحويل الحروق جزئية السّماكة إلى حروق كاملة السّماكة عن طريق إحداثها للتّخثر الوعائيّ والتّنخر النسيجيّ، ومن أولى الجراثيم الجراثيم إيجابية

الغرام التي تقوم باستعمار سطح الحرق، وتليها الجراثيم سلبية الغرام والفطور. يترافق التأخر في علاج الإنتان مع معدل اختلاطات مرتفع وزيادة في معدل الوفيات⁽¹⁴⁾ وتبقى الوقاية العامل الأهم في تقليل معدل الإنتان واختلاطاته المرتفعة⁽¹⁵⁾.

يُمثل تشخيص إنتان الحرق لدى مرضى الحروق تحديًا، فالعلامات السريرية المرافقة للإنتان لدى المرضى دون أذية الحرق كتسرع النبض وارتفاع الحرارة تحدث في سياق الاستجابة الالتهابية الجهازية لدى مرضى الحروق منذ لحظة الإصابة بالحرق، لذا يُعدُّ الزرع والنحس الجرثومي للعينات المأخوذة من الحرق Wound Culturing وسيلة مهمة لتحديد هوية العامل الممرض واختيار الصادات الحيوية الفعالة. يحدث لدى المرضى مع مساحة حرق واسعة استعمار جرثومي Colonization في اليوم 5-7 بعد الإصابة⁽¹⁶⁾ وتملك المسحات المأخوذة من سطح الحرق فائدة محدودة في التمييز بين استعمار الحرق Colonization وإنتان الحرق Infection، وذلك بخلاف الخزع النسيجية التي تسمح بإجراء تعداد كمّي للجراثيم في العينة المأخوذة⁽¹⁷⁾. أظهر التعداد الكمّي للجراثيم توافقًا مع الفحص المجهرّي للخزعات المأخوذة من مكان الحرق على وجود إنتان في 80% من الحالات^(16,18).

يُستخدم الفحص النسيجي للخزع الجلدية للتأكد من وجود إنتان جرثومي غازي عندما يكون التعداد الكمّي للجراثيم يفوق 5×10^5 لكل 1 غ من النسيج، والذي يُعدُّ استطبابًا لاستخدام الصادات الجهازية وإجراء التنضير الجراحي^(16,19).

أظهرت الدراسات التي تمّ إجراؤها من قبل Robson أنّ التعداد الكمّي للجراثيم في الخزعة النسيجية والذي يزيد عن 5×10^5 لكل 1 غ من النسيج يترافق مع معدل نجاح لا يتجاوز 19%، بالمقابل فإنّ التعداد الكمّي الذي يقلّ عن 5×10^5 لكل 1 غ من النسيج يترافق مع معدل نجاح يصل حتى 94%⁽²⁰⁾.

يلعب كذلك الفحص السريري دوراً مهماً، وذلك في احمرار سرير الحرق والذي يُعدُّ ظاهرة فيزيولوجية ناجمة عن تحرر الوسائط الالتهابية من النسيج المحيطة بالحرق، والذي يجب أن يُميز عن التهاب النسيج الخلوي Cellulitis، ويظهر هذا الاحمرار خلال 2-3 أيام بعد الحرق ويستمر حتى اليوم السابع ليزول بعدها.



الشكل (11): استعمار لسطح حرق لهاب على الذراع اليسرى بعد 7 أيام من الإصابة، يُلاحظ عدم وجود التهاب نسيج خلوي في النسيج المحيطة بالحرق مع زوال الاحمرار المرافق للحرق.

4-1-1. التهاب النسيج الخلوي Cellulitis:

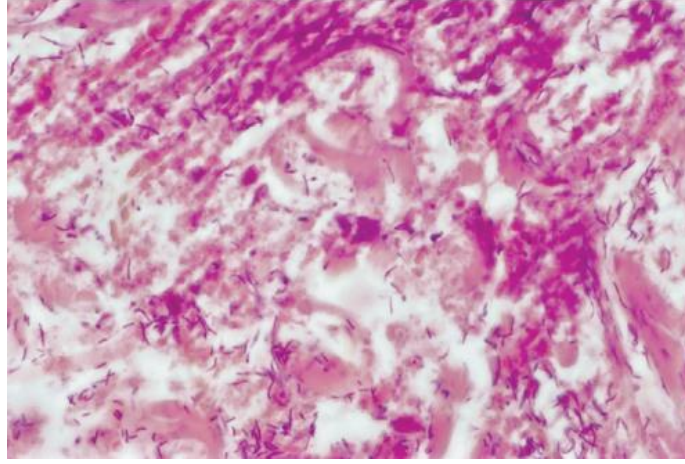
إنتان غير غازٍ في النسيج المحيط بالحرق،⁽¹³⁾ والذي يتّصف بوذمة واحمرار وقساوة و إيلام بالجس بالإضافة إلى لون و رائحة الحرق وإلى المكون اللمفي المرافق، الشكل (12). يُوجد العديد من العوامل المُمرضة التي قد تسبب التهاب النسيج الخلوي¹⁶. يعتمد العلاج على استخدام الصّادات الجهازية لتغطية العوامل المُمرضة الأشيع بالإضافة لعلاج الحرق المرافق كالصّادات الموضعية بحال الحروق السطحية أو التنضير والتطعيم الباكر بحالة الحروق كاملة السماكة. يجب أن يثير عدم الاستجابة على الصّادات الشك بوجود عوامل مُمرضة مقاومة للصّادات (MRSA) Methicillin-resistant Staphylococcus aureus الواجب تغطيتها وقائياً.



الشكل (12): التهاب نسيج خلوي Cellulites. تتضمن الموجودات السريرية الألم والحرارة والاحمرار وعلامات الالتهاب الموضعي والقساوة. يشمل العلاج استخدام الصّادات الموضعية والجهازية بالإضافة للتّنضير والتّطعيم الباكر.

4-1-2. إنتان الحرق الغازي Invasive Wound Infection:

يتظاهر سريرياً بتبدل لون الحرق والرّائحة المميّزة والمفرزات، حيث يتحوّل الحرق جزئيّ السّماكة خلال فترة زمنية قصيرة إلى حرق كامل السّماكة مع امتداد النّخر إلى النّسج المحيطة بالحرق، الشّكل (13)، وقد عرّفت الجمعية الأمريكيّة للحروق إنتان الحرق الغازي بتواجد العوامل الممرضة في سرير الحرق بتركيز كافٍ يُسبّب انفصال للخشارة مع تجمّع للقيح أسفلها أو يتسبّب في فقدان الطّعم وإنتان غازٍ للنّسج المجاورة أو يُسبّب استجابة جهازية للإنتان. (13) تُعدّ الخزعة النّسجية المعيار الذهبيّ للتّشخيص، وعادةً الفحص السريريّ إلى جانب التّعداد الكميّ للجراثيم كافٍ. يتضمّن علاج إنتان الحرق الغازي التّنضير الجراحيّ العاجل بالإضافة إلى استخدام الصّادات الحيوية الموضعية والجهازية.



الشكل (13): عصيات سلبية الغرام تجتاح النسيج الحية العميقة. يُعدُّ الفحص المجهرى للخزعة المعيار الذهبى لتشخيص إنتان الحرق الغازي.

3-1-4. إنتان الدم والصدمة الإنتانية:

يُشكل تشخيص إنتان الدم Sepsis والصدمة الإنتانية Septic Shock لدى مرضى الحروق تحدياً كبيراً، ويعود ذلك إلى متلازمة الاستجابة الالتهابية الجهازية SIRS و فرط الاستقلاب الذي يحدث استجابةً للحرق والذي قد يستمرّ لمدة تصل حتّى عام بعد الإصابة.

إنّ المرضى مع تراكيز مرتفعة من الجراثيم في سرير الحرق واللذين لم يخضعوا للتدخل الجراحى الباكر والتنضير والتطعيم الباكر هم أكثر عرضة للإصابة بإنتان الدم والصدمة الإنتانية.

حدّدت الجمعية الأمريكية للحروق أهمّ المعايير التي تُساعد في تشخيص إنتان الدم والصدمة الإنتانية لدى مرضى الحروق، الجدول (2)، والتي يجب أن تُؤخذ بعين الاعتبار لدى مرضى الحروق للبدء بالعلاج أبكر ما يمكن لخفض نسبة الوفيات المرافقة.

الجدول (2): المعايير المحددة لتشخيص إنتان الدّم لدى مرضى الحروق حسب الجمعية الأمريكية للحروق. (13)

إنتان الدّم Sepsis هو تغيّر في الحالة العامة لمرضى الحروق و الذي يُثير الشك بوجود إنتان جرثومي Infection، وهو تشخيص افتراضيّ حيث يتم البدء باستخدام الصّادات الحيوية والبحث عن مصدر الإنتان، بالإضافة إلى العلامات السريريّة، يجب تأكيد الإصابة بالإنتان لوضع التشخيص.

1. درجة حرارة: $39^{\circ} < \text{أو} > 36.5^{\circ}$

2. تسرّع النبض:

• البالغين < 110 نبضة/دقيقة.

• الأطفال $< 2 \text{ SD}$ فوق المعيار المتعلّق بالعمر.

3. زلّة تنفسية:

• البالغين < 25 مرّة/دقيقة.

• الأطفال $< 2 \text{ SD}$ فوق المعيار المتعلّق بالعمر.

4. نقص الصّفيحات Thrombocytopenia: (تطبق بعد مرور 3 أيام بعد الإنعاش

بالسّوائل).

• البالغين $> 100,000/\text{Microl}$.

• الأطفال $> 2 \text{ SD}$ أقل من المعيار المتعلّق بالعمر.

5. فرط سكر الدّم Hyperglycemia: (مع غياب الإصابة السابقة بالسكري).

• سكر دم غير معالج $< 200 \text{ mg/dl}$.

• مقاومة على الأنسولين: زيادة $< 25\%$ من الحاجة اليوميّة للأنسولين.

6. عدم القدرة على الاستمرار بالتغذية الفمويّة < 24 ساعة.

• تطبّل البطن.

• عدم تحمّل التغذية المعويّة.

• إسهال غير مسيطر عليه.

بالإضافة إلى الحاجة لتأكيد الإصابة بالإنتان، كما يلي:

• زرع جرثوميّ إيجابي أو

• تحديد مصدر الأنسجة المصابة أو

• استجابة سريريّة للصّادات الحيوية.

4-2. تدبير الإنتان الموضعي لدى مرضى الحروق:

يوجد عدة طرق لعلاج إنتان الحروق إلى جانب التنضير الجراحي الباكر وإجراء التطعيم، والذي يُعدّ حجر الأساس في تدبير الحروق كاملة السمك، تلعب المركّبات الموضعية والجهازية دورًا في تدبير الإنتان الموضعي في سرير الحرق.

4-2-1. المركّبات الموضعية المضادة للعوامل الممرضة:

يمكن إجراء ضماد للحرق باستخدام أحد أنواع المركّبات الموضعية عندما يكون التعداد الكمي للعوامل الممرضة أقلّ من 210 لكل غرام واحد من النسيج، أمّا في حال وجود تعداد كمي أعلى، فإنّ استخدام المركّبات النوعية لهذه العوامل الممرضة يُصبح ضروريًا.

لا يوجد مركّب موضعي واحد يملك فعالية كاملة تجاه جميع العوامل الممرضة، إذ لكلّ مركّب طيف تأثير محدّد، بالإضافة إلى آثار جانبية قد تتراوح بين التأثيرات الموضعية وتأخير شفاء الحرق وحتى التأثيرات الجهازية الاستقلابية التي قد تُشكّل خطرًا على حياة المريض.

يمكن تقسيم المركّبات الموضعية إلى خمس مجموعات أساسية كما في الجدول (3):

CLASS	AGENTS	ANTIMICROBIAL SPECTRUM	GRAFT TOXICITY	SYSTEMIC TOXICITY
Soaps	Johnson's Baby Shampoo	Broad-spectrum + Biofilm	Low	None
Oxidative Halides	Full-Strength Dakin's Solution (0.5% NaOCl)	Broad-spectrum + Biofilm	High	Hyponatremia
	1/20th Buffered Dakin's Solution (0.025% NaOCl)	Broad-spectrum + Biofilm	Low	None
	Oxychlorosene (Clorpectin)	Broad-spectrum + Biofilm	Low	None
	Hypochlorous acid	Broad-spectrum + Biofilm	Unk.	Unk.
	Povidone-iodine (Betadine)	Broad-spectrum	High	High
Acids	Acetic Acid 0.5%	Bacteriostatic	Low	None
	Acetic Acid 2%	Bacteriostatic	Moderate	Moderate
	Acetic Acid 3%	Bacteriostatic	High	High
Heavy Metals	Silver Nitrate 0.5%	Broad-spectrum	None	Electrolyte imbalance
	Silver Sulfadiazine (Silvadene)	Broad-spectrum	None	Low
	Silver Releasing Dressings	Broad-spectrum	None	Low
	Xeroform - Bismuth tribromophenate	Limited Bacteriostatic	Low	None
	BIPPS - Bismuth subnitrate and iodoform	Bacteriostatic	High	High if >1% TBSA
Antibiotics	Mafenide acetate (Sulfamylon)	Broad-spectrum	Low	Metabolic acidosis
	Gentamicin sulfate (Gentamicin)	Broad-spectrum	Low	Low
	Bacitracin/polymyxin (Polysporin)	Broad-spectrum	Non-toxic	Low
	Nitrofurazone (Furacin)	Broad-spectrum, no <i>Pseudomonas</i>	Low	Low
	Mupirocin (Bactroban)	Broad-spectrum, no <i>Pseudomonas</i>	Moderate	Moderate
	Nystatin 100,000 U/g (Mycostatin)	Weak Antifungal	Low	Low
	Nystatin 6,000,000 U/g	Strong Antifungal	Low	Low

الجدول (3): العوامل الموضعية المضادة للعوامل الممرضة

1. الصّوابين Soaps: تُستخدم أثناء الاستحمام وتلعب دورًا مهمًا في التّخلّص من الفيلم الحيوي Biofilm الملتصق على سرير الحرق والذي يُشكّل الوسط المُناسب لنمو العوامل الممرضة (21) من الصّعب إزالة الجراثيم المُتواجدة في الفيلم الحيوي Biofilm وتتطلّب استئصالًا جراحيًا بالإضافة إلى التّنظيف الميكانيكي والغسيل المُستمر. أظهرت الدّراسات التي تمّ إجراؤها من قبل Herndon أنّ الغسيل المُستمر للحرق بالصّوابين يُسهم في إنقاص تعداد الجراثيم على سطح الحرق، ويُحسّن من نسبة نجاح عملية التّطعيم الدّائي. (22)

2. Oxidative Halides:

• **Dakin:** والذي تمّ استخدامه في البدء بتركيز 0,5% بسبب فعاليته ضدّ طيفٍ واسعٍ من الجراثيم وقدرته على التّخلّص من الفيلم الحيوي Biofilm، لكن بسبب تأثيره السّام على النّسج تمّ التّوقف عن استخدامه.

طور Heggers محلول Dakin 0,025% والذي يملك فعالية مشابهة ضد العوامل الممرضة (العصيات الزرق والعنقوديات المذهبة المقاومة للميتسلين والجراثيم إيجابية وسلبية الغرام الأخرى) ولكن دون تأثير سام على خلايا أرومات الليف أو تنشيط لشفاء الجرح. (25-23)

• محلول البوفيدون Betadine:

متوفر بتركيزات مختلفة يملك فعالية تجاه طيف واسع من الجراثيم إيجابية وسلبية الغرام بالإضافة للفطور والخمائر، قد يترافق التطبيق الموضعي مع ألم، كما أن التطبيق على مساحات واسعة قد يترافق مع امتصاص عالٍ لليود ويؤدي إلى التسمم باليود وقصور كلوي وحماض وتخريش للجلد، بالإضافة إلى تأثيره المثبط لخلايا أرومات الليف والخلايا الكيراتينية. يتم تطبيق البوفيدون كل 6 ساعات على سطح الحرق. (26)

3. الحموض Acids:

• حمض الخل Acetic acid: يتميز بفعاليته ضد الجراثيم سلبية الغرام خاصة العصيات الزرق P.aeruginosa. تتطلب فعاليته المضادة للجراثيم تركيزاً لا يقل عن 0,5%. أظهرت بعض الدراسات أن فعالية حمض الخل المضادة للجراثيم بما فيها العصيات الزرق المقاومة للصادات تتطلب تركيزاً 3%، (27-28) كما أظهرت نتائج الدراسات وجود سمية خلوية تجاه خلايا أرومات الليف مع تناقص في القدرة الانقسامية لها والذي يزداد مع ازدياد التركيز. (27)

4- العناصر المعدنية Heavy Metals:

• نترات الفضة Silver ions: توجد على شكل محلول أو كريم أو على شكل ضماد جاهز. يكمن تأثيرها المضاد للجراثيم من قدرتها على الارتباط مع البروتينات والأنزيمات والـ DNA مما يؤدي إلى إطلاق تفاعلات مؤكسدة للعوامل الممرضة. (29) تتميز بعدم امتلاكها تأثيراً ساماً على الخلايا الظهارية، كما أنها تملك نفوذية محدودة لسطح الجرح لارتباطها السريع مع بروتينات الطبقة السطحية، (30) ولكن بسبب طبيعتها ناقصة الحلولية قد تؤدي إلى حدوث اضطراب في قيم الشوارد لدى المريض (نقص صوديوم و

كلور المصل) ممّا يستوجب مراقبة الشّوارد لدى المرضى المُعالجين. كما أنّ نترات الفِضة تتحوّل إلى اللون الأسود عند تعرّضها للضّوء أو عند التّفاعل مع المركّبات الحاوية على كلور دون أن تملك تأثيراً ساماً.

- **سلفات الفِضة Silver sulfadiazine:** كريم 1% مُشاركة بين السلفاديازين والفِضة، ويتميّز بفعاليّته ضدّ العصيّات الزّرق P.aeruginosa والجراثيم المعويّة وبعض الفطور كالمبيضات البيض C.albicans، لكن يمتلك تأثيراً مثبّطاً لنمو الخلايا الظّهاريّة،⁽³¹⁾ بالإضافة إلى نقص عكوس في تعداد كريات الدّم البيض وتشكّل خسارة كاذبة على سطح الحرق ممّا يزيد من صعوبة تقييم الحرق. (يوضح لاحقاً).

- **الضمادات الحاوية على الفِضة Silver-containing dressings:** تمّ تطوير العديد من الضمادات التي تحوي على الفِضة والتي تهدف إلى إنقاص عدد مرّات تبديل الضماد والمحافظة على بيئة رطبة مع المحافظة على تركيز مُناسب من أيونات الفِضة المضادّة للجراثيم.
- **Bismuth:** يتميّز بقدرته على تجاوز الحُشارة بالإضافة لكونه غير سامّ للخلايا أرومات الليف ولا يتبّط شفاء الحرق، ويمكن استخدامه بعد تنضير العظام لمُدّة زمنيّة قصيرة ولمساحة ضياع لا تتجاوز 1% بسبب السميّة الجهازية.

5. الصّادّات الحيويّة الموضعيّة:

- **Mafenide acetate (Sulfamylon):** يمتلك طيف تأثير واسع ضدّ العوامل المُمرضة وخاصةً العصيّات الزّرق Pseudomonas والمطثيّات الصّعبة Clostridium،⁽³²⁾ كما يتميّز بقدرته على اختراق الخُشارات، ممّا يجعل منه الصّادّ الموضعيّ المُفضّل تطبيقه على الأذن لقدرته على اختراق الغضروف والوقاية من التهاب الغضروف الغازي، ويتم تطبيقه مرتين يومياً.
- **Bacitracin/polymyxin (Polysporin):** يُستخدم لكبح نمو الجراثيم بعد عمليّات التّطعيم الجلديّ، فهو غير سامّ للخلايا أرومات الليف كما أنّه يُحافظ على بيئة رطبة تُساعد على شفاء الجرح، وال-polymyxin هو الشّبيه الموضعيّ للكولستين.

• Nitrofurazone (Furacin):

- يتواجد على شكل كريم أو مرهم أو محلول، ويتميز بفعالته ضد الجراثيم إيجابية الغرام خاصة المكورات العنقودية المقاومة للمتسيلين MRSA. (13)

• Nystatin (Mycostatin, Nilstat):

- يتميز بقدرته على اختراق الخشارات، التراكيز العلاجية المضادة للفطور 6,000,000 U/g، بينما التراكيز الأقل من 100,000u/g تُستخدم للوقاية من الإنتان الفطري. (33)

2-2-4. دور سلفاديازين الفضة وآلية تأثيره في علاج إنتان الحرق:

طور Charles Fox كريم سلفاديازين الفضة عام 1968، وأصبح الصاد الحيوي الموضعي الأساسي في تدبير الإنتان الجرثومي الموضعي في الحروق من الدرجة الثانية، (34) وذلك كبديل لمحلول نترات الفضة 0,5% (AgNO₃)، والذي قد تم اكتشافه من قبل Moyer عام 1965. من الإيجابيات التي يتمتع بها بالمقارنة مع نترات الفضة 0,5% عدم حدوث اضطراب في قيم الشوارد وعدم تحول النترات الى نترت بفعل الجراثيم وتجذب تلون النسج باللون الأسود.

يمتلك فعالية واسعة تجاه الجراثيم إيجابية وسلبية الغرام وكذلك بعض الخمائر، كما أنه يتميز بفعالته ضد العصيات الزرق Pseudomonas aeruginosa ، والتي تُعد السبب الأشيع للإنتان عند مرضى الحروق. (34)

3-2-4. آلية عمل سلفاديازين الفضة:

يُعد سلفاديازين الفضة مضاداً جرثومياً يحتوي على السلفاناميد، لكنه بعكس مركبات السلفا الأخرى لا يقوم بتنشيط اصطناع حمض الفوليك وإنما تأثيره المضاد للجراثيم يعود إلى إيونات الفضة. (35) إن آلية عمل سلفاديازين الفضة الرئيسية غير معروفة، لكنه يمتلك آليات مختلفة للتأثير على الجراثيم منها تعديل نفوذ الغشاء الخلوي وتنشيط استنساخ DNA الخلوية وتشكيل الجذور الحرة. ويعود هذا التأثير إلى تحرر جزيئات الفضة والتي تملك القدرة على النفوذ لداخل الخلية والتفاعل مع DNA الخلوية، لم يتم إثبات دور السلفا في تثبيط نمو الجراثيم، كما أن فعالية

سلفاديازين الفضة تعود إلى تفاعله الثابت والبطيء مع سوائل الجسم والبلازما الحاوية على كلور الصوديوم، والتي تؤدي إلى تحرر مستمر لأيونات الفضة في سرير الجرح. (36)

التحرر البطيء لأيونات الفضة في سرير الجرح لا يسبب نضوباً سريعاً وشديداً في أيونات الكلور والذي يحدث مع تطبيق نترات الفضة وبالتالي التقليل من خطر اضطراب شوارد المصل.

4-2-4. الامتصاص الجهازى لسلفاديازين الفضة:

في دراسة تم إجراؤها من قبل Bader عام 1966 على عينات نسيجية مأخوذة من مريضين مع حروق كاملة السماكة بعد الوفاة تمت معالجتهم بمحلول نترات الفضة 0.5% (مدة علاج المريض الأول أسبوع والمريض الثاني 6 أسابيع)، تم اكتشاف توضع للفضة بتركيزات مرتفعة في أعضاء محددة من الجسم. (37)

في دراسة تم إجراؤها من قبل Ohura وجد أن sulfadiazine الذي يدخل في تركيب AgSD يتم طرحه بسرعة عن طريق البول، (38) لكن جزيئات الفضة تتم تصفيئها ببطء حيث بإمكانها التوضع في الجلد والكلية والكبد والملتحمة والقرنية. (39)

في دراسة تم إجراؤها من قبل Coombs³⁹، أظهرت ارتفاعاً مباشراً في تركيز الفضة في الدم بعد تطبيق كريم سلفات الفضة لدى مرضى الحروق مع مساحة تزيد عن 40% إلى 20 ضعف التركيز الطبيعي بعد نصف ساعة من التطبيق. لم يتم تحديد تركيز الفضة في المصل لدى مرضى الحروق المعالجين مع سلفاديازين الفضة حتى الآن، لكن في الدراسة التي تم إجراؤها من قبل Coombs كان كل مرضى الحروق مع $TBSA < 20\%$ المعالجين بسلفاديازين الفضة لديهم تركيز يتجاوز 200 g/L. (39)

كما أن مرضى حروق اللهب المعالجين بسلفاديازين الفضة مع $TBSA < 36\%$ لديهم تراكيز تتجاوز 310 g/L، ما يعادل 135 القيمة القاعدية السوية $> 2.3 \text{ g/L}$.

دراسة أخرى تم إجراؤها من قبل Iwasaki⁽⁴⁰⁾ لدى مريض يعاني من قصور كلوي مزمن معتمد على التّحال مع حرقٍ رطبٍ 30% تم علاجه بسلفاديازين الفضة مع الالتزام بجلسات التّحال دخل المريض بحالة غياب عن الوعي مع ارتفاع في تركيز الفضة في المصل حتى 237 ng/ml بعد إيقاف سلفاديازين الفضة انخفض تركيز الفضة في المصل إلى 78 ng/ml، بعد إعادة استخدام سلفاديازين الفضة لعلاج الحرق لدى المريض عاود

تركيز الفضة إلى الارتفاع في المصل إلى 291 ng/ml مع دخول المريض بحالة غياب عن الوعي، وبعد وفاة المريض أظهرت دراسة الخزاع النسيجية المأخوذة من الدماغ ارتفاع تركيز الفضة بسبب عدم تصفيتها عبر الكلية حتى تراكمت في النسيج الدماغي.

4-2-5. الحساسية تجاه سلفاديازين الفضة:

توضع جزيئات الفضة في النسيج قد يظهر على شكل بقع رمادية أو سوداء اللون. في دراسة تم إجراؤها من قبل Eldad⁽⁴¹⁾، تم وصف حالة لفتاة بعمر 3 سنوات مع بشرة بيضاء اللون تعاني من حرق سطحي وعميق TBSA 52%، تمت معالجتها باستخدام سلفاديازين الفضة، حيث لوحظ وجود بقع بلون أسود على الظهر، وبعد إجراء الدراسة النسيجية للعينات المأخوذة من هذه البقع أظهرت النتائج غياب الإنتان الفطري والجرثومي مع توضع لجزيئات الفضة في الجزء السطحي من الأدمة، ومن خلال متابعة المريضة لوحظ غياب كامل لهذه البقع مع شفاء الحرق.

يجب تمييز الإنتان وتنخر الحرق عن التصبغ الموضع التالي لاستخدام سلفاديازين الفضة عبر إجراء التعداد الكمي للجراثيم مع الدراسة النسيجية للخزاع المأخوذة لتحديد خطة العلاج المناسبة.

صنف Fisher التصبغ بالفضة argyria إلى نمطين:⁽⁴²⁾

النمط الجهازى: توضع لجزيئات الفضة في الجلد والأغشية المخاطية تالٍ لارتفاع تراكيز الفضة في المصل.

النمط الموضع: تالٍ لامتنصاص جزيئات الفضة من قبل الجلد بعد التطبيق الموضعي.

تطور التصبغ الواسع بالفضة generalized argyria التالي لاستخدام سلفاديازين الفضة أمر نادر الحدوث. تم

تسجيل حالة واحدة لمريض 52 سنة يعاني من قرحة وريدية على الطرف السفلي تطور لديه تصبغ باللون

الرمادي على الفخذين بعد تطبيق سلفاديازين الفضة لمدة 5 أشهر.⁽⁴³⁾

4-2-6. الآثار الجانبية المتعلقة بالسلفاديازين:

تشمل الآثار الجانبية المتعلقة بالسلفاديازين لدى مرضى الحروق:

- **التحسس:** الحساسية تجاه السلفاديازين كانت السبب لحدوث أذية كلوية لدى مريض مع حرق كيميائي TBSA %78 دون إصابة كلوية سابقة، حيث تم تطبيق سلفاديازين الفضة لمدة 55 يوم مع إيقافه لمدة 16 يوم للقيام بتطعيم الضياع المادي. (42)

ترافقت الأذية الكلوية بارتفاع الكريات البيض على حساب الحمضات في الدم مع بيلة بروتينية وبيلة دموية وانخفاض معدل تصفية الكرياتينين. تم تفسير الأذية الكلوية الحاصلة بتفاعلات التحسس تجاه السلفاديازين الناتجة عن إيقاف وإعادة استخدامه. تراجعت الأذية الكلوية بعد العلاج بالـ prednisone و cyclophosphamide لمدة 9 أشهر.

في دراسة شملت 650 طفلاً تمت معالجة حروقهم باستخدام سلفاديازين الفضة تطوّر لدى مريضين طفح جلدي مع وذمة منتشرة في الجسم في اليوم 11 بعد تطبيق سلفاديازين الفضة، ويعود ذلك إلى تفاعل التحسس من النمط المتأخر الحاصل. تم إيقاف استخدام سلفاديازين الفضة لدى مريض واحد فقط وتراجعت الأعراض خلال 3 - 4 أيام بعد الإيقاف. (44) وبالتالي يجب الأخذ بعين الاعتبار إمكانية تحسس المريض تجاه السلفا والذي يُشكل استطباب لإجراء اختبار تحسس بحال استخدام سلفاديازين الفضة لمعالجة الحروق واستخدام البدائل التي لا تحوي على السلفا كنترات الفضة $AgNO_3$ و Acticoat..

- **انحلال الدم لدى مرضى عوز G6PD:** إن استخدام سلفاديازين الفضة لدى مرضى عوز G6PD ترافق مع انحلال الدم وارتفاع قيم البيلروبين. (45) يقوم السلفاديازين بدور عامل مؤكسد ويحوّل الهيموغلوبين إلى ميتهموغلوبين غير قادر على نقل الأوكسجين، ويترافق مع حدوث نقص أكسجة في النسيج مع زُرقة. يشاهد تأكسد الهيموغلوبين وتحوّله إلى ميتهموغلوبين بشكلٍ أشيع عند استخدام نترات الفضة $AgNO_3$ ، حيث تقوم بعض أنواع الجراثيم سلبية الغرام بتحويل النترات إلى نتريت والتي تقوم بأكسدة جزيئات الحديد في الهيموغلوبين. مع استخدام سلفاديازين الفضة لعلاج الحروق كبديل عن نترات الفضة أصبح

من النادر حدوث هذا الاختلاط، لكن يجب أن يؤخذ بالحسبان أنَّ السلفاديازين قد يقوم في ظروف محدّدة بأكسدة جزيئات الحديد في الهيموغلوبين وتحويله إلى ميتهموغلوبين، ويكون بذلك سبباً في حدوث نقص الأكسجة والزّرقة لدى المريض المُعالج.

● **تشكّل معقّلات مناعية:** في دراسة تقدّمية تمّ إجراؤها من قبل Kulick على 45 مريض،⁽⁴⁶⁾ تمّ اكتشاف معقّلات مناعية مُرتبطة بالغشاء القاعدي للكُلب الكلويّة لدى 5 من 11 مريضٍ مصابين بحروقٍ واسعة، مما يعطي دليلاً على الحساسية تجاه سلفاديازين الفضة، كما تمّ العثور على أضداد تجاه سلفاديازين الفضة في المصل لدى 18 من 20 مريض.

لم يُظهر المرضى إيجابيات الأضداد المناعية أعراض متلازمة كبيّة أو أعراض سريريّة للاستجابة المناعية، و تمّ تفسير ذلك بأعراض الاستجابة الجهازية خلال المرحلة الحادّة للحرق والتي ساهمت في إخفاء هذه الأعراض. قد يُسبّب السلفاديازين تفاعلات تأقية ومتلازمة انحلال البشرة السّميّ (متلازمة ستيفن جونسون)، بالإضافة إلى قلة العدلات.⁽⁴⁷⁾

لم يحدّد السبب وراء حدوث قلة العدلات الباكر لدى مرضى الحروق حتّى الآن. أجرى Gamelli دراسة على فئران تمّت مُعالجتها باستخدام سلفاديازين الفضة بعد إحداث حرقٍ كامل السّماكة 10% TBSA، لوحظ حدوث انخفاضٍ مهمّ في تعداد العدلات في الأيام 1 و4 واليوم 7 مع انخفاض القدرة الانقسامية للخلايا النّقيّة في نقي العظام. هذا الانخفاض مُحدّد لذاته وقد تمّ تفسيره بالسّميّة المباشرة لسلفاديازين الفضة على الخلايا النّقيّة في نقي العظام.

في دراسة أخرى من قبل Cartotto تمّت دراسة مجموعتين من المرضى، في الأولى تمّ استخدام سلفاديازين الفضة، وفي الثانية تمّ استخدام نترات الفضة AgNO₃ أو Acticoat كعلاجٍ موضعيٍّ للحرق.⁽⁴⁸⁾

في المجموعة الأولى حدث لدى 23% من المرضى البالغ عددهم 54 مريضاً انخفاضٌ في تعداد العدلات مقابل 26% من المجموعة الثانية، وبالتالي لم يكن سلفاديازين الفضة السبب وراء نقص العدلات.

يجب عدم إيقاف العلاج بسلفاديازين الفضة لدى مرضى الحروق عند حدوث نقص في العدلات، لأنه سيعود إلى القيم السوية مع أو دون إيقاف سلفاديازين الفضة.

4-2-7. مقاومة العوامل الممرضة لسلفاديازين الفضة:

يتمتع سلفاديازين الفضة بفعالية قاتلة تجاه طيف واسع من الجراثيم إيجابية وسلبية الغرام (*Pseudomonas*

– *Staphylococcus aureus* – *Proteus* – *Eschericia coli* – *Klebsiella* – *aeruginosa*

Enterococcus)، وكذلك بعض الفطور (*Candida albicans*). (49)

أجرى Neely (50) دراسة لتحديد العوامل الممرضة المقاومة للعوامل الموضعية المستخدمة في علاج الحروق، حيث قام بدراسة العوامل الممرضة التي تمتلك و التي لا تمتلك مقاومة تجاه الصادات الجهازية لتحديد مقاومتها للعوامل الموضعية. كانت 83% من العوامل الممرضة الحساسة تجاه الصادات الجهازية تمتلك حساسية تجاه العوامل الموضعية لعلاج الحروق. كانت 74% من العوامل المقاومة للصادات الجهازية حساسة تجاه العوامل الموضعية. كانت العقنوديات المذهبة الحساسة على الصادات الجهازية حساسة على العوامل الموضعية، لكن السلالات التي تمتلك مقاومة تجاه الصادات الجهازية مقاومة كذلك تجاه الصادات الموضعية، وبالتالي بحال وجود مقاومة من قبل العوامل الممرضة التي تستعمر الحرق تجاه الصادات الجهازية المستخدمة يجب إعادة تقييم فعالية العوامل الموضعية المستخدمة لعلاج الحرق. قام Heggers and Robson بعزل سلالة من العصيات الزرق المقاومة تجاه سلفاديازين الفضة والجنتاميسين. (51)

4-2-8. دور الفضة النانوية وألية تأثيرها في علاج إنتان الحرق:

الفضة النانوية عبارة عن جزيئات بقطر يساوي أو أصغر من 100 nm، وبفضل السطح الكبير مقارنة بحجم هذه الجزيئات تملك الفضة النانوية تأثيراً مهماً ضد الجراثيم حتى بالتراكيز المنخفضة منها. (52) بالإضافة لذلك تُظهر الفضة النانوية سمية خلوية واستجابة مناعية منخفضة.

9-2-4. آلية عمل الفضة النانوية:

تقوم الفضة النانوية بتحرير أيونات الفضة بشكل مستمر، والتي تُعدّ الآلية الرئيسة في قتل العوامل الممرضة. (53) تمتلك هذه الأيونات إلفة كبيرة للارتباط مع السلفا المتواجدة في بروتينات الغشاء الخلوي، مما يؤدي إلى تبدل في نفوذية الغشاء الخلوي. (54)

تقوم جزيئات الفضة النانوية بتعطيل أنزيمات السلسلة التنفسية، مما يؤدي لإنتاج الجذور الحرة، والتي تلعب دوراً مهماً في أدية الغشاء الخلوي وإيقاف إنتاج ATP. (55) إنّ تفاعل أيونات الفضة مع جزيئات الفوسفور والسلفا الداخلة في تركيب DNA، يُسبب خللاً في نسخ الحمض النووي وحدث الموت الخلوي بالإضافة لقدرة جزيئات الفضة النانوية على تثبيط اصطناع بروتينات الخلية عبر التفاعل مع ريبوسومات الخلية. (56) تمتلك جزيئات الفضة النانوية القدرة على التجمع على سطح الخلية عبر ارتباطها مع بروتينات الغشاء الخلوي مما يُسبب تمزقاً في الغشاء الخلوي، كما تقوم بتفعيل الموت الخلوي المبرمج عبر التفاعل مع جزيئات الفوسفور لبروتينات الخلية. (57) تعتمد فعالية الفضة النانوية على خصائص جزيئات الفضة وصفات البيئة التي تتحرر بها. تُحرر الجزيئات صغيرة الحجم ذات الشكل الدائري أيونات الفضة بشكل أكبر، ويعود ذلك لمساحة سطحها الكبير. (58)

كما إنّ صفات الوسط المحيط تلعب دوراً مهماً في فعالية جزيئات الفضة، حيث تُحرر بشكل أكبر في الوسط الحمضي بالمقارنة مع الأوساط الأخرى. (59) تمتلك الجراثيم سلبية الغرام حساسية أكبر تجاه جزيئات الفضة النانوية، ويعود ذلك إلى سماكة الغشاء الخلوي الأقل بالمقارنة مع غشاء الجراثيم إيجابية الغرام، فكلما زادت سماكة الغشاء الخلوي كلما كان اختراق جزيئات الفضة النانوية أقل. (60)

10-2-4. طرق تصنيع الفضة النانوية:

تتنوع طرق تصنيع الفضة النانوية لتشمل الأساليب الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية إلى جانب تقنيات أخرى مثل التخلل الحراري والإشعاع والتفريغ الكهربائي، ويهدف كل منها إلى التحكم بحجم الجسيمات وخصائصها لتناسب مع التطبيقات المستهدفة، ومنها: (61)

الطريقة الكيميائية (Chemical Reduction): تُعد من أكثر الطرق شيوعاً لتصنيع الفضة النانوية، حيث تعتمد على اختزال أيونات الفضة (Ag^+) باستخدام عوامل اختزال قوية مثل بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) أو سترات الصوديوم في وسطٍ يحتوي على موادٍ مثبتةٍ مثل بولي فينيل بيروليديون (PVP) أو سترات لمنع تكتل الجزيئات. تؤدي هذه الطريقة إلى تكوين جسيمات نانوية فضية متجانسة الحجم والشكل، وهي فعالة وسريعة نسبياً، إلا أنها قد تتطلب استخدام مواد كيميائية سامة أو ملوثة للبيئة، مما يستدعي الحذر في تطبيقها الصناعي أو الحيوي.

الطريقة البيولوجية (Biological or Green Synthesis): تعتمد هذه الطريقة على استخدام كائنات حية أو مستخلصاتها النباتية أو الميكروبية كعوامل اختزال طبيعية لتحويل أيونات الفضة إلى جسيمات نانوية. تحتوي المستخلصات النباتية أو الفطرية على مركبات فعالة مثل الفينولات والفلافونويدات والبروتينات التي تقوم بعملية الاختزال والتثبيت في آنٍ واحدٍ. تتميز هذه الطريقة بأنها صديقة للبيئة وغير مكلفة وآمنة وتستخدم على نطاقٍ واسعٍ في التطبيقات الطبية إلا أنَّ من عيوبها قلة التحكم في خصائص الجسيمات الناتجة مثل الحجم والشكل، حيث يمكن أن تختلف باختلاف مصدر المادة البيولوجية وتركيباتها.

الطريقة الفيزيائية (Physical Methods): تشمل هذه الطريقة استخدام وسائل فيزيائية مثل الليزر (laser) (ablation أو الإشعاع المؤين (مثل أشعة غاما أو الإلكترونات) أو التسخين الحراري لتفتيت الفضة الصلبة وتحويلها إلى جزيئات نانوية. في تقنية الليزر، يتم توجيه نبضات ليزر عالية الطاقة على سطح قطعة فضة مغمورة في سائل، مما يؤدي إلى تبخر الدرات وتجمعها على شكل جسيمات نانوية. تتميز هذه الطريقة بأنها لا

تستخدم أي مواد كيميائية وبالتالي تنتج جسيمات نقيّة وخالية من الملوثات، لكنّها تتطلب أجهزة متقدّمة وتكلفة تشغيلٍ مُرتفعة، ممّا قد يحدّ من استخدامها على نطاقٍ واسعٍ.

طريقة التحلّل الحراريّ (Thermal Decomposition): تعتمد على تسخين مركبات فضّة عضويّة (مثل أسيتات الفضة) في وسط زيتيّ أو عضويّ، حيث يؤدي التسخين إلى تفكّك المركّب وتكوين جسيمات نانويّة. هذه الطّريقة تُوفّر تحكّماً جيّداً بالحجم والشّكل، لكنّها تحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة وقد ينتج عنها نواتج ثانويّة غير مرغوبة.

طريقة الإشعاع (Radiation-Assisted Synthesis): تستخدم أنواعاً مختلفة من الإشعاع (مثل أشعة غاما أو الحزم الإلكترونيّة) لاختزال أيونات الفضة في محلول دون الحاجة إلى عوامل كيميائيّة مُختزلة. ينتج عن ذلك جسيمات فضيّة نانويّة نقيّة وموحّدة الحجم. تتميّز الطّريقة بدقّةٍ عاليةٍ لكنّها تتطلب معدّات إشعاعيّة خاصّة.

طريقة التّفريغ الكهربائيّ (Electrochemical Methods): تتمّ عن طريق تمرير تيار كهربائيّ بين قطبين من الفضة في محلول إلكتروليتيّ، ممّا يؤدي إلى ذوبان الفضة من المصعد وتكوين جسيمات نانويّة. تُنتج هذه الطّريقة تحكّماً دقيقاً في معدّل الإنتاج وحجم الجسيمات، لكنّها قد تكون مكلفة تقنيّاً.

4-2-11. الآثار الجانبية المتعلّقة بالفضّة النانويّة:

تشمل الآثار الجانبية النّاتجة عن تطبيق الفضة النّانويّة على انخفاض في وظيفة المُتقدّرات (62) وانكماش الخليّة وعدم انتظام شكلها (63) وإنتاج الجذور الحرّة التّفاعليّة (64)

يحدث انخفاض مؤقت في النّشاط الاستقلابيّ في الخلايا المُعالجة بالفضّة النّانويّة، ويعود ذلك إلى انخفاض نشاط المُتقدّرات داخل الخليّة والذي يحدث كنتيجة لاطلاق الجذور الحرّة التّفاعليّة (65)

أظهر الفحص المجهريّ لخلايا أرومات اللّيف المزروعة في المختبر والمُعالجة بالفضّة النّانويّة قدرة الخلايا على التّكاثر دون علامات للموت الخلويّ وعلى الرّغم من انخفاض نشاط المُتقدّرات بقيت نوى الخلايا سليمة ودون ضرر (65)

تمتلك خلايا أرومات الليف المتوضعة في القسم العلوي من الأدمة خاصية التوزيع المكاني للمتقدّرات، والتي يتمّ تحريكها بواسطة الأنابيب داخل الخلية لتحيط بالنّواة وتقوم بحمايتها من التّلف المحتمل الناتج عن الفضة النّانوية التي تخترق الغشاء الخلوي. (66،67)

الفضة النّانوية قادرة على إنتاج الجذور الحرّة التفاعليّة داخل الخلايا والتي تقوم بتخريب المادة النّووية، لكنّ استجابة الخلية تكون عبر زيادة عدد المتقدّرات لكي تمنع التأثير الضارّ للجذور الحرّة داخل الخلية، حيث تقوم المتقدّرات بالتّحرك لتحيط بالنّواة وتحميها من تأثير الفضة النّانوية والجذور الحرّة. (67) أظهر الفحص النّسجيّ للخرعات المأخوذة من الحروق المعالجة بـ Acticoat™ Flex 3 المشربّ بجزيئات الفضة النّانوية الجلد مع وجود طبقات طبيعيّة بالإضافة الى وجود تروية دمويّة في منطقة الوصل البشريّ الأدمي.

الباب الثالث: القسم العملي

يتكون هذا الباب من أربعة فصول:

الفصل الأول: هدف البحث وطريقة إجرائه.

الفصل الثاني: نتائج البحث.

الفصل الثالث: المناقشة والمقارنة مع الدراسات العالمية.

الفصل الرابع: الخلاصة، المحددات، التوصيات.

الفصل الأول: هدف البحث وطريقة إجرائه:

1-1. أهداف البحث:

مقارنة بين فعالية ضماد الفضة النانوية بالمقارنة مع سلفات الفضة لدى مرضى الحروق في مستشفى المواساة الجامعي.

1-2. خلفية البحث وأهميته:

تشكل الحروق مشكلةً صحيّةً عامّةً عالميّةً خطيرةً مع معدّلات وفيات مرتفعة بالإضافة إلى العقابيل الوظيفيّة المرافقة لها، فضلاً عن تكلفة الاستشفاء العالية التي تستنزفها من ميزانة الصّحة العامّة. لا يقتصر تأثير الحرق على الإصابة الجلديّة فقط وإنّما يمتدّ ليشمل كامل الجسم، ممّا يؤكّد على أهميّة التدبير الصّحيح للحرق واستخدام الضّماد المناسب لتحقيق الشّفاء وإعادة التّظهرن بأسرع وقت ممكن لاستعادة وظيفة الجلد.

1-3. نمط الدّراسة:

دراسة مستقبلية تجريبية معشاة.

1-4. مكان الدّراسة:

مستشفى المواساة الجامعي.

1-5. مدة الدّراسة وزمانها:

عام واحد؛ في الفترة الممتدة من تاريخ 2023/1/1 وحتى تاريخ 2024/1/1.

1-6. معايير الاشتمال:

- المرضى المقبولين في شعبة الجراحة التّجميليّة والتّرميميّة في مشفى المواساة الجامعي بقصة حرق لهب أو حرق رطب.
- مساحة الحرق بين 10 – 25 %.

- كلا الجنسين بين 16-45 سنة.
- المرضى الأصحاء بدون سوابق أمراض مزمنة أو دوائية تؤثر على شفاء الحرق.
- قصة حرق حديث أو ضياع مادي تالٍ لحرق كامل السماكة والتي لم يُجر لها تنضير باكر.

1-7. معايير الاستبعاد:

- الأمراض المزمنة.
- الحرق الكهربائي والحرق الكيميائي وباقي أنواع الحروق عدا حرق اللهب والحرق الرطب.
- حروق الوجه لعدم إمكانية تطبيق الضماد.
- مساحة الحرق أكبر من 25% و أقل من 10%.
- المرضى المصابين بحالة إنتانية (إنتان دم، SIRS).
- الأدوية والأمراض التي تتداخل مع شفاء الجرح مثل الستيروئيدات، مثبطات المناعة، الداء السكري.
- الحوامل والمريضات والحساسية على مركبات السلفا.

1-8. عينة الدراسة:

تم إجراء الدراسة على 37 مريضاً من المراجعين لشعبة الجراحة التجميلية والترميمية والحروق في مستشفى المواساة الجامعي خلال فترة الدراسة من تاريخ 2023/1/1 و حتى تاريخ 2024/1/1 بعد تطبيق معايير الاشتمال والاستبعاد المحددة.

9-1. طريقة الدراسة:

شمل البحث 37 حالة من المرضى الذين راجعوا شعبة الجراحة التجميلية والترميمية والحروق في مستشفى الموساة الجامعي من تاريخ 2023/1/1 وحتى تاريخ 2024/1/1 المحققين لمعايير القبول في الدراسة، حيث تم بداية إجراء الآتي:

- إجراء الإنعاش اللازم بالسوائل للمرضى حسب صيغة باركلاند مع تقديم الإسعافات اللازمة وإجراء التحاليل المخبرية.

- إجراء غسيل لسطح الحرق والضياع المادي باستخدام السيروم الملحي.

- تقييم درجة الحرق ومساحته بالاعتماد على جدول Lund-Browder Chart.

- لمجموعة مرضى ضماد سلفات الفضة: تم تطبيق ضماد سلفات الفضة على سطح الحرق ثم تطبيق شاش فازلين و أربطة الشاش، ثم إجراء تبديل يومي للضماد بعد إجراء الغسيل بالسيروم الملحي.

- لمجموعة مرضى ضماد الفضة النانوية: تم تطبيق ضماد الفضة النانوية بتركيز 3.5 نانو غرام/مل بعد تشريب شاش الضماد، ثم إجراء تبديل يومي للضماد بعد إجراء الغسيل بالسيروم الملحي. ويجدر بالذكر أن الفضة النانوية المستخدمة قد تم تحضيرها ضمن مخابر كلية العلوم في جامعة دمشق، وبإشراف كوادرها البحثية المختصة.

- تقييم درجة الألم المرافق لتبديل الضماد.

- مراقبة قيم التحاليل المخبرية (تعداد الكريات البيض والعدلات وتعداد الصفائح الدموية) عند القبول وتسجيل أخفض قيمة لها خلال الدراسة.

- مراقبة زمن شفاء الحرق جزئي السماكة حتى عودة النّظهرن سريريًا.

- مراقبة زمن جاهزية النسيج الحبيبي لإجراء التطعيم الجلدي سريريًا.

ثم تم جمع ومقارنة بيانات المرضى من ناحية الجنس والعمر ومساحة الحرق ومساحة الضياع المادي والعامل المسبب وزمن شفاء الحرق و زمن جاهزية النسيج الحبيبي للتطعيم وتعداد الكريات البيض عند القبول (وأخفض

قيمة لتعداد الكريات البيض والصفائح الدموية خلال الدراسة) ودرجة الألم، ثم تم إدخال إدخال بيانات المرضى إلى جداول خاصة تم إعدادها بمساعدة برنامج Word Office 2016 ومعالجتها و ربطها ببعضها وبعدها تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من خلال دراسة مستقبلية تجريبية معشاة واستخلاص النتائج و مقارنتها مع دراسات عالمية لنفس الموضوع .

1-9-1. البيانات الديموغرافية والسريية:

- العمر.
- الجنس.
- الحالة المدروسة.
- الضماد المستخدم.
- سبب الحرق والضياع.
- جاهزية النسيج الحبيبي للتطعيم.
- درجة الألم.

1-9-2. التحاليل الدموية والمخبرية عند بدء وخلال الدراسة:

- تعداد الكريات البيض مع الصيغة.
- تعداد الصفائح.

1-10. الميزانية:

لم يكن هناك أي ميزانية أو كلف إضافية.

1-11. المحددات الأخلاقية:

تقتضي أخلاقيات البحث العلمي احترام حقوق الآخرين وآرائهم وكرامتهم سواء كانوا من الزملاء الباحثين أو المشاركين في البحث أو المستهدفين في البحث، وتتبنى مبادئ أخلاقيات البحث العلمي عامةً قيمتي العمل الإيجابي

وتجنب الضرر، وينبغي أن تكون هاتان القيمتان ركيزتي المحددات الأخلاقية خلال عملية البحث. وفي هذا البحث سيتم الالتزام بالمحددات الأخلاقية من المصادقية، والنّقة، والالتزام بسريّة المعلومات من حيث تسجيل بيانات المرضى والحصول على النتائج دون إلحاق الأذى بهم.

12-1. تحليل البيانات:

أجري التحليل باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (Statistical Package for the Social Sciences) (SPSS) النسخة 19 في تحليل البيانات التي جمعت، وتم اعتماد القيمة التنبؤية الأقل من 0.05 ($P\text{-value} < 0.05$) مهمة إحصائياً.

12-1-1. الإحصاء الوصفي:

يتمثل في دراسة التوزيع النسبي لمتغيرات الدراسة النوعية (الوصفية) مثل (الجنس، الإصابة بالتهاب بنكرياس حاد) ودراسة الإحصاءات الوصفية (المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري، ...) للمتغيرات الكمية مثل (العمر، رقم السكر عند القبول) مع إضافة أشكال بيانية لإغناء النتائج.

12-1-2. الإحصاء التحليلي (الاستدلالي):

بالنسبة إلى اختبار العلاقات الإحصائية بين الخصائص القاعدية تم القيام باستخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

- اختبار (t-test) و التعبير عنه بـ (t) لمقارنة المتغيرات المتواصلة.
- اختبار كاي مربع (chi-square) و التعبير عنه بـ (χ^2) لمقارنة المتغيرات الفئوية ذات التوزيع الطبيعي.

تم الاعتماد في تقدير الفروقات والعلاقات الإحصائية عند مستوى دلالة إحصائية 0.05 وهو المستوى المعتمد في الدراسات، وبالتالي يمكن إعطاء القرار الإحصائي من خلال قيمة P-value كما يلي: في حال كانت قيمة الدلالة الإحصائية P-Value أكبر من 0.05 فلا يوجد فروق جوهريّة في تقييم الفروق والعلاقات، أمّا في حال قيمة الدلالة الإحصائية أصغر من 0.05 يوجد فروق جوهريّة إحصائية في تقييم الفروق والعلاقات.

الفصل الثاني: نتائج البحث (Results)

2-1. الخصائص القاعدية لمرضى البحث:

2-1-1. التحليل الوصفي للمتغيرات الفئوية:

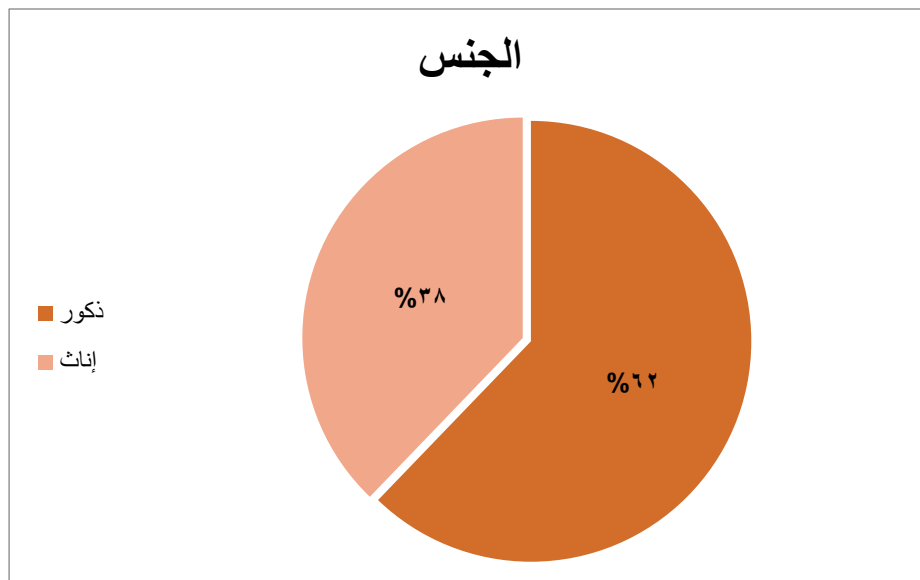
2-1-1-1. الجنس:

تم توزيع عينة الدراسة حسب الجنس إلى 23 (62.2%) ذكراً و 14 (37.8%) أنثى، يُوضّح الجدول (4) توزّع مرضى البحث وفقاً للجنس:

الجدول (4): التوزّع النسبي لعينة الدراسة حسب الجنس

الجنس	العدد	النسبة المئوية
ذكور	23	62.2%
إناث	14	37.8%
المجموع	37	100%

الشكل (14): الرسم البياني بمخطط الفطيرة للتوزّع النسبي لعينة الدراسة حسب الجنس



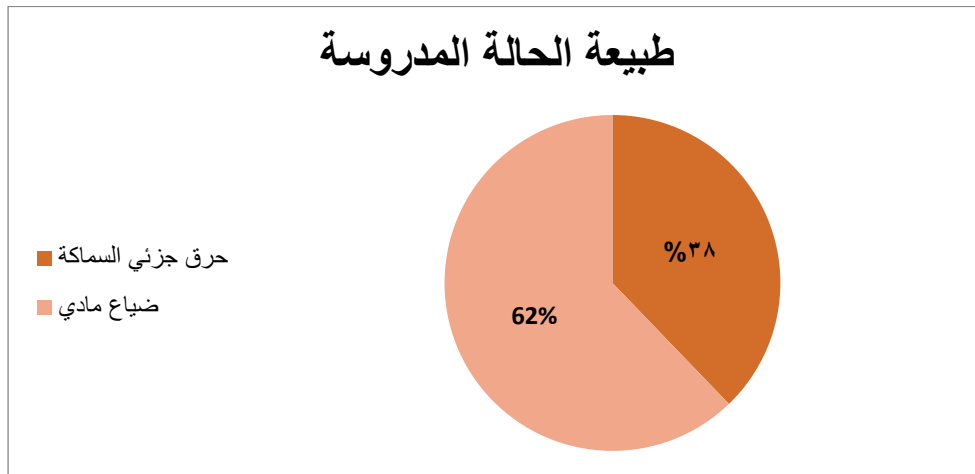
2-1-1-2. توزيع المرضى حسب الحالة المدروسة:

بلغ عدد مرضى الحرق جزئي السماكة المشمولين في الدراسة (14) مريضاً بنسبة (37.8%)، بينما بلغ عدد مرضى الضياع المادي المشمولين في الدراسة (23) مريضاً بنسبة (62%)، الجدول (5):

الجدول (5): التوزيع النسبي للعينة بحسب نوع الحالة المدروسة

الحالة المدروسة	العدد	النسبة المئوية
حرق جزئي السماكة	14	37.8%
ضياع مادي	23	62.2%
المجموع	37	100%

الشكل (15): الرسم البياني بالفطيرة للتوزيع النسبي لعينة الدراسة حسب نوع الحالة المدروسة



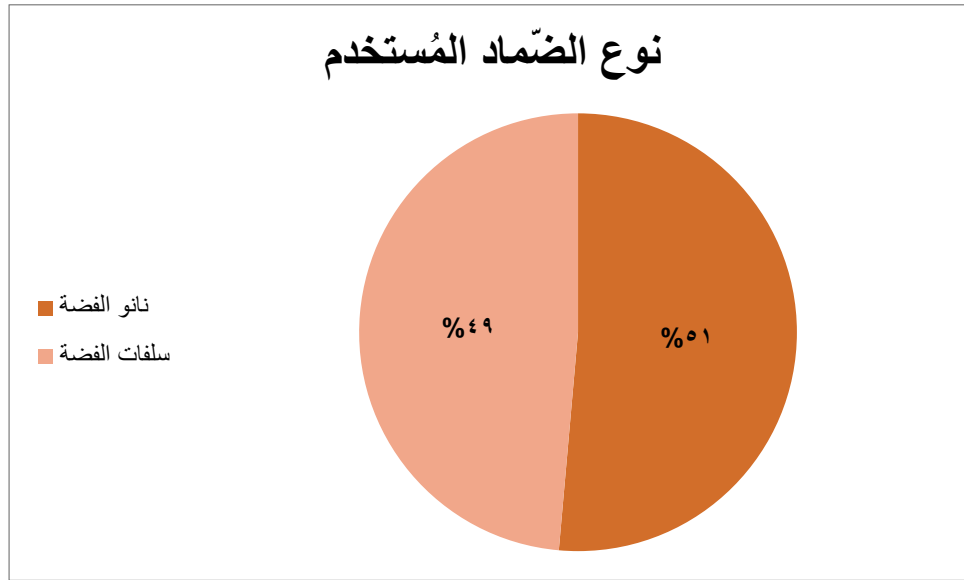
2-1-1-3. توزيع المرضى حسب نوع الضماد المستخدم:

تم تطبيق ضماد الفضة النانوية لدى (19) مريضاً بنسبة (51.4%)، وتم تطبيق ضماد سلفات الفضة لدى (18) مريضاً بنسبة (48.6%)، الجدول (6):

الجدول (6): التوزيع النسبي للعينة بحسب نوع الضماد المستخدم

الضماد المستخدم	العدد	النسبة المئوية
نانو الفضة	19	51.4%
سلفات الفضة	18	48.6%
المجموع	37	100%

الشكل (16): الرسم البياني بالفطيرة للتوزيع النسبي لعينة الدراسة حسب نوع الضماد المستخدم



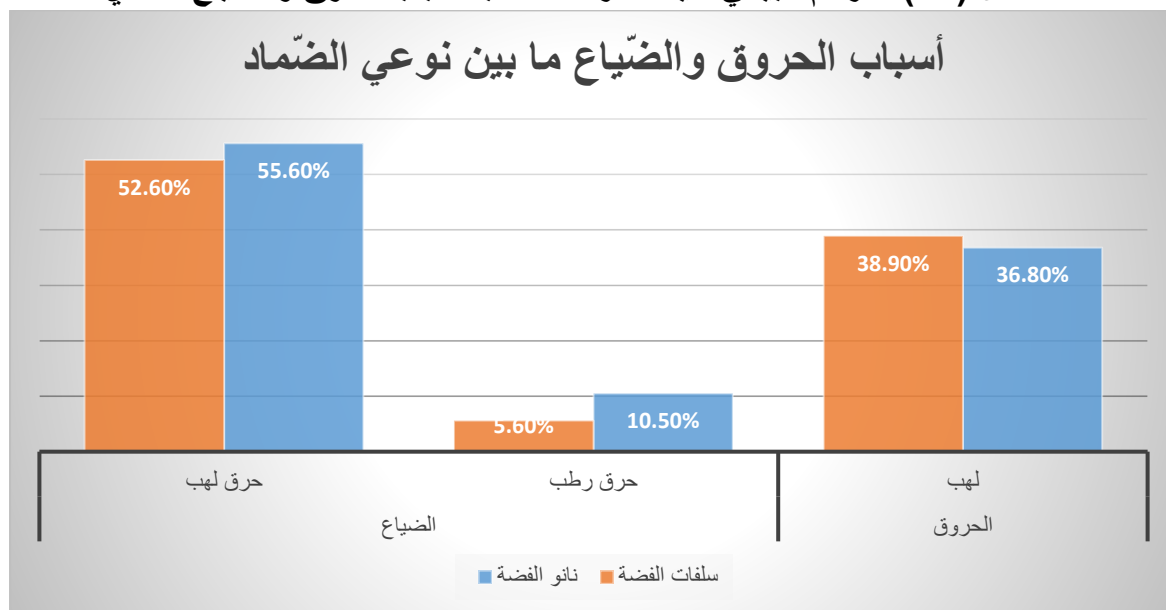
2-1-1-4. توزع المرضى حسب أسباب الحرق و الضياع المادي:

كان العامل المسبب للإصابة لدى مرضى الحروق جزئية السماكة المعالجين بضماد الفضة النانوية (7 مرضى من أصل 14) هو حرق اللهب بنسبة 36.8%، أمّا المرضى المعالجون بضماد سلفات الفضة (7 من أصل 14 مريضاً)، فكان العامل المسبب أيضاً هو حرق اللهب بنسبة 38.9%، وفيما يخص مرضى الضياع المادي المعالجين بضماد الفضة النانوية (12 مريضاً من أصل 23)، فقد تسبب الحرق الرطب بالإصابة لدى مريضين (10.5%)، بينما كان حرق اللهب هو العامل المسبب لدى المرضى العشرة المتبقين (55.6%) أمّا في مجموعة مرضى الضياع المادي المعالجين بضماد سلفات الفضة (11 مريضاً من أصل 23)، فقد تسبب الحرق الرطب بالإصابة لدى مريض واحد فقط (5.6%)، في حين كان حرق اللهب العامل المسبب لدى المرضى العشرة المتبقين (52.6%)، الجدول (7):

الجدول (7): التوزيع النسبي لعينة بحسب أسباب الحرق و الضياع المادي

أسباب الحروق والضياع		نانو الفضة		سلفات الفضة	
الحروق	لهب	7	36.8%	7	38.9%
الضياع	حرق رطب	2	10.5%	1	5.6%
	حرق لهب	10	55.6%	10	52.6%

الشكل (17): الرسم البياني لعينة الدراسة حسب أسباب الحرق والضياع المادي



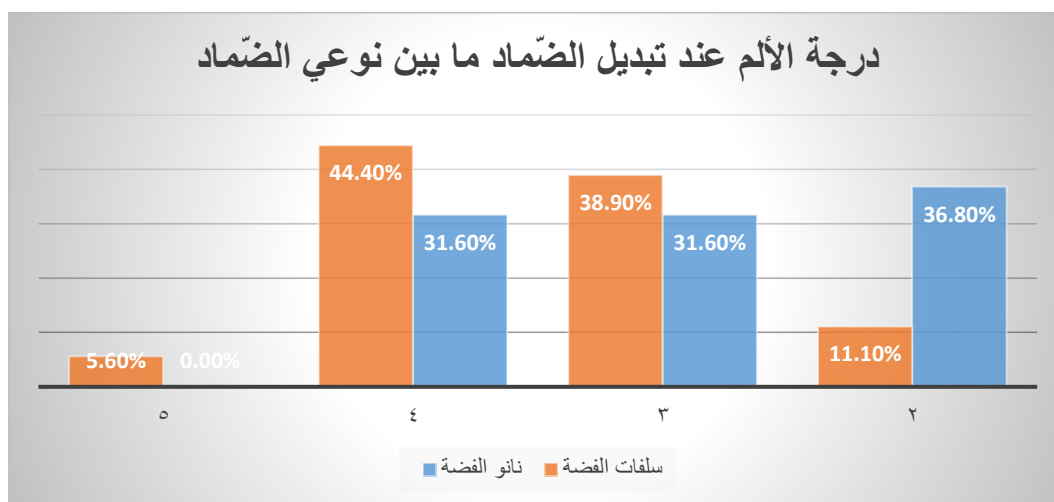
2-1-1-5. توزع المرضى حسب درجة الألم:

يبين الجدول (8) توزع العينة بحسب درجة الألم عند تبديل الضماد بحسب نوع الضماد المستخدم:

الجدول (8): توزع العينة بحسب درجة الألم

سلفات الفضة		نانو الفضة		درجة الألم عند تبديل الضماد
11.1%	2	36.8%	7	2
38.9%	7	31.6%	6	3
44.4%	8	31.6%	6	4
5.6%	1	0.0%	0	5

الشكل (18): الرسم البياني لعينة الدراسة حسب درجة الألم



2-1-2. التحليل الوصفي للمتغيرات المتواصلة (الكمية):

في ظل هذا التحليل نقوم بحساب الإحصاءات الوصفية للمتغيرات الكمية.

الجدول (9): الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة المتواصلة حسب مجموعتي العلاج

المتغير		العدد	المتوسط	الانحراف	Min	Max
العمر	كامل العينة	37	29.24	10.67	15	50
	الذكور	23	27.61	11.04	15	45
	الإناث	14	31.93	9.84	19	50
مساحة الحرق	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	7	21.00%	2.38%	18%	24%
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	7	21.14%	7.86%	13%	35%
مساحة الضّياع	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	12	14.92%	5.81%	6%	25%
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	11	15.27%	3.38%	11%	22%
زمن شفاء الحرق باليوم	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	7	10.43	1.81	8	13
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	7	20	1.91	18	23
حسب زمن جاهزية النّسيج الحبيبيّ للتطعيم بالأيام	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	12	5.42	1.31	4	8
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	12	10.67	2.10	6	13
تعداد كريات الدم البيض عند القبول	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	19	15.46	3.35	10	24
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	18	13.72	4.60	4	24
أخفض تعداد لكريات الدم البيض خلال القبول	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	19	10.95	2.25	7.90	17
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	18	8.43	2.78	2.50	14
نسبة العدلات لدى المرضى عند القبول	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	19	81.21	6.12	65	89
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	18	80.06	9.35	59	92
أخفض نسبة للعدلات لدى المرضى خلال القبول	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	19	78.58	6.28	65	88
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	18	72.17	5.97	60	82
أدنى قيمة صفائح لدى المرضى خلال فترة الدراسة	المرضى المُعالَجين بضماد الفِضة النّانويّة	19	217.11	85.23	125	493
	المرضى المُعالَجين بضماد سلفات الفِضة	18	178.06	59.23	112	306

فيما يلي يتم تفسير الإحصاءات الوصفية للمتغيرات الكمية الموجودة في الجدول السابق:

بلغ متوسط أعمار مرضى كامل العينة 37 سنة وبانحراف معياري 29 سنة أي أنّ ثلاث انحرافات معيارية عن المتوسط بمقدار 29 سنة يغطي 99% من أعمار المرضى الموجودة في عينة الدراسة، وكانت تغيرات أعمار المرضى من 15 سنة إلى 50 سنة بمدى طوله 35 سنة.

2-2. التحليل الاستدلالي:

2-2-1. مقارنة زمن الشفاء ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

بالمقارنة بين مجموعتي المرضى تبين وجود فرق مهم إحصائياً بما يتعلق بزمن شفاء الحرق جزئي السماكة P-value = 0.001، حيث بلغ متوسط شفاء الحرق جزئي السماكة لدى مجموعة المرضى المُعالجين بالفضة النانوية 10.43 يوم، ولدى مجموعة المرضى المُعالجين بسلفات الفضة 20 يوم، الجدول (10):

الجدول (10): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لزمن الشفاء

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	زمن الشفاء (باليوم)
13	8	1.81	10.43	7	نانو الفضة
23	18	1.915	20	7	سلفات الفضة
P-Value=0.001					
يوجد فروق واضحة ومعنوية بزمن الشفاء ما بين نوعي الضماد المُستخدم					

2-2-2. مقارنة مساحة الحرق ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

بالمقارنة بين مجموعتي مرضى الدراسة بالنسبة لمساحة الحرق، تبين عدم وجود فرق مهم بين المجموعتين p-value = 0.96، فقد بلغ متوسط مساحة الحرق جزئي السماكة لدى مجموعة المرضى المُعالجين بضماد الفضة النانوية (21%)، ومتوسط مساحة الحرق جزئي السماكة لدى مجموعة المرضى المُعالجين بضماد سلفات الفضة (21.14%)، الجدول (11):

الجدول (11): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لمساحة الحرق

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	مساحة الحرق
%24	%18	%2.38	%21	7	نانو الفضة
%35	%13	%7.86	%21.14	7	سلفات الفضة
P-Value=0.964					
لا يوجد فروق معنوية أبداً بمساحة الحرق ما بين نوعي الضماد المُستخدم					

2-2-3. مقارنة مساحة الضياع المادي ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

بالمقارنة بين مجموعتي المرضى بما يتعلق بمساحة الضياع المادي، تبين عدم وجود فرق مهم إحصائياً بين المجموعتين $p\text{-value} = 0.861$ ، فقد بلغ متوسط مساحة الضياع المادي لدى المجموعة المعالجة بالفضة النانوية (14.92%) ومتوسط مساحة الضياع المادي لدى المرضى المعالجين بسلفات الفضة (15.27%)، الجدول (12):

الجدول (12): مقارنة مساحة الضياع المادي ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	مساحة الضياع المادي
%25	%6	%5.81	%14.92	12	نانو الفضة
%22	%11	%3.38	%15.27	11	سلفات الفضة
P-Value=0.861					
لا يوجد فروق معنوية ابدأً بمساحة الضياع ما بين نوعي الضماد المستخدم					

2-2-4. مقارنة زمن تشكّل النسيج الحبيبي ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

بالمقارنة بين المجموعتين بما يتعلق بزمن تشكّل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم تبين وجود فرق مهم إحصائياً بين المجموعتين $p\text{-value} = 0.001$ ، فقد بلغ زمن تشكّل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم لدى مجموعة المرضى المعالجين بالفضة النانوية (5.42 يوم)، ولدى مجموعة المرضى المعالجين بسلفات الفضة (10.55 يوم)، الجدول (13):

الجدول (13): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لزمن تشكّل النسيج الحبيبي

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	زمن تشكّل النسيج الحبيبي (باليوم)
8	4	1.31	5.42	12	نانو الفضة
13	6	2.16	10.55	11	سلفات الفضة
P-Value=0.001					
يوجد فروق واضحة ومعنوية بزمن تشكّل النسيج الحبيبي ما بين نوعي الضماد المستخدم					

2-2-5. مقارنة تعداد الكريات البيض عند القبول ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

من خلال مقارنة تعداد كريات الدّم البيض لدى مرضى الدّراسة عند القبول، تبيّن عدم وجود فرق مهمّ إحصائيّاً بين المجموعتين $p\text{-value} = 0.195$ ، فقد بلغ متوسط تعداد الكريات البيض عند القبول لدى المرضى المُعالجين بضماد الفضة النّانويّة (15.46)، و متوسط تعداد الكريات البيض عند القبول لدى المرضى المُعالجين بسلفات الفضة (13.72)، الجدول (14):

الجدول (14): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد الكريات البيض عند القبول

تعداد الكريات البيض عند القبول	العدد	المتوسط	الانحراف	Min	Max
نانو الفضة	19	15.46	3.35	10	24
سلفات الفضة	18	13.72	4.60	4	24
P-Value=0.195					
لا يوجد فرق معنوي بمتوسط تعداد الكريات البيض عند القبول ما بين نوعي الضماد المُستخدم					

2-2-6. مقارنة أدنى تعداد للكريات البيض خلال الدّراسة ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

من خلال المقارنة بين أدنى قيمة تعداد لكريات الدّم البيض خلال الدّراسة بين المجموعتين تبيّن وجود فرق مهمّ إحصائيّاً $p\text{-value} = 0.004$ ، فقد بلغ متوسط أدنى تعداد لكريات الدّم البيضاء خلال الدّراسة لدى المرضى المُعالجين بالفضّة النّانويّة (10.95)، وأدنى تعداد لكريات الدّم البيض خلال الدّراسة لدى المرضى المُعالجين بسلفات الفضة (8.43)، الجدول (15):

الجدول (15): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد الكريات البيض خلال الدراسة

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	تعداد الكريات البيض خلال الدراسة
17	7.90	2.25	10.95	19	نانو الفضة
14	2.50	2.78	8.43	18	سلفات الفضة
P-Value=0.004					
يوجد فرق معنوي بمتوسط تعداد الكريات البيض خلال الدراسة ما بين نوعي الضماد المستخدم					

2-2-7. مقارنة تعداد العدلات ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة عند القبول:

من خلال المقارنة بين تعداد العدلات عند القبول لدى مرضى الدراسة، تبين عدم وجود فرق مهم إحصائياً بين مجموعة المرضى المعالجين بالفضة النانوية ومجموعة المرضى المعالجين بسلفات الفضة $p\text{-value} = 0.658$ ، الجدول (16):

الجدول (16): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد العدلات عند القبول

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	تعداد العدلات عند القبول
89	65	6.12	81.21	19	نانو الفضة
92	59	9.35	80.06	18	سلفات الفضة
P-Value=0.658					
لا يوجد فرق معنوي بمتوسط تعداد العدلات عند القبول ما بين نوعي الضماد المستخدم					

2-2-8. مقارنة أدنى للعدلات خلال الدراسة ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

من خلال المقارنة بين أدنى تعداد للعدلات خلال الدراسة لدى المرضى، تبين وجود فرق مهم إحصائياً $p\text{-value} = 0.003$ ، فقد بلغ متوسط أدنى تعداد للعدلات لدى المرضى المعالجين بالفضة النانوية 78.58، ومتوسط تعداد العدلات لدى المرضى المعالجين بسلفات الفضة 72.17، الجدول (17):

الجدول (17): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لتعداد العدلات خلال الدراسة

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	تعداد العدلات خلال الدراسة
88	65	6.28	78.58	19	نانو الفضة
82	60	5.97	72.17	18	سلفات الفضة
P-Value=0.003					
يوجد فرق معنوي بمتوسط تعداد العدلات خلال الدراسة ما بين نوعي الضماد المستخدم					

2-2-9. مقارنة تعداد الصفائح ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

من خلال المقارنة بين أدنى قيمة للصفائح الدموية للمرضى خلال فترة الدراسة تبين عدم وجود فرق مهم إحصائياً بين مجموعتي المرضى $p\text{-value} = 0.116$ ، فقد بلغ متوسط أدنى تعداد للصفائح الدموية لدى المرضى المُعالجين بالفضة النانوية 217.11، ومتوسط أدنى تعداد للصفائح لدى المرضى المُعالجين بسلفات الفضة 178.06، الجدول (18):

الجدول (18): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة لأدنى قيمة للصفائح

Max	Min	الانحراف	المتوسط	العدد	قيمة للصفائح
493	125	85.23	217.11	19	نانو الفضة
306	112	59.23	178.06	18	سلفات الفضة
P-Value=0.116					
لا يوجد فروق معنوية بمتوسط قيمة الصفائح ما بين نوعي الضماد المستخدم					

2-2-10. مقارنة درجة الألم ما بين نانو الفضة وسلفات الفضة:

من خلال المقارنة بين شدة الألم المرافق لتبديل الضماد لدى مرضى الدراسة تبين عدم وجود فرق مهم إحصائياً

بين المجموعتين $p\text{-value} = 0.249$ ، الجدول (19):

الجدول (19): الفرق ما بين نوعي الضماد بالنسبة درجة الألم عند تبديل الضماد

سلفات الفضة		نانو الفضة		درجة الألم عند تبديل الضماد
%11.1	2	%36.8	7	2
%38.9	7	%31.6	6	3
%44.4	8	%31.6	6	4
%5.6	1	%0.0	0	5
P-Value=0.249				
لا يوجد فرق جوهري ما بين نوعي الضماد وبين درجة الألم عند تبديل الضماد				

الفصل الثالث: المناقشة والمقارنة مع الدراسات العالمية

شملت الدراسة 37 مريضاً ممن راجعوا قسم الجراحة التجميلية والترميمية والحروق في مشفى المواساة الجامعي في دمشق، سوريا وذلك في الفترة الممتدة من 2023/1/1 حتى 2024/1/1، حيث تم توزيع المرضى ومتابعتهم وتسجيل البيانات وإجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة.

كانت نسبة الذكور 62.2% مقابل 37.8% للإناث، وتنوّعت الحالات بين الحروق جزئية السّماكة بنسبة 37.8% والضياع المادي بنسبة 62.2%. تم استخدام نوعين من الضّمادات؛ ضماد الفضة النانوية الذي تم تطبيقه على 51.4% من المرضى وضماد سلفات الفضة الذي استخدم مع 48.6%.

كان السبب الرئيس للإصابات بين مرضى الحروق جزئية السّماكة حرق اللهب، حيث شكّل حوالي 37% من الحالات في كلا المجموعتين. بالنسبة لمرضى الضياع المادي، كان الحرق الرطب سبباً بنسبة أقل، في حين ظل حرق اللهب هو السبب الأكثر شيوعاً.

أمّا عن درجة الألم أثناء تغيير الضّماد، فقد أظهرت النتائج أنّ مرضى ضماد الفضة النانوية عانوا من درجات ألم أقل بشكل عام، إذ لم يُسجّل أيّ مريضٍ منهم درجة ألم 5، بينما كانت درجات الألم في مجموعة ضماد سلفات الفضة أعلى وأكثر تنوّعاً، مع وجود حالات وصلت إلى درجة ألم 5.

كان متوسط عمر المرضى في العينة حوالي 29.24 سنة، وتراوح بين 15 و50 سنة مع انحراف معياري 10.67، ممّا يدل على تنوّع عمر المرضى. بالنسبة لمساحة الحروق كان متوسطها 21% في كلّ من مرضى ضماد الفضة النانوية (مع انحراف 2.38%) وضماد سلفات الفضة (مع انحراف 7.86%). كان زمن شفاء الحروق أسرع عند مستخدمي ضماد الفضة النانوية بمتوسط 10.43 يوماً مقابل 20 يوماً لمجموعة ضماد سلفات الفضة. كذلك، كان زمن جاهزية النسيج الحبيبي للتطعيم أقلّ في مجموعة الفضة النانوية (5.42 يوماً) مقارنةً بـ 10.67 يوماً في المجموعة الأخرى. كان تعداد كريات الدم البيضاء عند القبول أعلى في مجموعة الفضة النانوية (15.46) مقابل 13.72 في مجموعة سلفات الفضة، وأدنى تعداد خلال فترة القبول بلغ 10.95 مقابل

8.43 على التوالي. كانت نسبة العدلات قريبةً بين المجموعتين عند حوالي 81% و 80%، بينما أدنى نسبة خلال القبول كانت أعلى في مجموعة الفضة النانوية (78.58% مقابل 72.17%). وأخيراً، كان متوسط تعداد الصفائح 217.11 في مجموعة الفضة النانوية مقابل 178.06 في مجموعة سلفات الفضة، مما يشير إلى نتائج أفضل في الشفاء والدعم المناعي لمستخدمي ضماد الفضة النانوية.

أظهرت النتائج وجود فرق مهم إحصائياً بين المجموعتين فيما يتعلق بزمن شفاء الحروق جزئية السماكة، حيث كان متوسط زمن الشفاء لدى المرضى المُعالجين بضماد الفضة النانوية 10.43 يوماً، مقارنة بـ 20 يوماً لدى المرضى المُعالجين بسلفات الفضة، مما يدل على أن ضماد الفضة النانوية يُسرّع من عملية الشفاء بشكل واضح. أما بالنسبة لمساحة الحرق، فلم يُلاحظ أي فرق مهم بين المجموعتين، حيث كانت المساحات متقاربةً بنسبة حوالي 21%. كذلك لم يكن هناك فرق مهم في مساحة الضياع المادي بين المجموعتين، حيث بلغت المتوسطات حوالي 15%.

فيما يخص زمن تشكّل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم، لوحظ فرق مهم كبير بين المجموعتين، إذ كان هذا الزمن أقل بكثير لدى المرضى الذين تم تطبيق ضماد الفضة النانوية لديهم (5.42 يوماً) مقارنةً بسلفات الفضة (10.55 يوماً). عند دراسة تعداد كريات الدم البيضاء عند القبول، لم يوجد فرق مهم إحصائياً بين المجموعتين، بينما خلال فترة الدراسة كان هناك فرق مهم في أدنى تعداد لكريات الدم البيضاء خلال القبول، حيث كانت المعدلات أعلى لدى مجموعة ضماد الفضة النانوية، وبالنسبة لتعداد العدلات، لم يُلاحظ فرق مهم إحصائياً عند القبول، إلا أن أدنى تعداد للعدلات خلال الدراسة كان أعلى بشكل مهم إحصائياً في مجموعة ضماد الفضة النانوية.

أما تعداد الصفائح الدموية وأدنى قيمتها خلال فترة الدراسة، فلم تُظهر النتائج فروقاً مهمة إحصائياً بين المجموعتين. وبالنسبة لشدة الألم المُصاب لتبديل الضماد، لم يُسجل أي فرق مهم إحصائياً بين استخدام ضماد الفضة النانوية أو سلفات الفضة. وبشكل عام، يمكن القول إن ضماد الفضة النانوية يُسهم بشكل أفضل في تسريع الشفاء وتشكيل النسيج الحبيبي، ويُحافظ على تعداد كريات الدم البيضاء والعدلات بصورة أفضل مقارنةً بضماد

سلفات الفضة، بينما لم يختلف الضمادان في تأثيرهما على مساحة الحروق أو مساحة الضياع أو تعداد الصفائح أو مستوى الألم.

أظهرت نتائج الدراسة الحالية توافقاً ملحوظاً مع ما ورد في عدد من الدراسات العالمية التي بحثت في فعالية ضمادات الفضة النانوية مقارنةً بسلفات الفضة، سواء في تسريع عملية الشفاء أو تحسين خصائص الألم والالتهام.

ففي دراسة Muangman وزملائه، التي أجريت على 70 مريضاً بحروق جزئية السماكة، تم تسجيل فرقٍ مهمٍ إحصائياً في زمن الشفاء لصالح ضماد الفضة النانوية (10 ± 3 يوم مقابل 13.7 ± 4 يوم). تتوافق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه الدراسة الحالية، حيث بلغ متوسط زمن الشفاء لدى مجموعة الفضة النانوية 10.43 يوماً مقابل 20 يوماً في مجموعة سلفات الفضة، ممّا يُظهر تفوقاً أوضح في فعالية الضماد النانوي في البيئة السريرية المحلية. كما لوحظ في كلتا الدراستين انخفاضٌ واضحٌ في درجات الألم لدى المرضى المُعالجين بالفضة النانوية.

وفي دراسة Huang وزملائه، التي قارنت بين ضماد Acticoat وسلفات الفضة في حالات الحروق غير الشافية، تمّ رصد فرقٍ مهمٍ إحصائياً في زمن الشفاء لصالح Acticoat (12.42 ± 5.4) يوم مقابل (15.79 ± 5.6 يوم)، مع انخفاض ملحوظ في معدل الألم والالتهابات. وقد أظهرت الدراسة الحالية نتائج مماثلة من حيث فعالية الضماد النانوي في تسريع الشفاء، لكن بفارقٍ زمنيٍّ أكبر، ونتائجٍ أوسع تشمل تقييماً لمؤشرات التركيب الدموي والمناعي، ممّا يعكس تمايزاً إضافياً في مؤشرات التقييم.

كما جاءت دراسة Wang وزملائه، والتي تناولت استخدام الضمادات النانوية في حالات الجروح المزمنة، لتعزّز دور هذه الضمادات في تحفيز الترميم النسيجي وتقليل الألم. فقد أظهرت الدراسة انخفاضاً في زمن نمو النسيج الحبيبي (7 أيام مقابل 12 يوماً باستخدام البوفيدون)، وهي نتائج تنسجم مع ما توصلت إليه الدراسة الحالية (5.42 يوماً مقابل 10.55 يوماً)، ممّا يُبرز الدور الفعال للفضة النانوية في تسريع التأهب للتطعيم وتحسين بيئة الجرح.

أما دراسة Tineo وزملائه، فقد عالجت حالات قرحات مزمنة وأظهرت أنَّ النسبة الأكبر من المرضى المُعالجين بضماد الفضة النانوية قد تشكّل لديهم نسيج حبيبي (89.6%) مقارنة بـ 71.4% في مجموعة سلفات الفضة، وهي نتائج تتقاطع بشكلٍ غير مباشر مع ما ورد في الدراسة الحالية فيما يخص سرعة وكفاءة تكوّن النسيج الحبيبي، ممّا يعكس قدرة الفضة النانوية على تحفيز الترميم النسيجي في أنواع متعدّدة من الإصابات النسيجية، وليس في الحروق فقط.

بصورةٍ عامّة، تعكس نتائج هذه المقارنات توافقاً علمياً في مختلف البيئات الجغرافية والسريّة حول تفوّق ضمادات الفضة النانوية على سلفات الفضة، سواء من حيث زمن الشفاء أو تخفيف الألم أو تحفيز الترميم النسيجي، وهو ما تدعمه أيضاً المؤشرات الدّمويّة والمناعيّة التي تمّت دراستها ضمن إطار الدراسة الحالية، في الجدول (20) خلاصة مقارنة الدراسة الحالية مع الدراسات العالميّة المذكورة أعلاه.

الجدول (20): مقارنة الدراسة الحالية مع الدراسات العالمية

دراسة Muangman et al. (2006-2008)	دراسة Yuesheng Huang et al. (2006)	دراسة Rui Wang et al. (2019-2022)	دراسة Cristian Tineo et al.	الدراسة الحالية (2023-2024)	نقاط المقارنة
70 مريض	98 مريض	80 مريض	50 مريض	37 مريض	عدد المرضى
حروق جزئية السمكة <15%	حروق غير شافية بعد 3 أسابيع	جروح مزمنة لم تلتئم خلال أسبوعين	قرحات سكرية ووريدية وقرحات ضغط	حروق جزئية السمكة وضياح مادي	نوع الإصابة
تايلاند 2006-2008	الصين 2006	2019-2022	غير مذكور	سوريا 2023-2024	الموقع والزمن
ضماد Aquacel Ag (فضة نانوية) vs سلفات الفضة 1%	ضماد Acticoat (فضة نانوية) vs سلفات الفضة	ضماد فضة نانوية vs ضمد بوفيدون	سلفات الفضة vs فضة نانوية	ضماد فضة نانوية vs سلفات الفضة	أنواع الضمادات المستخدمة
10 ± 3 (فضة نانوية) مقابل 13.7 (سلفات) ± 4	12.42 ± 5.4 (Acticoat) مقابل 15.79 ± 5.6 (سلفات)	غير مذكور، لكن شفاء أسرع مع الفضة	غير مذكور	10.43 يوم (فضة نانوية) مقابل 20 يوم (سلفات)	زمن الشفاء (بمتوسط الأيام)
ألم أقل مع الفضة النانوية	ألم أقل ومعدل إنتان أقل مع Acticoat	ألم أقل بعد 7 أيام مع الفضة	غير مذكور	لا فرق مهم إحصائي في الألم	الألم أثناء تبديل الضماد
غير مذكور	غير مذكور	7 أيام (فضة) مقابل 12 يوم (بوفيدون)	نسبة تشكل نسيج حبيبي 89.6% مع الفضة النانوية مقابل 71.4% مع السلفات	5.42 يوم (فضة) مقابل 10.67 يوم (سلفات)	زمن تشكل النسيج الحبيبي
غير مذكور	غير مذكور	تعداد بيض وجراثيم أفضل مع الفضة	غير مذكور	تعداد بيض وعدلات أفضل مع الفضة النانوية	تعداد كريات الدم البيضاء والعدلات
تمت المقارنة لكن الكلفة غير مفصلة	غير مذكور	غير مذكور	كلفة غير مفصلة	غير مذكور	تأثير الضماد على الكلفة
فضة نانوية أسرع شفاء وألم أقل	فضة نانوية أسرع شفاء وألم أقل بدون آثار جانبية	فضة نانوية تقلل الألم وتسريع الشفاء	الفضة النانوية أفضل في تشكل النسيج الحبيبي	فضة نانوية تسريع شفاء ونسيج حبيبي ودعم مناعي	النتائج العامة

الفصل الرابع: الخلاصة، المحددات، التوصيات

4-1. الخلاصة:

أظهرت الدراسة الحالية تفوق ضماد الفضة النانوية في تسريع شفاء الحروق جزئية السماكة، وتسريع تشكل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم مقارنة بضماد سلفات الفضة، وقد ترافقت هذه النتائج مع المحافظة على تعداد أعلى من الكريات البيض والعدلات خلال فترة العلاج، وبالمقابل، لم يُسجل فرق مهم من حيث شدة الألم أثناء تبديل الضماد أو تعداد الصفائح الدموية بين المجموعتين.

4-2. المحددات:

- **نطاق جغرافي محدود:** تم إجراء الدراسة في مشفى المواساة الجامعي فقط، مما يحد من إمكانية تعميم النتائج على جميع مرضى الحروق في سوريا أو في مناطق أخرى.
- **حجم العينة صغير نسبياً (37 مريضاً):** وهو عدد قد لا يكون كافياً للكشف عن فروق دقيقة بين المجموعتين أو تعميم النتائج بدقة عالية.
- **تنوع غير متجانس في الحالات:** حيث شملت الدراسة كلاً من الحروق جزئية السماكة وحالات الضياع المادي، مما قد يؤثر على وضوح المقارنة بين نوعي الضمادات.
- **غياب التعمية (Blinding):** لم يُذكر استخدام أسلوب تعمية للمقيمين أو المرضى، مما قد يؤدي إلى تحيز في تقييم الألم أو التحسن السريري.
- **قياس الألم بشكل نوعي وليس موضوعي تماماً:** تم الاعتماد على تقييم درجات الألم دون استخدام أدوات موضوعية أو قياسات فيزيولوجية (مثل التغيرات في العلامات الحيوية)، مما قد يؤثر على دقة المقارنة.
- **عدم إجراء تحاليل جرثومية أو خزع نسيجية:** مما يجعل تقييم فعالية الضمادات في ضبط الإنتان قائماً على مؤشرات غير مباشرة مثل تعداد الكريات البيض، وليس على أدلة نسيجية أو جرثومية قاطعة.

4-3. التوصيات:

- يُوصى بإجراء دراسات مستقبلية متعددة المراكز وعلى عينات أكبر للتحقق من فعالية الضمادات ومقارنة نتائجها بدقة أكبر.
- تُشير نتائج الدراسة إلى أن استخدام ضماد الفضة النانوية يُسهم في تسريع شفاء الحروق وتشكل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم، لذلك يُنصح بالنظر في اعتماده كخيار علاجي مفضل في حالات الحروق جزئية السماكة أو الضياع المادي.
- يُوصى بإجراء دراسات إضافية للمقارنة بين فعالية ضماد الفضة النانوية وسلفات الفضة في معالجة إنتانات الحروق، من خلال استخدام وسائل تشخيص دقيقة مثل الخزع النسيجية والتحاليل الجرثومية.

حالات سريرية:

الحالة 1:

حرق لهب 15% لدى مريض ذكر 29 سنة، حرق جزئي السماكة يتوزع على الأطراف العلوية والجذع . تم إجراء ضماد فضة نانوية حتى حدوث الشفاء التام للحرق.



صورة الحرق عند القبول



الحرق بعد خمس أيام من تطبيق ضماد الفضة النانوية



صورة الحرق بعد 12 يوم من تطبيق ضماد الفضة النانوية و حدوث الشفاء

الحالة 2:

مريضة 23 سنة تُعاني من ضياع ماديّ تالٍ لحرق لهبٍ 18% يشمل الأطراف العلوية والجذع ، تمّ إجراء ضماد الفضة النانوية حتّى تشكّل النسيج الحبيبيّ الجاهز للتطعيم.



صورة ضياع ماديّ تالٍ لحرق لهبٍ لدى القبول



صورة المريضة بعد تطبيق ضماد الفضة النانوية لمدة 8 أيام و تشكل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم

الحالة 3:

مريضة 31 سنة مع ضياع مادي 11% تالٍ لحرق رطب على الطرفين السفليين، تم إجراء ضماد سلفات الفضة لمدة 11 يوم حتى تشكل النسيج الحبيبي الجاهز للتطعيم.



صورة مريضة مع ضياع مادي لدى القبول. تم تطبيق ضماد سلفات الفضة



صورة المريضة بعد تطبيق ضماد سلفات الفضة لمدة 11 يوم حتى تشكّل النسيج الحبيبيّ الجاهز للتطعيم

الحالة 4:

مريض 19 سنة يعاني من حرق لهب جزئي السّماكة 25% يتوزع على الجذع والأطراف العلوية، تمّ إجراء ضماد سلفات الفضة لمدة 18 يوم حتى حدوث الشفاء.



صورة لدى القبول: حرق جزئي السماكة يتوزع على الأطراف العلوية والجذع



صورة المريض بعد تطبيق ضماد سلفات الفضة لمدة 18 يوم حتى حدوث الشفاء

المراجع:

1. Muangman, P., Pundee, C., Opasanon, S. & Muangman, S. A prospective, randomized trial of silver containing hydrofiber dressing versus 1% silver sulfadiazine for the treatment of partial thickness burns. *Int Wound J* 7, 271 (2010).
2. Huang, Y. et al. A randomized comparative trial between Acticoat and SD-Ag in the treatment of residual burn wounds, including safety analysis. *Burns* 33, 161–166 (2007).
3. Wang, R. et al. Application Effect of Silver-Containing Dressings in the Repair of Chronic Refractory Wounds. *Evid Based Complement Alternat Med* 2022, (2022).
4. Tineo, C. et al. Effect of the use of silver nanocrystals and silver sulfadiazine in the management of soft tissue lesions. *Chronic Wound Care Management and Research* 4, 17–24 (2017).
5. Agarwal, S. & Krishnamurthy, K. Histology, Skin. *StatPearls* (2022).
6. Brown, T. M. & Krishnamurthy, K. Histology, Dermis. *StatPearls* (2022).
7. A WHO plan for burn prevention and care. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/97852>.
8. Battle, C. E. et al. Epidemiology of burns and scalds in children presenting to the emergency department of a regional burns unit: a 7-year retrospective study. *Burns Trauma* 4, (2016).
9. Rossiter, N. D., Chapman, P. & Haywood, I. A. How big is a hand? *Burns* 22, 230–231 (1996).
10. Lund, C.C. and Browder, N.C. (1944) The Estimation of Areas of Burns. *Surgery Gynecology and Obstetrics*, 79, 352. - References - Scientific Research Publishing. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1984389](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1984389).
11. Jackson, D. M. G. The diagnosis of the depth of burning. *British Journal of Surgery* 40, 588–596 (1953).
12. American Burn Association White Paper | Mendeley. <https://www.mendeley.com/search/?page=1&query=American%20Burn%20Association%20White%20Paper&sortBy=relevance>.
13. Greenhalgh, D. G. et al. American Burn Association consensus conference to define sepsis and infection in burns. *J Burn Care Res* 28, 776–790 (2007).
14. Williams, F. N. et al. The leading causes of death after burn injury in a single pediatric burn center. *Crit Care* 13, R183 (2009).
15. Altoparlak, U., Erol, S., Akcay, M. N., Celebi, F. & Kadanali, A. The time-related changes of antimicrobial resistance patterns and predominant bacterial profiles of burn wounds and body flora of burned patients. *Burns* 30, 660–664 (2004).

16. Pruitt, B. A., McManus, A. T., Kim, S. H. & Goodwin, C. W. Burn wound infections: current status. *World J Surg* 22, 135–145 (1998).
17. Steer, J. A., Papini, R. P. G., Wilson, A. P. R., McGrouther, D. A. & Parkhouse, N. Quantitative microbiology in the management of burn patients. II. Relationship between bacterial counts obtained by burn wound biopsy culture and surface alginate swab culture, with clinical outcome following burn surgery and change of dressings. *Burns* 22, 177–181 (1996).
18. Mayhall, C. G. The epidemiology of burn wound infections: then and now. *Clin Infect Dis* 37, 543–550 (2003).
19. White, M. C., Thornton, K. & Young, A. E. R. Early diagnosis and treatment of toxic shock syndrome in paediatric burns. *Burns* 31, 193–197 (2005).
20. Robson, M. C. & Krizek, T. J. Predicting skin graft survival. *J Trauma* 13, 213–217 (1973).
21. Burmølle, M. et al. Biofilms in chronic infections - a matter of opportunity - monospecies biofilms in multispecies infections. *FEMS Immunol Med Microbiol* 59, 324–336 (2010).
22. Barret, J. P. & Herndon, D. N. Effects of burn wound excision on bacterial colonization and invasion. *Plast Reconstr Surg* 111, 744–750 (2003).
23. Cotter, J. L., Fader, R. C., Lilley, C. & Herndon, D. N. Chemical parameters, antimicrobial activities, and tissue toxicity of 0.1 and 0.5% sodium hypochlorite solutions. *Antimicrob Agents Chemother* 28, 118–122 (1985).
24. Fader, R. C., Maurer, A., Stein, M. D., Abston, S. & Herndon, D. N. Sodium hypochlorite decontamination of split-thickness cadaveric skin infected with bacteria and yeast with subsequent isolation and growth of basal cells to confluency in tissue culture. *Antimicrob Agents Chemother* 24, 181–185 (1983).
25. Heggors, J. P. et al. Bactericidal and wound-healing properties of sodium hypochlorite solutions: the 1991 Lindberg Award. *J Burn Care Rehabil* 12, 420–424 (1991).
26. Bandyopadhyay, D. Topical Antibacterials in Dermatology. *Indian J Dermatol* 66, 117 (2021).
27. Nagoba, B. S., Selkar, S. P., Wadher, B. J. & Gandhi, R. C. Acetic acid treatment of pseudomonal wound infections--a review. *J Infect Public Health* 6, 410–415 (2013).
28. Nagoba, B. S., Deshmukh, S. R., Wadher, B. J. & Patil, S. B. Acetic acid treatment of pseudomonal postoperative wound infection. *J Hosp Infect* 36, 243–244 (1997).
29. Durán, N. et al. Silver nanoparticles: A new view on mechanistic aspects on antimicrobial activity. *Nanomedicine* 12, 789–799 (2016).
30. Topical antimicrobial agents used for burns - UpToDate.
<https://www.uptodate.com/contents/image?imageKey=SURG%2F81801>.
31. Aziz, Z., Abu, S. F. & Chong, N. J. A systematic review of silver-containing dressings and topical silver agents (used with dressings) for burn wounds. *Burns* 38, 307–318 (2012).

32. Mendelson, J. A. Topical mafenide hydrochloride aqueous spray in initial management of massive contaminated wounds with devitalized tissue. *Prehosp Disaster Med* 16, 172–174 (2001).
33. Barret, J. P. et al. Topical nystatin powder in severe burns: A new treatment for angioinvasive fungal infections refractory to other topical and systemic agents. *Burns* 25, 505–508 (1999).
34. Norman, G. et al. Antiseptics for burns. *Cochrane Database Syst Rev* 7, (2017).
35. Ullah, S. et al. Antibacterial properties of in situ and surface functionalized impregnation of silver sulfadiazine in polyacrylonitrile nanofiber mats. *Int J Nanomedicine* 14, 2693–2703 (2019).
36. Fox, C. L. & Modak, S. M. Mechanism of Silver Sulfadiazine Action on Burn Wound Infections. *Antimicrob Agents Chemother* 5, 582 (1974).
37. Bader, K. F. Organ deposition of silver following silver nitrate therapy of burns. *Plast Reconstr Surg* 37, 550–551 (1966).
38. Ohura, T. The Everett Idris Evans memorial lecture--1987: twenty-five years' experience treating burns. *J Burn Care Rehabil* 9, 106–117 (1988).
39. Coombs, C. J. et al. Do burn patients have a silver lining? *Burns* 18, 179–184 (1992).
40. Iwasaki, S., Yoshimura, A., Ideura, T., Koshikawa, S. & Sudo, M. Elimination study of silver in a hemodialyzed burn patient treated with silver sulfadiazine cream. *Am J Kidney Dis* 30, 287–290 (1997).
41. Eldad, A. et al. Silver-sulfadiazine eschar pigmentation mimics invasive wound infection: a case report. *J Burn Care Rehabil* 24, 154–157 (2003).
42. Myerson Fisher, N., Marsh, E. & Lazova, R. Scar-localized argyria secondary to silver sulfadiazine cream. *J Am Acad Dermatol* 49, 730–732 (2003).
43. Sci-Hub | Argyria from excessive use of topical silver sulphadiazine. *The Lancet*, 340(8811), 126 | 10.1016/0140-6736(92)90458-F. [https://sci-hub.se/10.1016/0140-6736\(92\)90458-F](https://sci-hub.se/10.1016/0140-6736(92)90458-F).
44. Lockhart, S. P., Rushworth, A., Azmy, A. A. F. & Raine, P. A. M. Topical silver sulphadiazine: side effects and urinary excretion. *Burns Incl Therm Inj* 10, 9–12 (1983).
45. Eldad, A. et al. Silver sulphadiazine-induced haemolytic anaemia in a glucose-6-phosphate dehydrogenase-deficient burn patient. *Burns* 17, 430–432 (1991).
46. Kulick, M. I., Wong, R., Okarma, T. B., Falces, E. & Berkowitz, R. L. Prospective study of side effects associated with the use of silver sulfadiazine in severely burned patients. *Ann Plast Surg* 14, 407–419 (1985).
47. Newhouse, K. E. Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. *Yale J Biol Med* 59, 71 (1986).
48. Fuller, F. W. & Engler, P. E. Leukopenia in non-septic burn patients receiving topical 1% silver sulfadiazine cream therapy: a survey. *J Burn Care Rehabil* 9, 606–609 (1988).

49. DailyMed - SILVER SULFADIAZINE cream.
<https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?setid=55f26e31-f676-04dd-e054-00144ff8d46c>.
50. Neely, A. N. et al. Are topical antimicrobials effective against bacteria that are highly resistant to systemic antibiotics? *J Burn Care Res* 30, 19–29 (2009).
51. Pirnay, J. P. et al. Molecular Epidemiology of *Pseudomonas aeruginosa* Colonization in a Burn Unit: Persistence of a Multidrug-Resistant Clone and a Silver Sulfadiazine-Resistant Clone. *J Clin Microbiol* 41, 1192 (2003).
52. Oves, M. et al. Antimicrobial and anticancer activities of silver nanoparticles synthesized from the root hair extract of *Phoenix dactylifera*. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 89, 429–443 (2018).
53. Bapat, R. A. et al. An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 91, 881–898 (2018).
54. Khorrami, S., Zarrabi, A., Khaleghi, M., Danaei, M. & Mozafari, M. R. Selective cytotoxicity of green synthesized silver nanoparticles against the MCF-7 tumor cell line and their enhanced antioxidant and antimicrobial properties. *Int J Nanomedicine* 13, 8013–8024 (2018).
55. Ramkumar, V. S. et al. Biofabrication and characterization of silver nanoparticles using aqueous extract of seaweed *Enteromorpha compressa* and its biomedical properties. *Biotechnol Rep (Amst)* 14, 1–7 (2017).
56. Durán, N., Nakazato, G. & Seabra, A. B. Antimicrobial activity of biogenic silver nanoparticles, and silver chloride nanoparticles: an overview and comments. *Appl Microbiol Biotechnol* 100, 6555–6570 (2016).
57. Li, L. et al. Silver nanoparticles induce protective autophagy via $Ca^{2+}/CaMKK\beta/AMPK/mTOR$ pathway in SH-SY5Y cells and rat brains. *Nanotoxicology* 13, 369–391 (2019).
58. Shanmuganathan, R. et al. An enhancement of antimicrobial efficacy of biogenic and ceftriaxone-conjugated silver nanoparticles: green approach. *Environ Sci Pollut Res Int* 25, 10362–10370 (2018).
59. Jacob, J. M. et al. Bactericidal coating of paper towels via sustainable biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum sanctum* leaf extract. *Mater Res Express* 6, 045401 (2019).
60. Meikle, T. G. et al. Preparation, Characterization, and Antimicrobial Activity of Cubosome Encapsulated Metal Nanocrystals. *ACS Appl Mater Interfaces* 12, 6944–6954 (2020).
61. Iravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S. V., & Zolfaghari, B. (2014). Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. *Research in pharmaceutical sciences*, 9(6), 385–406.
62. Foldbjerg, R., Dang, D. A. & Autrup, H. Cytotoxicity and genotoxicity of silver nanoparticles in the human lung cancer cell line, A549. *Arch Toxicol* 85, 743–750 (2011).

63. AshaRani, P. V., Mun, G. L. K., Hande, M. P. & Valiyaveettil, S. Cytotoxicity and genotoxicity of silver nanoparticles in human cells. ACS Nano 3, 279–290 (2009).
64. Hsin, Y. H. et al. The apoptotic effect of nanosilver is mediated by a ROS- and JNK-dependent mechanism involving the mitochondrial pathway in NIH3T3 cells. Toxicol Lett 179, 130–139 (2008).
65. Rigo, C. et al. Active Silver Nanoparticles for Wound Healing. Int J Mol Sci 14, 4817 (2013).
66. Ball, E. H. & Singer, S. J. Mitochondria are associated with microtubules and not with intermediate filaments in cultured fibroblasts. Proc Natl Acad Sci U S A 79, 123 (1982).
67. Lee, H. C., Yin, P. H., Lu, C. Y., Chi, C. W. & Wei, Y. H. Increase of mitochondria and mitochondrial DNA in response to oxidative stress in human cells. Biochemical Journal 348, 425 (2000).

الملاحق

الملحق رقم (1): استمارة البحث.

	الاسم
	الجنس
	العمر
	الحالة المدروسة
	الضماد المستخدم
	سبب الحرق والضياع
	جاهزية النسيج الحبيبي للتطعيم
	درجة الألم
	تعداد الكريات البيض مع الصيغة
	تعداد الصفائح

المُلحق رقم (2): المُوافقة المُستتيرة

الموافقة المستتيرة

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الطبّ البشريّ

المُوافقة المُستتيرة على المُشاركة بالبحث الذي عنوانه:

نجاحة ضمادات الفضة النانوية في سياق تدبير الحروق بالمقارنة مع سلفات الفضة

اسم الباحث: د. علي مفيد عبد الله

تفسير الإجراءات:

- نحن نهدف إلى مقارنة ضمادات الفضة النانوية في سياق تدبير الحروق بالمقارنة مع سلفات الفضة ،
وندعوكم للمشاركة في هذا البحث ولكم كامل الحرية في القبول أو الرفض، وقبل اتخاذ القرار نرجو
منكم قراءة المعلومات التالية بعناية تامة: سيتم الاطلاع على معلومات من ملفك الطبي من قبل الأطباء
والباحثين المشاركين وذلك بعلم إدارة المشفى.
- سيُتم أخذ قصة مرضية عبر الاستجواب، وسيُجرى فحص سريريّ وسحب عينات دموية لإجراء
التحاليل المخبرية اللازمة.
- لن يتم نشر أي معلومة شخصية متعلقة بالمريض.
- يجب أن تعلم أنّ مشاركتك في هذه الدراسة تساعد في معرفة نوع الضمادات الأفضل لمرضى الحروق
وبالتالي عناية أفضل بالحروق.
- ونهاية نحيطك علماً بأنّ عدم موافقتك على المشاركة لن يؤثر سلباً على الخدمات والرعاية الطبيّة المقدمة
لك في المشفى.

في حال الموافقة على المشاركة يُرجى التوقيع على هذه الورقة

اسم الباحث و توقيعه

اسم المشترك وتوقيعه

الملخص باللغة الإنكليزية (Abstract)

Background: Burns are among the most significant injuries, affecting not only the affected skin but also the entire body. They are also associated with high morbidity and mortality rates, in addition to the high cost of hospitalization until complete resurfacing of the burn and healing of the physical damage.

Objective: To compare the effectiveness of nanosilver and silver sulfate dressings in patients with partial-thickness burns and patients with physical damage.

Materials and methods: A prospective randomized pilot study on 37 patients who visited Al-Mowasat University Hospital during the period from 1/1/2023 to 1/1/2024.

Results: The nanosilver group was associated with a faster healing rate of partial-thickness burns and greater granulation tissue readiness for grafting compared to the silver sulfate group. There was no difference between the two groups in platelet counts or pain during the study. The silver sulfate group was associated with the lowest white blood cell counts during the study.

Conclusion Nanosilver is more effective in treating partial-thickness burns and in preparing granulation tissue for grafting compared to silver sulfate, contributing to a shorter recovery time for patients.

Keywords: Nanosilver, silver sulfate, material loss, partial-thickness burn.

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



Efficacy of nano-silver dressing in management burns compared to silver sulfate

Scientific research prepared to obtain a post-graduate certificate
subspecialized in Cosmetic and plastic surgery

Graduate student preparation

Dr. Ali Moufied Abdalah

Supervisor

chief of surgery department

Assist. Prof. Dr. Rawnak Almidani Prof. Dr. Salah Aldien Ramadan

2025 AD