

# **DIPLOMARBEIT**

## **WUNDINFEKTION VON VERBRENNUNGEN BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN**

**- Zusammenhang zwischen bakteriellen Erregern, Klinik, Labor  
und Verbandsmaterial – eine retrospektive Studie**

Eingereicht von:

**Sophia Veres**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde**

**(Dr.in med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde**

unter der Anleitung von

**Priv.-Doz. Dr.med. univ. Klaus Pfurtscheller**

**Dr.in med. univ. Larissa Krenn**

**Graz, am 07.06.2018**

## Eidesstattliche Erklärung

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 07.06.2018*

*Sophia Veres eh.*

## Danksagung

---

Zuerst möchte ich mich bei meinem Betreuer Priv.-Doz. Dr.med. univ. Klaus Pfurtscheller bedanken, der mich von Beginn an bis zur Fertigstellung meiner Arbeit unterstützt hat. Ich danke ihm für sein Mentoring und die zahlreichen Ratschläge!

Des Weiteren gilt mein Dank auch meiner Zweitbetreuerin Dr.med. univ. Larissa Krenn, die mir beim Verfassen dieser Arbeit mit Tipps und Ratschlägen zur Seite gestanden hat.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Mama und meinem Bruder bedanken, die schon vor meinem Studium und auch währenddessen mein Fels in der Brandung waren. Sie haben mich immer unterstützt, meinen eigenen Weg zu gehen und für meine Träume zu kämpfen.

Ein großes Dankeschön gilt auch meiner Familie, die mich immer ermutigt hat meinem Berufswunsch nachzugehen und mich auf meinem Weg durch das Studium begleitet hat. Alle haben mir viel Halt und Sicherheit gegeben und dafür möchte ich mich bedanken.

Danke an meine Freunde Zuhause, die immer an mich geglaubt haben und für mich da waren, auch wenn viele Kilometer zwischen uns lagen.

Auch möchte ich mich bei meinen Freunden in Graz bedanken, dass sie meine Studienzeit unvergesslich schön gemacht haben. Dank ihnen wurde Graz zu meinem zweiten Zuhause.

# Inhaltsverzeichnis

---

Eidesstattliche Erklärung .....	ii
Danksagung .....	iii
Inhaltsverzeichnis .....	iv
Abkürzungsverzeichnis .....	v
Abbildungsverzeichnis .....	vi
Tabellenverzeichnis .....	vi
Zusammenfassung .....	vii
Abstract .....	ix
1. Einleitung .....	1
1.1. Schweregrad einer Verbrennung .....	2
1.2. Pathophysiologie .....	5
1.2.1. Akutphase .....	5
1.2.2. Spätphase .....	6
1.2.3. Rehabilitationsphase .....	6
1.3. Infektion .....	6
1.4. Diagnose einer Infektion .....	8
1.5. Verbandsmaterial .....	9
1.6. Ziele .....	10
2. Material und Methoden .....	12
2.1. Material .....	12
2.2. Methoden .....	14
3. Ergebnisse .....	19
3.1. Allgemein .....	19
3.2. Zusammenhang zwischen Keimen und Verbandsmaterial .....	25
3.3. Zusammenhang zwischen Keim und Labor .....	27
3.3.1. Allgemein .....	27
3.3.2. Leukozyten .....	28
3.3.3. Lymphozyten .....	29
3.3.4. Thrombozyten .....	30
3.3.5. Erythrozyten .....	31
3.3.6. Hämoglobin .....	32
3.3.7. C-reaktives Protein (CRP) .....	33

3.3.8. Procalcitonin .....	36
3.3.9. Interleukin-6 .....	37
3.3.10. Spezifität und Sensitivität .....	37
3.4. Klinik .....	38
3.4.1. Körpertemperatur .....	38
3.4.2. Lokale Infektionszeichen .....	40
4. Diskussion .....	42
4.1. Limitationen .....	42
4.2. Erreger .....	42
4.3. Antibiotika .....	43
4.4. Verbandsmaterial .....	44
4.5. Labor .....	44
4.5.1. Leukozyten .....	44
4.5.2. Lymphozyten .....	45
4.5.3. Thrombozyten, Erythrozyten, Hämoglobin .....	45
4.5.4. CRP .....	45
4.5.5. Procalcitonin .....	45
4.5.6. Interleukin-6 .....	46
4.6. Klinik .....	46
4.6.1. Körpertemperatur .....	46
4.6.2. Lokale Infektionszeichen .....	47
5. Literaturverzeichnis .....	48

## Abkürzungsverzeichnis

---

Abb .....	<i>Abbildung</i>
IL-6 .....	<i>Interleukin-6</i>
KG .....	<i>Körpergewicht</i>
KOF .....	<i>Körperoberfläche</i>
MLS .....	<i>Makrolid-Lincosamid- Streptogramin</i>
PCT .....	<i>Procalcitonin</i>
TSS .....	<i>toxic shock syndrome</i>
TSST .....	<i>toxic shock syndrome toxin</i>
VAC .....	<i>vacuum assisted closure therapy</i>
WBC .....	<i>white blood cells</i>

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1 - Verbrennungen Österreich 2002-2015 .....	1
Abbildung 2 - 9er Regel nach Wallace .....	2
Abbildung 3 - Entwicklung der Kohorte .....	12
Abbildung 4 - Unfallursache nach Altersgruppen .....	20
Abbildung 5 - Wundausmaß in % der Körperoberfläche .....	20
Abbildung 6 - Erregerspektrum Wundabstriche .....	21
Abbildung 7 - Erreger nach verbrannter Körperoberfläche .....	22
Abbildung 8 - Erreger nach Wundtiefe Grad 1 und 2a/ Grad 2b/ Grad 3 .....	23
Abbildung 9 - Antibiotika nach Keim .....	24
Abbildung 10 - operative Eingriffe nach Wundtiefe Grad 1 und 2a/ Grad 2b/ Grad 3 .....	25
Abbildung 11 - CRP Verlauf .....	34
Abbildung 12 - durchschnittliche CRP-Werte .....	35
Abbildung 13 - durchschnittliche Körpertemperatur .....	39

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1 - Lund und Browder Schema (7) .....	2
Tabelle 2 - Eigenschaften Verbrennungsgrade (8)(9)(10) .....	4
Tabelle 3 - Hauptmerkmale .....	19
Tabelle 4 - Keime und Verbandsmaterialien .....	27
Tabelle 5 - Mittelwerte Labor .....	28
Tabelle 6 - Leukozyten .....	29
Tabelle 7 - Lymphozyten .....	30
Tabelle 8 - Thrombozyten .....	31
Tabelle 9 - Erythrozyten .....	32
Tabelle 10 - Hämoglobin .....	33
Tabelle 11 - CRP .....	34
Tabelle 12 - Signifikanz CRP .....	36
Tabelle 13 - Procalcitonin .....	36
Tabelle 14 - Interleukin-6 .....	37
Tabelle 15 - Sensitivität und Spezifität .....	37
Tabelle 16 - Körpertemperatur .....	38
Tabelle 17 - Signifikanz Körpertemperatur .....	40
Tabelle 18 - lokale Infektionszeichen .....	41

# Zusammenfassung

---

## Einleitung

Im Jahr 2015 wurden in Österreich 1411 PatientInnen aufgrund von Verbrennungen bzw. Verbrühungen stationär behandelt, 514 der Betroffenen (36%) waren unter 14 Jahre alt. (1) Kinder sind besonders gefährdet. (2) Eine häufige Komplikation bei Verbrennungen ist die Infektion der Wunde. (3) Gemeinsam mit Septikämien sind sie die führende Todesursache bei PatientInnen mit Verbrennungswunden. (4) Diese Studie soll einen Zusammenhang zwischen dem verwendeten Verbandsmaterial und dem Ergebnis des Wundabstrichs zeigen.

Besonders bei Kindern und Jugendlichen ist die Diagnosestellung einer Infektion schwierig. Viele Infektionsparameter sind in erster Linie aufgrund der Verbrennung verändert und müssen nicht auf eine Infektion hinweisen (erhöhte Leukozyten, Fieber, ...). Daher wird in dieser Studie versucht, Parameter zu finden, welche die Diagnose einer Wundinfektion erleichtern. Des Weiteren wird auf die Verwendung von Antibiotika bei Verbrennungswunden eingegangen.

## Material und Methoden

Die Studie wurde retrospektiv an der an der Gemeinsamen Einrichtung Pädiatrische Intensivstation und Brandverletzteneinheit der Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde des LKH- Univ. Klinikums Graz durchgeführt. PatientInnen, die zwischen Jänner 2014 und Dezember 2016 an der Brandverletzteneinheit stationär aufgenommen wurden, wurden in die Studie eingeschlossen. Das ergibt insgesamt 65 ProbandInnen zwischen 0 und 18 Jahren.

## Ergebnisse

Die Auswertung der Körpertemperatur ergab, dass bei PatientInnen mit Wundinfektion am zweiten Tag statistisch signifikant erhöhte Körpertemperaturen gemessen wurden.

Einige Laborwerte, unter anderem die CRP-Werte, zeigten deutliche Unterschiede zwischen der Gruppe mit Wundinfektion und der Gruppe ohne Wundinfektion, jedoch konnte keine Signifikanz gezeigt werden.

Im Rahmen der Auswertung der Laborparameter wurde ein statistisch signifikanter Unterschied der Lymphozyten gezeigt. Fand eine Wundinfektion statt, so wurden niedrigere Lymphozyten festgestellt.

Die statistische Auswertung des Verbandsmaterials zeigte keine deutlichen Ergebnisse.

### Diskussion

Die meisten Empfehlungen weisen dahingehend, dass eine prophylaktische Antibiotikatherapie keinen Vorteil bringt. Finden sich jedoch lokale Infektionszeichen oder verschlechtert sich der Allgemeinzustand der brandverletzten PatientInnen sollte die Antibiotikatherapie begonnen werden.

Die Körpertemperatur als Parameter, um auf eine Wundinfektion zu schließen, wird in der Literatur sehr unterschiedlich betrachtet.

# Abstract

---

## Introduction

In 2015 a total of 1,411 patients with burns were treated in various Austrian hospitals. 514 of these patients were below the age of 14. (1) Especially children are at high risk. (2) Infections of the burnwound are a common complication. (3) Wound infection and septicaemia are the leading cause of death. (4) This study tries to show a correlation between the dressing material and the result of the wound swab.

The diagnosis of a wound infection is difficult, especially in children and adolescents. Many parameters vary because of the burn and not because of an infection (increased WBC, fever, ...). This study should find some predictors and parameters which may simplify the diagnosis. Furthermore, the use of antibiotics is discussed.

## Methods

This retrospective study was conducted at the Pediatric Burn Unit of the University Children's Hospital Graz, Austria. Data of patients who were admitted to the burn unit between January 2014 and December 2016, concluding to the information of 65 patients, were used for the study.

## Results

The day after the burn injury delivered significant differences between the two groups regarding body temperature, showing higher temperatures when the wound was infected.

Some of the laboratory values, amongst others like the CRP-values, showed distinct differences between the two groups (with/without infection), however a significance could not be proven.

Statistically significant were the differences between the number of lymphocytes of the patients with and without wound infections. The patients with burnwound infection showed lower lymphocytes.

The statistic evaluation of the dressing materials did not show any relevant results.

### Discussion

Most studies and recommendations indicate, that prophylactical antibiotics are not advantageous. If the wound looks infected or the general condition is getting worse, an antibiotic therapy should be initiated.

The body temperature as a predictor of wound infection is seen controversial in the literature.

# 1. Einleitung

---

Verbrennungen und Verbrühungen zählen zu den häufigsten Unfällen bei Kindern und Jugendlichen. Im Jahr 2015 wurden 1411 Brandverletzte in Österreich stationär behandelt, davon waren 514 PatientInnen unter 14 Jahre alt. (1) Das Krankheitsbild der Verbrennung findet sich weltweit und in allen sozialen Schichten. Jeder fünfte Mensch zieht sich während seines Lebens eine Verbrennungswunde zu. (5) Besonders Kinder, ältere Menschen, Menschen mit Behinderung und Militärpersonal sind gefährdet. (2)

Einer Verbrennung liegt eine Gewebeschädigung zugrunde, welche u.a. durch Hitze, UV-Strahlung oder ionisierende Strahlung verursacht werden kann. Brandverletzungen entstehen am häufigsten durch Verbrühungen (v.a. Kinder) und Kontaktverbrennungen. Die auf das Gewebe einwirkende Temperatur und die Dauer der Einwirkung sind ausschlaggebend für das Ausmaß der Verbrennung.

Die Anzahl der Brandverletzten zeigt in den letzten Jahren eine sinkende Tendenz. Im Jahr 2002 wurden österreichweit 2375 Brandverletzte stationär versorgt, wovon 848 PatientInnen unter 14 Jahre alt waren. (6) In Abb. 1 wird die Anzahl an Verbrennungsopfern in Österreich von 2002 bis 2015 dargestellt.

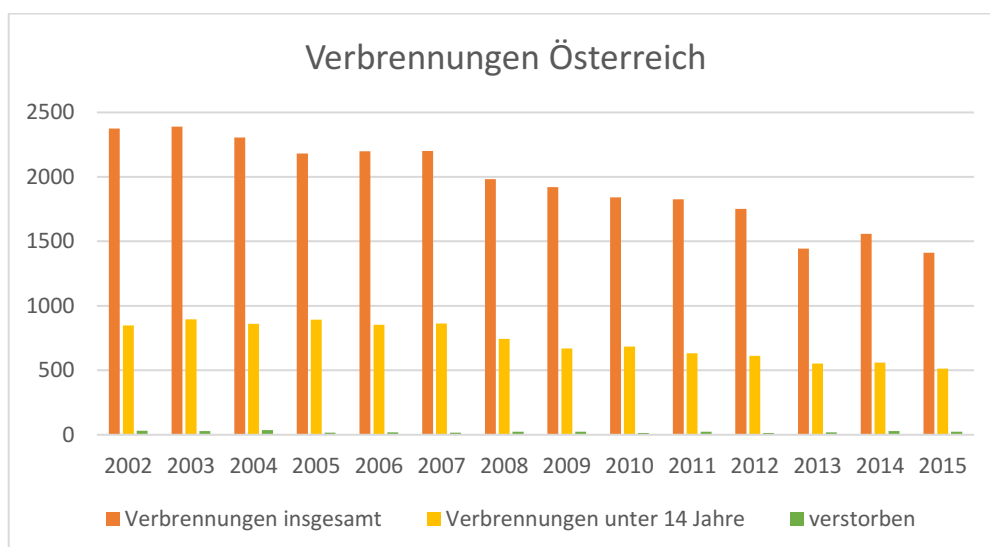


Abbildung 1 - Verbrennungen Österreich 2002-2015

## 1.1. Schweregrad einer Verbrennung

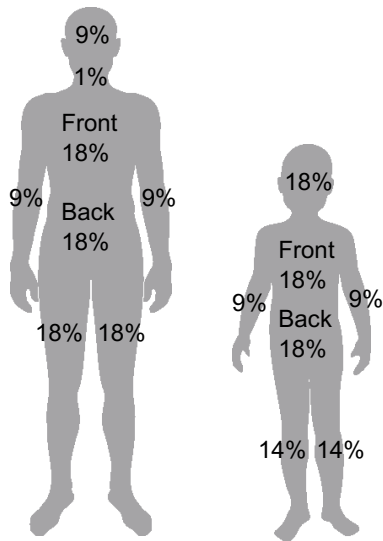


Abbildung 2 - 9er Regel nach Wallace

Die Schwere einer Verbrennung hängt von der Flächenausdehnung und der Tiefe der Hautschädigung ab.

Die Ausdehnung der Verbrennung kann mit einfachen Regeln abgeschätzt werden. Hierfür wird beispielsweise die 9er-Regel nach Wallace verwendet. (siehe Abb. 2) Eine weitere Möglichkeit ist die Handflächenregel, wobei eine Handfläche des/der Patienten/in 1% der Körperoberfläche entspricht. Eine genauere Methode zur Bestimmung der verbrannten Körperoberfläche

stellt das „Lund und Browder Schema“ dar, welches speziell für Kinder und Jugendliche ausgerichtet ist. Dabei erfolgt eine genauere Einteilung der Körperregionen je nach Alter des Patienten/der PatientIn. (2) (siehe Tabelle 1)

Tabelle 1 - Lund und Browder Schema (7)

Körperregion	1 Jahr	1-4 Jahre	5-9 Jahre	10-14 Jahre	15 Jahre
Kopf	19	17	13	11	9
Hals	2	2	2	2	2
Rumpf vorne	13	13	13	13	13
Rumpf hinten	13	13	13	13	13
Gesäßhälfte	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Genitalien	1	1	1	1	1
Oberarm	4	4	4	4	4
Unterarm	3	3	3	3	3
Hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Oberschenkel	5,5	6,5	8	8,5	9
Unterschenkel	5	5	5,5	6	6,5
Fuß	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Die Einteilung der Verbrennungstiefe erfolgt klinisch in 3 oder 4 Graden, wobei Grad 2 weiter unterteilt wird in Grad 2a und Grad 2b.

Verbrennungen ersten Grades beschränken sich auf die Epidermis. (8) Sie sind gekennzeichnet durch eine Rötung der Haut (Erythem) und eine verstärkte Durchblutung (Hyperämie). Es findet keine Blasenbildung statt und die PatientInnen geben Schmerzen an. Erstgradige Verbrennungen heilen stets narbenlos ab. (9)

Verbrennungen zweiten Grades betreffen die Epidermis und das Korium. (8) Bei oberflächlich zweitgradigen Verbrennungen (Grad 2a) ist die oberflächliche Dermis verletzt und die PatientInnen haben Schmerzen und es kommt zur Blasenbildung. Wird das verbrannte Areal geritzt, so kommt es zu einer spontanen kapillären Blutung (Ritztest positiv). Grad 2a Verbrennungen heilen in der Regel ohne Narbenbildung ab, jedoch ist eine Pigmentstörung möglich. Bei tief zweitgradigen Verbrennungen (Grad 2b) ist die Haut bis zur tiefen Dermis verletzt. Auch hier bilden sich Blasen, der Ritztest ist jedoch negativ. Der Wundgrund erscheint weißlich mit rötlich-weißlichen Arealen. Diese Wunden sind schmerzhaft, da es oft Übergangszonen gibt. Grad 2b Verbrennungen heilen protrahiert (länger als 2 bis 3 Wochen) und meist mit Narbenbildung ab und sind häufig eine OP-Indikation. (9)

Bei Verbrennungen dritten Grades sind die Epidermis und die gesamte Dermis bis in die Subcutis zerstört. (8) Die Wunde erscheint ledrig und fühlt sich trocken an. Der Ritztest ist negativ und der/die PatientIn verspürt keine Schmerzen, da alle Schmerzrezeptoren zerstört sind. (8)(9) Drittgradige Verbrennungen stellen eine OP-Indikation dar. (9) Dies umfasst die plastische Deckung durch z.B. autologe oder allogene Spalthaut bzw. Vollhaut oder gegebenenfalls einen synthetischen Hautersatz, nachdem das nekrotische Gewebe entfernt worden ist (Nekrektomie). Manchmal wird in der Literatur auch von Verbrennungen vierten Grades gesprochen. Damit wird die Verbrennung der Haut, der Sehnen, Muskeln, Nerven und Knochen bezeichnet und entspricht meist einer Verkohlung. Auch diese Verbrennungen sind nicht schmerzhaft und eine chirurgische Versorgung ist notwendig. (8)

Bei oberflächlich dermalen Wunden kann von einer Heilungsdauer von ca. 2 Wochen ausgegangen werden. Bei tieferen dermalen Wunden dauert dies mehrere Wochen. Findet eine Infektion der Wunde statt, so kann sich die Heilung weiter verzögern. (10) (siehe Tabelle 2)

Tabelle 2 - Eigenschaften Verbrennungsgrade (8)(9)(10)

Grad	Hautschichten	Pathologie	Klinik	Heilung	Ursachen	Anatomie
I	Epidermis	Erythem	Rötung	spontan	UV-Strahlung	Epidermis
		Ödem	Schwellung	5-10 Tage	Sonne	Stratum corneum
		Schmerzen	Hyperästhesie	ohne Narben	Verbrühung	Stratum granulosum
IIa	Epidermis und oberflächliche Dermis	Schmerzen	Rötung	10-14 Tage	Wasser	Stratum spinosum
		Blasen	Schwellung	Pigmentstörungen möglich	Verbrennung	Stratum basale
		Ritztest positiv	Hyperästhesie		Feuer	Dermis
		rötlicher Wundgrund	Blasenbildung		Fettverbrennung	Stratum papillare
		Wundfläche feucht und glänzend			Öl	Stratum reticulare
IIb	Epidermis und tiefe Dermis	geringe Schmerzen	Schwellung	(länger als) 2-3 Wochen	Kontaktverbrennung	Haarfollikel
		Blasen	Hyperästhesie	Narbenbildung	Stromunfall	Talgdrüsen
		Ritztest negativ	Blasenbildung		Explosion	Gefäße
		weißlicher Wundgrund	unvollständige Analgesie		ionisierende Strahlung	Schweißdrüsen
III	Epidermis, Dermis und Subcutis	Koagulationsnekrosen	vollständige Analgesie	keine Spontanheilung		Nervenfasern
		Gefäßthrombosen	Ödem	Chirurgische Intervention notwendig		Subcutis
		Zerstörung der Hautanhangsgebilde	Schock			Fett
		Zerstörung der Nervenendigungen	Hämolyse			Gefäße
		kein Schmerz	Hämaturie			
			Oligurie, Anurie			

## 1.2. Pathophysiologie

Kommt es zu einer übermäßig langen Einwirkung von Wärme oder zu übermäßig hohen Temperatureinwirkungen auf den Körper, so kann der Organismus durch normale Wärmeabgabe die Körpertemperatur nicht mehr regeln und es kommt durch die Hitze zu einer direkten Zellschädigung und Eiweißdenaturierung. Durch die thermische Schädigung der Haut werden typische pathophysiologische Vorgänge ausgelöst. Diese können in eine Akutphase, eine Spätphase und eine Rehabilitationsphase eingeteilt werden. (8) Abhängig vom Ausmaß der Verbrennung kommt es zu einer unterschiedlich starken Ausprägung der Symptome.

### 1.2.1. Akutphase

Durch ein großflächiges Verbrennungstrauma entstehen in der Haut Zellnekrosen, die eine lokale Blasenbildung nach sich ziehen. Dies führt zu einer Gefäßerweiterung und verursachen eine Störung der Kapillarpermeabilität im gesamten Körper. (11) Zusätzlich exsudiert Flüssigkeit ins interstitielle Gewebe und geht über die Wunde durch Verdunstung verloren. Dieser Flüssigkeitsverlust führt zu einem Volumenmangelschock. (8) Außerdem entstehen durch die gesteigerte Gefäßpermeabilität diffuse Ödeme. (11)

Dem Intravasalraum wird durch die oben angeführten Prozesse kontinuierlich Flüssigkeit entzogen, zudem gehen Elektrolyte und Proteine verloren. Die hieraus resultierende Hämokonzentration wird durch erhöhte Hämatokritwerte deutlich. Dies führt zu Mikrozirkulationsstörungen und zur Erythrozytenaggregation, welche wiederum die Strömung des Blutes behindern. Dieses Phänomen wird als Sludge-Phänomen bezeichnet. Die Thrombozytenzahl nimmt dabei ab, da diese gemeinsam mit Gerinnungsfaktoren zur Erythrozytenaggregation beitragen. Dadurch entsteht eine Verbrauchskoagulopathie (disseminierte intravasale Gerinnung). Durch den Verlust der Gerinnungsfaktoren, die an das Gewebe abgegeben werden, besteht eine zusätzliche Blutungsneigung. (8)

Aufgrund der durch den Hautdefekt erhöhten Perspiratio mit daraus resultierenden, zum Teil beträchtlichen, intravasalen Volumsverlusten, benötigt der Körper eine adäquate Volumenzufuhr in Form von kristalloiden Lösungen

(s.u.). Die aufgrund der Verdunstungskälte entstehenden Wärmeverluste mit konsekutiver Hypothermie führen zu einem erhöhten Energie- und Sauerstoffbedarf. Dies und die oben erwähnten kutanen Proteinverluste können schließlich zur Entstehung einer katabolen Stoffwechsellage mit Gefahr der Metabolisierung körpereigener Proteine (z.B. Muskelmasse) führen. Deshalb muss eine adäquate Sauerstoffzufuhr und eine hochkalorische Ernährung sichergestellt werden. Die hochkalorische Ernährung dient zudem auch als Schutz vor einem paralytischen Ileus. (8)

In der Akutphase steht die Vermeidung eines Volumenmangelschocks im Vordergrund. Die adäquate Infusionstherapie kann nach dem Parkland-Baxter-Schema berechnet werden. Dieses empfiehlt die Zufuhr von 2 bis 4 ml kristalloider Lösung pro Kilogramm Körpergewicht je Prozent verbrannter Körperoberfläche (KOF) als Richtwert (2-4 ml/kg KG/% KOF). Die Hälfte davon sollte in den ersten 8 Stunden, die andere Hälfte danach über weitere 16 Stunden verabreicht werden. Weiters muss der individuelle Natriumverlust ausgeglichen werden. (8)

### 1.2.2. Spätphase

In der Spätphase kommt es häufig nach ca. 5 Tagen zur Keimbesiedelung der Wunde. Sowohl die unspezifische Abwehr (neutrophile Granulozyten, Komplementfaktoren), als auch die spezifische Abwehr (Immunglobuline, Lymphozyten, Fähigkeit zur Antikörperbildung) ist beeinträchtigt. Die PatientInnen sind dadurch besonders gefährdet, eine Sepsis oder einen septischen Schock zu erleiden. (8)

### 1.2.3. Rehabilitationsphase

In dieser Phase normalisiert sich die Stoffwechsellage. (8)

## 1.3. Infektion

Eine der häufigsten Komplikationen bei PatientInnen mit Brandverletzungen ist die Infektion der Brandwunden (3), welche gemeinsam mit Septikämien die führende Todesursache bei diesem Patientenkollektiv darstellt. (4) Auch wenn das Mortalitätsrisiko bei Infektionen in den letzten 50 Jahren deutlich gesunken ist, ist

das Risiko nicht unbedeutend. (12) Vor allem bei großflächigen Verbrennungen ist das Risiko einer Infektion und einer Sepsis stark erhöht. Sind mehr als 40% der Körperoberfläche verbrannt, sterben 75% der PatientInnen an einer Sepsis, an Komplikationen einer Infektion oder einem Inhalationstrauma. (13)

Durch die Hitzeeinwirkung bei einer Verbrennung werden die Keime, die sich auf der Haut befinden, abgetötet. Somit kann zunächst davon ausgegangen werden, dass die Wunde frei von mikrobiellen Verunreinigungen ist. (14) Direkt nach der Verbrennung ist die Wunde somit steril. (3) Da die Haut allerdings als äußerste Schutzschicht des Körpers durch die Schädigung in ihrer Funktion eingeschränkt ist, kann es sekundär zur Infektion der Wunde kommen. Auch überleben einzelne Keime beispielsweise in Haarfollikeln und können so die Wunde kolonisieren. (14) Eine weitere Gefahr der Wundinfektion besteht durch den stationären Krankenhausaufenthalt. Krankenhauskeime können die Wunde kontaminieren. (3) Meist sind es jedoch körpereigene Keime, die eine Kolonisation oder Infektion der Verbrennungswunde auslösen. Diese treten häufig 3-5 Tage nach der Verbrennung auf. (2)

Eine vorbestehende Hautinfektion (z.B. Herpes simplex, Varizellen, Impetigo contagiosa, usw.) erhöht das Risiko einer Wundinfektion wesentlich. Am häufigsten treten Infektionen mit Gram positiven Keimen auf. (15)(16)(17) Dabei stellen Staphylokokken, insbesondere Staphylococcus aureus, die wichtigsten pathogenen Keime dar, die zu einer Wundinfektion und Septikämie bei brandverletzten PatientInnen führen.(18)(19)(20)

Staphylococcus aureus kann Toxine bilden, die zu schwerwiegenden Krankheitsbildern führen. Dazu zählt beispielsweise das „toxic shock syndrome toxin“.

Das „toxic shock syndrome toxin“ (TSST, häufig aus der Phagengruppe 1 = TSST-1) führt zu schwerwiegenden systemischen Symptomen wie Schock, Fieber und ZNS-Symptomatik. Dieses Toxin kann die Ursache für einen unerwarteten Verfall von brandverletzten PatientInnen sein und kann zum Tod führen, auch wenn nur eine kleinflächige Verbrennung vorliegt. (21) Der Körper kann Antikörper gegen das TSST-1 bilden. (22)(23) Die Bildung der Antikörper ist bei Erwachsenen in der 4. Lebensdekade bei 90-95% vorhanden. Im Vergleich dazu können bei Kindern

unter 5 Jahren in weniger als 30% Antikörper gegen das TSST-1 nachgewiesen werden. (23) Welche Faktoren führen nun zur Entwicklung eines Toxic Shock Syndrome bei Verbrennungen?

- Durch die Verbrennung ist die äußere Schutzschicht des Körpers zerstört.
- Das Immunsystem ist geschwächt. (21)
- Auf der Brandwunde herrschen ideale Bedingungen, damit der Keim Toxine bilden kann (z. B.: neutraler pH, feuchtes Milieu, ...). (24)
- Eine erhöhte Körpertemperatur erleichtert die Toxinproduktion. (21)
- Die Brandwunde bietet ein optimales Produktionsmedium für Toxine durch das im interstitiellen Raum befindliche Serum. (21)
- Staphylococcus aureus findet sich häufig auf Brandwunden und ist einer der Hauptproduzenten für das TSST. (21)

#### 1.4. Diagnose einer Infektion

Besonders bei Kindern und Jugendlichen ist die Diagnosestellung einer Infektion manchmal schwierig. Fieber, als ein häufiger klinischer Hinweis auf eine Infektion, tritt bei Kindern mit Verbrennungswunden oft auf, unabhängig davon, ob die Wunde infiziert ist oder nicht. Die höchste Temperatur zeigt sich 38-96 Stunden nach der Verbrennung. (25) Bei Kindern unter 4 Jahren liegt eine relative hypothalamische Unreife bezüglich der Temperaturregelung vor, weshalb in diesem Alter auftretendes Fieber nicht zwingend als Hinweis auf eine Wundinfektion gesehen werden kann. Außerdem ist das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen relativ größer. (25) Auch bei Kindern mit Verbrennungswunden, die mehr als 20% der Körperoberfläche betreffen, ist Fieber kein geeigneter Parameter, da durch die großflächige Verbrennung der Blutfluss und die selektive anaerobe Glykolyse ansteigen. Diese wiederum haben Einfluss auf das hypothalamische Temperaturregulationszentrum. (25)(26)(27)

Aufgrund der heilenden Haut und deren Kontakt zur Umwelt muss mit Änderungen der Leukozytenzahl gerechnet werden, auch wenn keine Infektion vorliegt. (28) Dies zeigt ansatzweise auf, dass die üblichen Parameter, die zur Diagnose „Infektion“ führen, bei brandverletzten Kindern und Jugendlichen nicht als eindeutige Kriterien herangezogen werden können.

Um die Keime einer Infektion der Wunde zu bestimmen, muss ein Wundabstrich durchgeführt werden. Eine andere Möglichkeit der Diagnosestellung stellt die Biopsie der Wunde dar. In 80% der Fälle sind bei hohen Keimkonzentrationen sowohl die Kultur (Wundabstrich) als auch die Biopsie positiv. Daher wird häufig die weniger invasive Methode, der Wundabstrich, gewählt. (2) Nach der Diagnosestellung kann eine gezielte Therapie gestartet werden.

## 1.5. Verbandsmaterial

Es gibt keine einheitlichen Guidelines die empfehlen, welche Therapie oder welche Verbandsmaterialien verwendet werden sollen. Es wird nach Erfahrung behandelt und therapiert. (29)

Bevor ein Verband angelegt wird, sollte nekrotisches Gewebe entfernt werden und die Wunde frei von Fett und Salben sein. Eine Gruppe wichtiger Verbandsmaterialien sind silberhältige Verbände (z.B. Mepilex Transfer Ag®, Acticoat Flex®) Es wird versucht, eine Silber-Konzentration zu erzielen, die das Keimwachstum auf der Wund hemmt und gleichzeitig keinen toxischen Effekt auf das Wachstum der epidermalen Zellen zeigt. Die genaue Wirkweise der silberhältigen Verbände ist nicht bekannt. Sie wirken gegen Bakterien (Staphylococcus aureus, hämolytische Streptokokken, Pseudomonas aeruginosa und E.coli) sowie Viren, einige Hautkeime zeigen jedoch eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Silber. (30)

Antiseptische Verbände sind topisch antimikrobiell wirksam und verhindern das Wachstum von pathogenen Mikroorganismen, ohne das lebende Gewebe zu schädigen. Antiseptische Wirkstoffe (Chlorhexidin, Povidon-Iod, Peroxide, ...) können auch als Lotionen, Cremes oder Salben verwendet werden. Es wird

angenommen, dass die antiseptischen Maßnahmen unterstützend wirken. Ein signifikantes Ergebnis kann bei der Verwendung von antiseptischen Maßnahmen nicht gezeigt werden. (31)

Der Verbandstoff Suprathel® ist ein temporärer synthetischer Hautersatz (Polylactid-basiertes Co-Polymer), der bis zur Heilung auf einer Wunde belassen werden kann. Die PatientInnen geben an, dass der Schmerz nach Suprathel®-Anlage nachlässt. Die Verwendung ist bei Verbrennungen zweiten Grades möglich, für drittgradige Verbrennungen sollten andere Verbandsmaterialien zur Wundversorgung verwendet werden. (32)

Ein weiterer Verbandstoff um die Wundheilung zu unterstützen ist medizinischer Honig. Der Honig wirkt durch den hohen Zuckergehalt antiseptisch und verhindert so das Eindringen von Keimen. (33) Ein weiterer Vorteil ist, dass oberflächliche Verbrennungswunden, die mit medizinischem Honig behandelt wurden, eine schnellere Heilungstendenz zeigten. (34)

Eine weitere Möglichkeit stellt die Verwendung von Verbandsmaterialien ohne Wirkstoffe dar (z. B.: Adaptic®, Mepitel®). Diese haben direkten Wundkontakt und sollen den Verbandwechsel weniger traumatisch für das Gewebe machen und geringere Schmerzen verursachen. Über den wirkstofffreien Verband wird ein absorbierender Verband angelegt. (35)

## 1.6. Ziele

Mit dieser Studie sollen Parameter gefunden werden, die die Diagnose einer Wundinfektion erleichtern. Dafür werden Parameter aus dem Blutbild und Differentialblutbild, das CRP, Fieberverläufe und lokale Wundverhältnisse untersucht. Darüber hinaus sollen Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen den Erregern und der Klinik, den Laborergebnissen und auch den verwendeten Verbandsmaterialien geliefert werden.

Ein weiterer Schwerpunkt soll auf die Verwendung von Antibiotika gelegt werden. Sind prophylaktische Antibiotikatherapien sinnvoll? Wann sollten Antibiotika eingesetzt werden?

Dafür wurden retrospektiv die Daten aller PatientInnen, die zwischen 2014 und 2016 an der Gemeinsamen Einrichtung der pädiatrischen Intensivstation und Brandverletzteneinheit der Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde der medizinischen Universität Graz aufgrund einer Verbrennungswunde behandelt wurden, ausgewertet.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Material

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine retrospektive Datenanalyse an der Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde der medizinischen Universität Graz.

Die Studie wurde an der Gemeinsamen Einrichtung der pädiatrischen Intensivstation und Brandverletzteneinheit durchgeführt. Die Brandverletzteneinheit besteht aus einem Ambulanzraum bzw. Erstversorgungsraum, einem Eingriffsraum, einer Einheit zur Intensivpflege mit zwei Betten und ein Zweibettzimmer für PatientInnen mit leichten Verbrennungen. Hier werden pro Jahr zirka 40 bis 50 PatientInnen stationär versorgt und weitere 200 ambulant.

Für die Durchführung dieser Studie wurde ein Votum der Ethikkommission der medizinischen Universität Graz beantragt. Dieses wurde am 09.05.2017 bestätigt: Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.

Es wurden sowohl Patienten, als auch Patientinnen in die Studie miteinbezogen und für beide Geschlechter Aussagen getroffen. Eingeschlossen wurden PatientInnen zwischen 0 und 18 Jahren, die an der Gemeinsamen Einrichtung pädiatrische Intensivstation und Brandverletzteneinheit zwischen 2014 und 2016 aufgrund einer Verbrennung behandelt wurden (111 PatientInnen).

Davon konnten 40 PatientInnen nicht evaluiert werden, da sie keinen Wundabstrich erhielten. Weitere 4 PatientInnen konnten nicht in die Studie eingeschlossen werden, da sie aufgrund einer alten Verbrennung (vor 2014) stationär aufgenommen wurden. 2 PatientInnen wurden

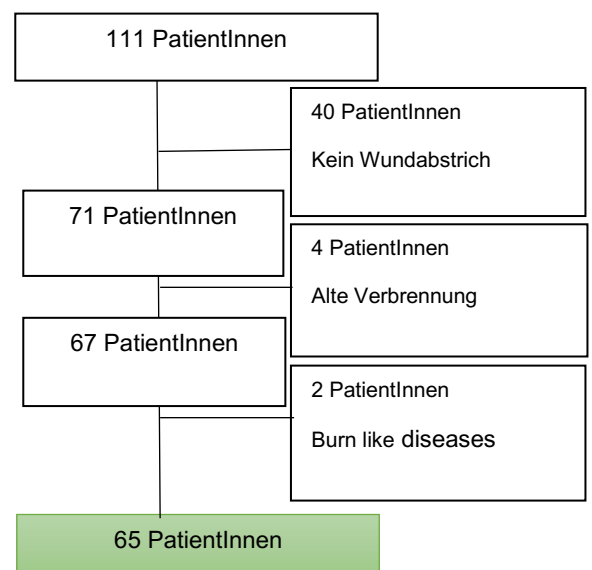


Abbildung 3 - Entwicklung der Kohorte

wegen „burn like diseases“ behandelt und mussten aus der Studie ausgeschlossen werden. Somit blieben 65 PatientInnen in der Studie und wurden bei der statistischen Auswertung berücksichtigt. (siehe Abb. 3)

Um die Fragestellung zu beantworten, wurden retrospektiv Daten aus Krankenakten und dem „openMEDOCS“ (das medizinische pflegerische Dokumentations- und Kommunikationsnetzwerk) von 2014 bis 2016 in einer Excel-Tabelle gesammelt.

Die Daten beinhalten

- allgemeine personenbezogene Angaben: Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, BMI
- Angaben zum Unfallgeschehen: Unfallursache, Unfallort
- Anzahl der stationären Tage
- Angaben zur Wunde: Wundlokalisierung (Extremitäten/Rumpf/Kopf/Genitale), Wundausmaß in Prozent der Körperoberfläche, Wundtiefe in Grad je nach beteiligten Hautschichten, lokale Infektzeichen, operative Eingriffe, Wundabstrich (Lokalisation, Erreger, Keimlast (diese wird semiquantitativ (+/++/+++/-nachweisbar/nur nach Anreicherung nachweisbar) bestimmt))
- Antibiotikagabe
- Blutkultur
- Labor (im Verlauf): Leukozyten, Lymphozyten, Thrombozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, C-reaktives Protein, Procalcitonin, Interleukin-6
- Fieber (in Grad Celsius): die Höchsttemperatur pro Tag und die Temperatur um 8:00 Uhr morgens
- Verbandsmaterial

Nach der abgeschlossenen Sammlung der Daten in Excel wurden die Datensätze in das Statistikprogramm SPSS® der Firma IBM® übertragen. Dort erfolgte die Auswertung der Daten.

## 2.2. Methoden

Die Fragestellung lautet: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Nachweis von bakteriellen Erregern von Wunden von brandverletzten Kindern und Jugendlichen, den klinischen Beschwerden, dem Labor und dem verwendeten Verbandsmaterial?

Um diese Fragestellung zu beantworten wurde untersucht, welche Bakterien bei Brandwunden identifiziert werden konnten und ob bestimmte Erreger zu auffälligen klinischen Zeichen oder Laborparametern führten. Außerdem wurde der Einfluss der verwendeten Verbandsmaterialien auf die Kolonisation oder Infektion von Brandwunden erforscht.

Die Daten wurden zuerst anonymisiert in einer Excel-Tabelle zusammengeführt. Die Verarbeitung der Daten erfolgte indirekt personenbezogen, wobei die Anonymisierung mittels durchlaufender Nummerierung durchgeführt wurde.

Als Hauptzielgröße wurde das Ergebnis des Wundabstriches definiert. Als Nebenzielgrößen wurden allgemeine personenbezogene Angaben, Angaben zum Unfallgeschehen, Angaben zur Wunde, Antibiotikagabe, Blutkultur, Laborergebnisse, Körpertemperatur und Verbandsmaterialien festgelegt (genauere Angaben siehe Material Seite 17).

Die Laborparameter (Leukozyten, Lymphozyten, Thrombozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, CRP (=C-reaktives Protein), Interleukin-6 und Procalcitonin) wurden ausgewertet, indem als niedrigster bzw. höchster Normwert, die Grenzwerte des/der jüngsten bzw. ältesten Patienten/In festgelegt wurde. Somit sind die Grenzwerte nicht altersgenormt, sondern auf alle PatientInnen bezogen, die in die Studie eingeschlossen wurden. Damit ergeben sich folgende Normbereiche:

- Leukozyten: 6 - 11,3 Giga/Liter
- Lymphozyten: 20 - 40%
- Thrombozyten: 140 - 440 Giga/Liter
- Erythrozyten: 3,1 - 5,1 Tera/Liter

- Hämoglobin: 10,5 - 15,3 Gramm/Deziliter
- CRP: 0- 5,0 Milligram/Liter
- Procalcitonin: 0 – 5,0 Nanogramm/Milliliter
- Interleukin-6: 0 – 7 Picogramm/Milliliter

Die Einteilung der Laborergebnisse erfolgte in folgende Gruppen:

- Niedrig oder normal: Die PatientInnen zeigten während des Aufenthalts erniedrigte Laborwerte (unter der angegebenen Norm) oder normale Laborwerte (in der angegebenen Norm).
- Normal: Bei diesen PatientInnen konnten während des Aufenthalts nur Laborwerte im angegebenen Normbereich festgestellt werden.
- Normal oder hoch: PatientInnen dieser Gruppe wiesen normale Laborergebnisse (in der Norm) oder erhöhte Laborwerte (über dem Normbereich) auf.
- Niedrig bis hoch: In diese Gruppe wurden jene PatientInnen eingeteilt, welche während des Aufenthalts sowohl niedrige Laborwerte (unter der Normgrenze), als auch normale und erhöhte Laborwerte (über der Normgrenze) zeigten.

Die Hypothese lautet: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Nachweis von bakteriellen Erregern von Wunden von brandverletzten Kindern und Jugendlichen, dem klinischen Beschwerdebild, dem Labor und dem verwendeten Verbandsmaterial.

Um die Daten auswerten zu können, wurden alle Daten in Gruppen geordnet:

- Altersgruppen: Die PatientInnen wurden nach dem Alter in 6 Gruppen eingeteilt (zwischen 0 und 0,9 Jahren, zwischen 1 und 2,9 Jahren, zwischen 3 und 5,9 Jahren, zwischen 6 und 9,9 Jahren, ab 10 Jahren). Dabei wurde das Alter zum Zeitpunkt der Erstaufnahme verwendet.
- Unfallort: Beim Unfallort wurde zwischen „im Freien“, „zu Hause“ und „sonstige“ (Arbeit/Schule) unterschieden.

- Unfallursache: Die Einteilung der Unfallursache erfolgte in Verbrühung, Verbrennung, Kontaktverbrennung, Stromunfall, Explosion und Fettverbrennung.
- Wundlokalisation: Zur Unterscheidung der Wundlokalisation wurde eine Einteilung in die Regionen Rumpf, Extremitäten, Kopf, Genitalregion, Gesäß und Hals getroffen. Dabei können mehrere Regionen auf eine/n Patienten/In zutreffen.
- Wundausmaß: Das Wundausmaß wurde in kleinflächige Verbrennungen ( $\leq 2\%$ ), mittelgroße Verbrennungen (2,1-5%), große Verbrennungen (5,1-20%) und großflächige Verbrennungen ( $>20\%$ ) eingeteilt.
- Wundtiefe: Die Einteilung der Wundtiefe erfolgte in Hinblick auf die Heilung. Da sowohl erstgradige-, als auch 2a-gradige Verbrennungen ohne Narbenbildung abheilen, wurden diese beiden Wundtiefen in eine Gruppe zusammengefasst. Des Weiteren bildeten alle PatientInnen mit 2b-gradigen Verbrennungen eine Gruppe und jene mit drittgradigen Verbrennungen eine Gruppe. Da bei den meisten Verbrennungen mehrere Wundtiefen ineinander übergehen, wurden immer die tiefsten Verbrennungsstellen zur Einteilung verwendet.
- Lokale Infektionszeichen: Ein weiteres Merkmal der Wunde waren die lokalen Wundverhältnisse. Wenn die Wunde schmierig gelblich belegt war oder eitrig gelbliches Sekret aus der Wunde austrat, galt sie als lokal infiziert. Außerdem zählten unter anderem Eiterherde, übelriechende Wunden und schmierige Beläge als lokale Infektionszeichen.
- Operative Eingriffe: Die operativen Eingriffe wurden in Spalthauttransplantationen, Vollhauttransplantationen, Escharotomien und stumpfe oder scharfe Nekrektomien/Reinigung/Verbandswechsel eingeteilt. Die stumpfen Nekrektomien wurden mit Tüchern durchgeführt, indem die nekrotischen Areale abgelöst wurden. Die scharfe Nekrektomie wurde mit einem Skalpell durchgeführt. Mehrere dieser operativen Eingriffe können eine/n Patient/In betreffen.

- Körpertemperatur: Die Einteilung der Fieberverläufe erfolgte in kein Fieber (bis 36,9°), subfebrile Temperaturen (ab 37,0° bis 37,9°) und Fieber (ab 38,0°). Um den Einfluss von Antipyretika zu minimieren, wurde die höchste Temperatur dieses Tages herangezogen. Des Weiteren wurde die Temperatur um 8:00 Uhr morgens in die Studiendaten aufgenommen.
- Wundabstrich: Bei allen PatientInnen dieser Studie wurden ein oder mehrere Wundabstrich/e genommen und auf Keime untersucht. Der Abstrich erfolgte meist vor der endgültigen Verbandsanlage. Bei der Keimeinteilung wurde zwischen folgenden Gruppen unterschieden:
  - Staphylococcus aureus oder dessen Toxine (Toxic shock syndrome toxin, Enterotoxine, ...)
  - Gram negative Keime (z. B.: Acinetobacter baumannii, Moraxella catarrhalis, Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter cloacae, Klebsiella pneumoniae, ...)
  - Pilze (z. B.: Sprosspilze, Candida albicans, ...)
  - Viren (Herpes simplex Typ 1)
  - Gram positive Keime (z. B.: Bacillus cereus, Staphylococcus haemolyticus, Staphylococcus epidermidis, Enterococcus faecalis, ...)

Bei einem/r Patienten/In können auch mehrere Gruppen zutreffen.

- Antibiotika: Die Einteilung der Antibiotika erfolgte in Penicilline, Carbapeneme, Cephalosorine, MLS-Gruppe (Makrolid -Lincosamid - Streptogramin- Gruppe), andere Antibiotika (v.a. Chinolone, Gyrasehemmer, ...) und prophylaktische Antibiotikagabe (während der operativen Eingriffe). Diese wurden entweder oral oder intravenös verabreicht.
- Verbandsmaterialien: Zur Einteilung der Verbandsmaterialien wurden folgende Gruppen verwendet:
  - silberhältige Verbände (z. B.: Mepilex® Transfer Ag, Acticoat® Flex 3 und 7, Silberalginat, Flammazine®, Atrauman® Ag ...)

- wirkstofffreie Verbände (z. B.: Grassolind®, Mepitel®, Adaptic, ...)
  - antiseptische Verbände/Chlorhexidin (z. B.: Bactigras®)
  - Verbände mit Suprathel®
  - Verbände mit medizinischem Honig (z. B.: Vivamel®, Medihoney®, ...)
- Aufenthaltsdauer: Die Einteilung der Aufenthaltsdauer erfolgte in vier Gruppen:
    - Ambulante PatientInnen
    - Stationäre Überwachung (1 bis 2 Tage)
    - Stationärer Aufenthalt (3 bis 6 Tage)
    - Stationärer Aufenthalt (ab 7 Tagen)

Die Auswertung der Daten erfolgte mit der Software SPSS® der Firma IBM®. Die Daten wurden statistisch mittels Datenexploration und -deskription analysiert. Die Eingaben wurden mittels Berechnung von Mittelwert, Standardabweichung, Median und Quartilen bei numerischen Daten und mittels absoluten und relativen Häufigkeiten bei kategorischen Daten ausgewertet. Die Ergebnisse wurden in Tabellen und Diagrammen dargestellt.

Für die induktive Statistik wurde der t-Test verwendet, um eine eventuelle Signifikanz feststellen zu können. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p=0,05$  festgelegt. Für die Varianzgleichheit/-ungleichheit wurde der Test nach Levene verwendet.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Allgemein

Tabelle 3 - Hauptmerkmale

Merkmal	Ausprägung	absolute Anzahl	Prozent
<b>Alter</b>			
	0-1 Jahre	5	7,7%
	1-3 Jahre	31	47,7%
	3-6 Jahre	12	18,5%
	6-10 Jahre	6	9,2%
	>10 Jahre	11	16,9%
<b>Geschlecht</b>			
	männlich	34	52,3%
	weiblich	31	47,7%
<b>Unfallursache</b>			
	Verbrühung	44	67,7%
	Verbrennung	5	7,7%
	Kontaktverbrennung	11	16,9%
	Stromunfall	1	1,5%
	Explosion	2	3,1%
	Fettverbrennung	2	3,1%
<b>Wundlokalisation</b>			
	Rumpf	35	26,1%
	Extremitäten	14	47,0%
	Kopf	32	18,3%
	Genitalregion	0	4,3%
	Gesäß	5	2,6%
	Hals	1	1,7%

Ziel dieser Studie ist es, einen Zusammenhang zwischen den Erregern und der Klinik, dem Labor und dem verwendeten Verbandsmaterial bei Kindern und Jugendlichen mit Verbrennungswunden zu zeigen bzw. zu falsifizieren.

Insgesamt wurden 65 PatientInnen zwischen Jänner 2014 und Dezember 2016 in die Studie aufgenommen, davon waren 34 männlich (52,3%) und 31 weiblich (47,7%). Das mediane Alter lag bei 2,34 Jahren (von 0,08 bis 16,65 Jahre).

Die Größe der PatientInnen (Median) betrug 0,9 Meter (max: 1,88m, min: 0,54m) und das mediane Gewicht 13,6 kg (max: 67kg, min: 4,5kg). Der BMI konnte aufgrund fehlender Daten nur bei 40 PatientInnen berechnet werden. Dieser lag

median bei 15,61 kg/cm<sup>2</sup>. Weitere Merkmale der Studie sind in „Tabelle 3 – Hauptmerkmale“ zusammengefasst.

Die meisten Unfälle (75,4%, n=49) passierten im häuslichen Umfeld. 15,4% (n=10) der Verbrennungen ereigneten sich im Freien. Ein Patient/eine Patientin verletzte sich bei der Arbeit. In 7,7% (n=5) waren keine Angaben über den Unfallort bekannt.

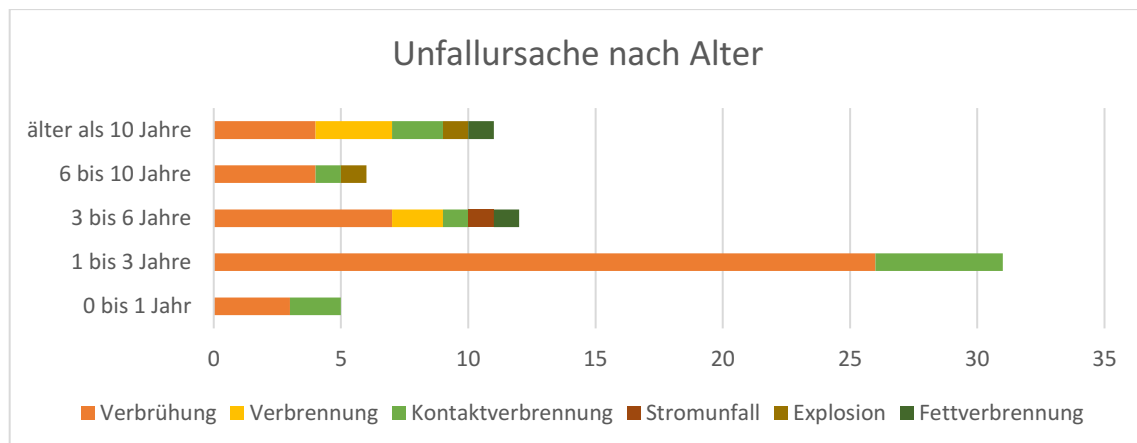


Abbildung 4 - Unfallursache nach Altersgruppen

In Abb. 4 wurde die Unfallursache nach den Altersgruppen ermittelt. Dabei fällt auf, dass in der Altersgruppe 1-3 Jahre am häufigsten Verbrühungen passierten. Sowohl in der Altersgruppe 0-1 Jahr, als auch in der Gruppe 1-3 Jahre kamen nur Kontaktverbrennungen und Verbrühungen vor. Erst ab der Altersgruppe 3-6 Jahre konnten auch andere Ursachen (außer Kontaktverbrennung und Verbrühung) festgestellt werden.

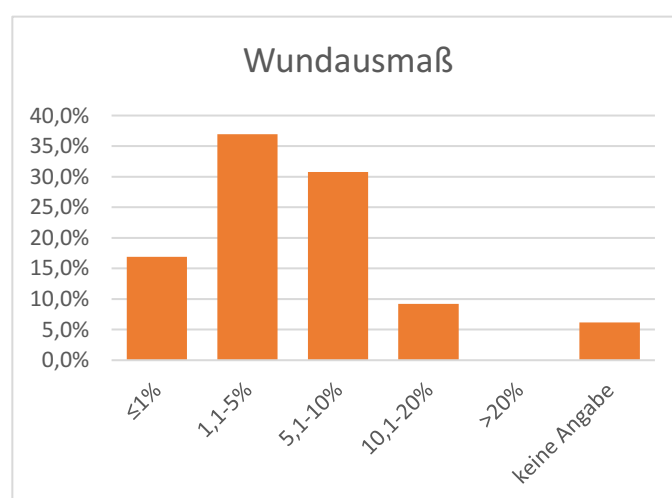


Abbildung 5 - Wundausmaß in % der Körperoberfläche

Die meisten PatientInnen dieser Studie wiesen Verbrennungen zwischen 1,1% bis 5% der Körperoberfläche (36,9%) auf. Die kleinflächigste Verbrennung war kleiner als 0,5% und die großflächigste Verbrennung betraf 15% der Körperoberfläche. (siehe Abb. 5)

10,8% der Kinder und Jugendlichen zeigten Verbrennungen mit Schweregrad 1 oder 2a. Mehr als die Hälfte der PatientInnen (53,8%) wurden mit 2b-gradigen Verbrennungen aufgenommen. 33,8% zeigten Verbrennungen 3.Grades.

Bei 16 PatientInnen konnten keine Keime durch einen Wundabstrich festgestellt werden (24,6%). Ein Keim konnte bei 22 PatientInnen identifiziert werden (33,8%), zwei Keime bei 18 PatientInnen (27,7%). Maximal wurden auf einer Wunde drei Keime festgestellt, dies konnte bei 9 PatientInnen nachgewiesen werden (13,8%).

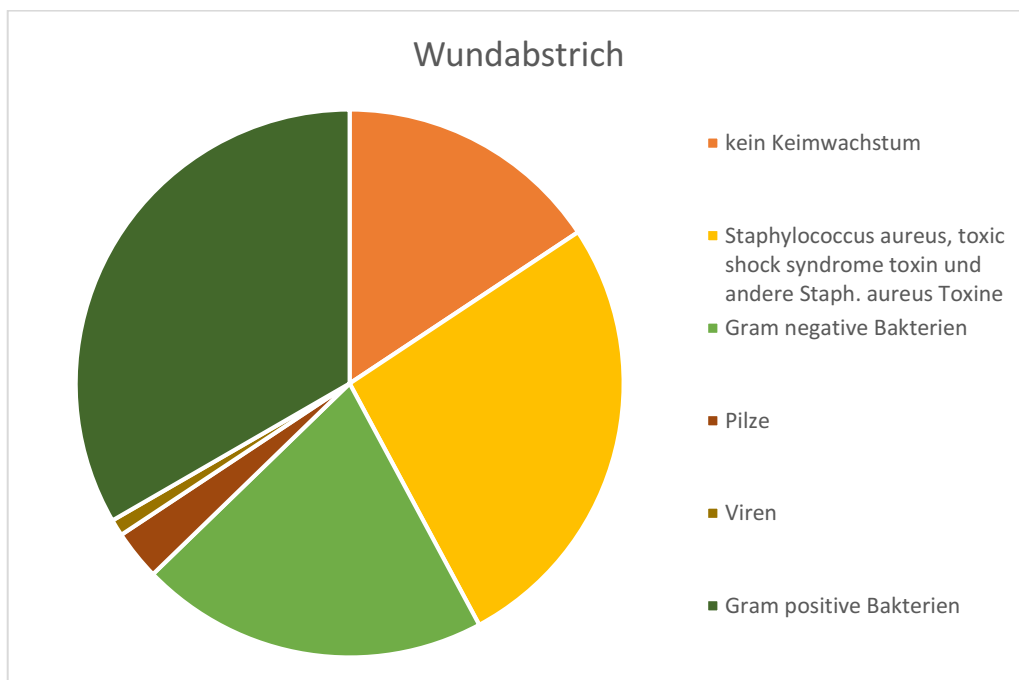


Abbildung 6 - Erregerspektrum Wundabstriche

Von den 65 PatientInnen wurden 102 Wundabstriche genommen. In 15,5% (n=16) war kein Keimwachstum festzustellen. 33% (n=34) zeigten Gram positive Keime, ohne Staphylococcus aureus (dieser konnte in 26,2% (n=27) identifiziert werden). Damit fielen mehr als die Hälfte (n=61) der identifizierten Keime auf Gram positive Keime (inklusive Staphylococcus aureus). 20,4% (n=21) der Abstriche wiesen Gram negative Keime auf. Nur bei 2,9% (n=3) konnten Pilze nachgewiesen

werden. Bei einem Patienten/einer Patientin fand eine virale Infektion statt. (siehe Abb. 6)

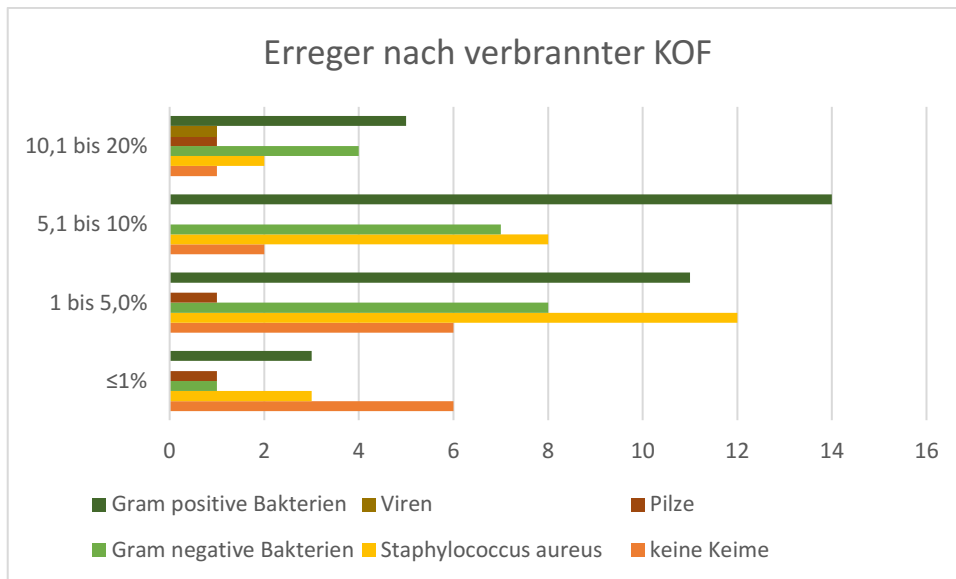


Abbildung 7 - Erreger nach verbrannter Körperoberfläche

Die Abb. 7 zeigt die identifizierten Erreger aufgeteilt nach dem Ausmaß der Verbrennung in % der KOF. Bei sehr kleinen Verbrennungen ( $\leq 1\%$ ) waren die meisten Wunden frei von Infektionen. Bei einer Größe zwischen 1% und 5% KOF konnten am häufigsten Staphylococcus aureus und deren Toxine nachgewiesen werden. Bei Verbrennungen größer als 5% der KOF fanden sich meist Gram positive Bakterien.

Abb. 8 zeigt die identifizierten Erreger je nach Wundtiefe. Gram positive Bakterien, als auch Gram negative Bakterien und Staphylococcus aureus konnten am häufigsten bei Verbrennungen Grad 2b gefunden werden. Keine Keime waren am häufigsten bei drittgradigen Verbrennungen zu finden. Eine Erklärung dafür wäre, dass die starke Hitzeeinwirkung bzw. die längere Einwirkzeit bei drittgradigen Verbrennungen die meisten Hautkeime zerstört.

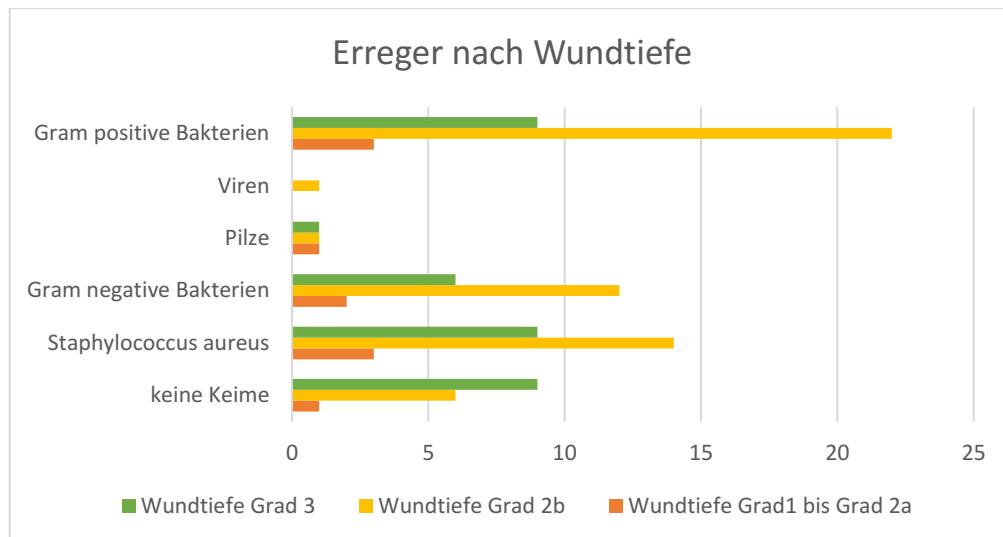


Abbildung 8 - Erreger nach Wundtiefe Grad 1 und 2a/ Grad 2b/ Grad 3

6,2% aller 65 PatientInnen (n=4) zeigten das „toxic shock syndrome toxin“ (TSST) im Abstrich. Von den 27 identifizierten Staphylococcus aureus Infektionen konnten bei 4 Abstrichen (14,8%) das TSST gefunden werden. Bei 8 der 27 Wundabstriche (29,6%) konnte ein Enterotoxin des Styphylococcus aureus nachgewiesen werden.

3 der 4 PatientInnen mit nachgewiesenem TSST erhielten als Verbandsmaterial Silberauflagen und wirkstofffreie Verbände. Ein Patient erhielt keinen Verband. Alle 4 PatientInnen hatten Fieber und 3 ProbandInnen zeigten lokale Infektionszeichen. Die 4 PatientInnen erhielten Cephalosporine als antibiotische Therapie und 2 von ihnen bekamen zusätzlich ein Antibiotikum aus der MLS-Gruppe.

Wird die stationäre Aufenthaltsdauer von PatientInnen, die keine Wundinfektion aufwiesen, mit der Aufenthaltsdauer jener PatientInnen, die eine Wundinfektion zeigten verglichen, so fällt auf, dass PatientInnen ohne Wundinfektion median 1,5 Tage (max: 7, min: 0) stationär aufgenommen wurden (insgesamt 16 PatientInnen). PatientInnen, die eine Wundinfektion aufwiesen, waren median 6 Tage (max: 19, min: 0) stationär (insgesamt 49 PatientInnen).

In Abb. 9 ist die antibiotische Therapie in Zusammenhang mit der Keimbesiedelung der Wunde dargestellt. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Keime auch in Kombination auftraten und auch Antibiotika in Kombination

verabreicht wurden. Dies erklärt, warum PatientInnen mit Pilzinfektionen und viralen Infektionen eine antibakterielle Therapie erhielten.

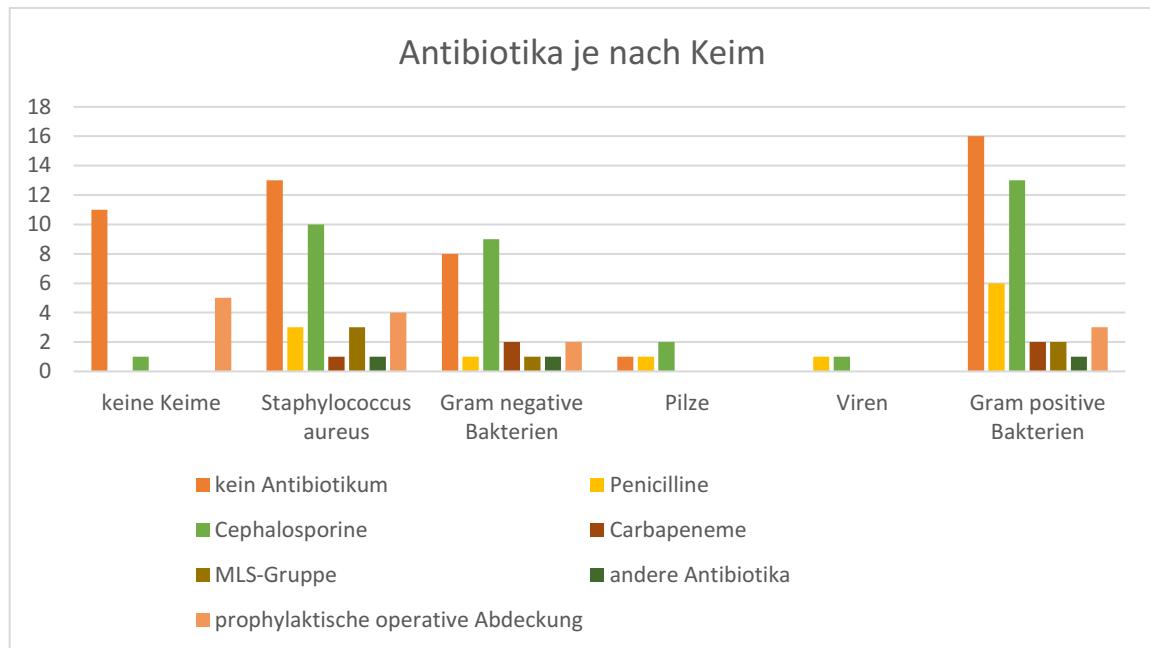


Abbildung 9 - Antibiotika nach Keim

Insgesamt erhielten 44,7% der PatientInnen (n=34) keine antibiotische Therapie. Das spiegelt sich in allen Erreger-Gruppen wieder. Nur bei Infektionen mit Gram negativen Keimen wurde am häufigsten mit Cephalosporinen behandelt.

83% der PatientInnen (n=54) wurden im Brandverletzten-OP versorgt. Am häufigsten wurde ein Verbandswechsel mit oder ohne Nekrektomie und Reinigung durchgeführt. Dies war die einzige Indikation, warum PatientInnen mit Verbrennungstiefe Grad 1 bis 2a im Brandverletzten-OP behandelt wurden. In Abb. 10 wurden die operativen Eingriffe in Bezug auf die Wundtiefe aufgezeigt. Vollhauttransplantationen und Escharotomien wurden nur bei drittgradigen Verbrennungen durchgeführt.

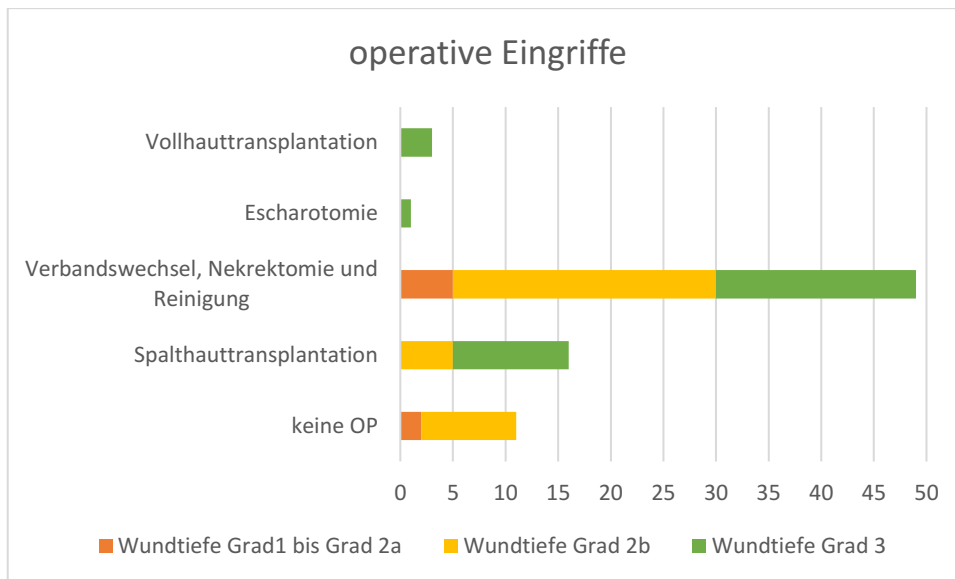


Abbildung 10 - operative Eingriffe nach Wundtiefe Grad 1 und 2a/ Grad 2b/ Grad 3

### 3.2. Zusammenhang zwischen Keimen und Verbandsmaterial

Um den Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Keimen und den verwendeten Verbandsmaterialien zu veranschaulichen, dient die Tabelle 4. In dieser Studie wurden verschiedene Verbandsmaterialien verwendet. Die PatientInnen erhielten entweder keinen Verband oder maximal 5 verschiedene Verbände (kein Verband 3,1%/n=2, ein Verband 20%/n=13, zwei Verbände 33,8%/n=22, drei Verbände 24,6%/n=16, vier Verbände 16,9%/n=11, fünf Verbände 1,5%/n=1).

In 33,3% (n=52) wurden die Wunden mit silberhältigen Verbänden bedeckt. Wurde dieser Verband zumindest einmal verwendet, konnten am häufigsten Gram positive Keime (ohne Staphylococcus aureus) nachgewiesen werden (32,93%, n=27). Werden alle Gram positiven Bakterien zur Auswertung herangezogen (mit Staphylococcus aureus), konnten in 58,5% Gram positive Bakterien identifiziert werden. Ähnlich verhielten sich die Wunden, die mit wirkstofffreien Verbänden (22,4%) und mit antiseptischen Verbänden (20,5%) bedeckt wurden. Diese zeigten am häufigsten Infektionen mit Gram positiven Bakterien (33,3%/32%) und als zweithäufigste Gruppe Staphylococcus aureus (26,32%/22%). Weiters wurden zur Bedeckung der Wunde Suprathel (10,3%), VAC-Systeme (9%) und

medizinischer Honig (3,2%) verwendet. Auch bei VAC-Systemen und bei PatientInnen, welche keinen Verband erhielten, waren die beiden häufigsten Gruppen Gram positive Keime und Staphylococcus aureus. Bei Verbänden mit medizinischem Honig konnten am häufigsten Gram negative Keime identifiziert werden (37,5%, n=3).

Wird der Keim Staphylococcus aureus einzeln ausgewertet, kann dieser am häufigsten auf Wunden, welche mit Silberverbänden versorgt wurden, gefunden werden (33,33%). Bei der Verwendung von medizinischem Honig und auch bei keiner Verbandsanlage konnte der Keim nur selten nachgewiesen werden (n=1, n=2). Die beiden Methoden der Wundversorgung wurden jedoch seltener verwendet. Dies könnte eine Erklärung für das Ergebnis sein.

Die Ergebnisinterpretation ist nur eingeschränkt möglich, da die PatientInnen mehrere Verbände erhielten und manche Verbände erst nach dem Wundabstrich angelegt wurden. Für eine bessere Interpretierbarkeit, müssten die Verbände vor dem Wundabstrich angelegt werden und die PatientInnen sollten nur Verbände einer Verbandsgruppe erhalten.

Tabelle 4 - Keime und Verbandsmaterialien

		keine Keime	Staphylococcus aureus	Gram negative Bakterien	Pilze	Viren	Gram positive Bakterien
<b>Silber</b>	Anzahl	13	21	18	2	1	27
	%	15,85%	25,61%	21,95%	2,44%	1,22%	32,93%
<b>wirkstofffreie Verbände</b>	Anzahl	9	15	13	1	0	19
	%	15,79%	26,32%	22,81%	1,75%	0,00%	33,33%
<b>Chlorhexidin/antiseptische Verbände</b>	Anzahl	10	11	12	1	0	16
	%	20,00%	22,00%	24,00%	2,00%	0,00%	32,00%
<b>Suprathel</b>	Anzahl	3	3	8	2	1	11
	%	10,71%	10,71%	28,57%	7,14%	3,57%	39,29%
<b>VAC-System</b>	Anzahl	2	10	6	0	0	7
	%	8,00%	40,00%	24,00%	0,00%	0,00%	28,00%
<b>medizinischer Honig</b>	Anzahl	1	1	3	1	0	2
	%	12,50%	12,50%	37,50%	12,50%	0,00%	25,00%
<b>kein Verband</b>	Anzahl	0	2	0	1	0	1
	%	0,00%	50,00%	0,00%	25,00%	0,00%	25,00%

### 3.3. Zusammenhang zwischen Keim und Labor

#### 3.3.1. Allgemein

In Tabelle 5 werden die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Laborwerte von PatientInnen mit positivem Keimabstrich mit den Werten von PatientInnen mit negativem Keimabstrich verglichen.

Dabei fällt auf, dass die CRP-Werte im Durchschnitt bei Keimbesiedelung höher sind (29,19 mg/L) als bei PatientInnen ohne Keimbesiedelung (13,26 mg/L). Auch die Leukozyten- und Lymphozytenzahlen zeigen Unterschiede. Ebenso können bei Interleukin-6 Differenzen zwischen positiven (77,77 ng/ml) und negativen

Abstrichen (44,9 ng/ml) erkannt werden. Auf die einzelnen Werte wird im Folgenden genauer eingegangen. Die Fallzahlen sind jedoch meist zu gering um eine Signifikanz zu erreichen. (p=0,05)

Tabelle 5 - Mittelwerte Labor

	Keimabstrich negativ			Keimabstrich positiv		
	N	Mittelwert	$\sigma$	N	Mittelwert	$\sigma$
<i>Leukozyten</i>	19	10,68	4,53	128	12,03	5,02
<i>Lymphozyten</i>	18	41,83	19,96	123	32,08	18,18
<i>Thrombozyte n</i>	19	327,53	94,11	128	331,61	134,90
<i>Erythrozyten</i>	19	4,63	0,34	128	4,62	0,81
<i>Hämoglobin</i>	19	11,99	0,99	128	12,52	3,70
<i>CRP</i>	19	13,26	20,79	122	29,19	37,55
<i>Procalcitonin</i>	1	0,27		10	3,92	9,60
<i>IL-6</i>	1	44,90		3	77,77	53,41

### 3.3.2. Leukozyten

Bei 49 PatientInnen wurde die Leukozytenzahl im Blut bestimmt. Nach der Einteilung in „niedrig bis normal“/ „normal“/ „normal bis hoch“/ „niedrig bis hoch“, konnten bei 6 ProbandInnen während des Aufenthalts niedrig bis normale Leukozyten gefunden werden (12,2%). 18 PatientInnen wiesen bei allen Leukozytenbestimmungen normale Werte auf (36,7%). Bei 24 PatientInnen konnten zumindest einmal erhöhte Werte gemessen werden (49%). Lediglich ein Patient/eine Patientin hatte während des Aufenthalts niedrig bis hohe Leukozytenzahlen. In Tabelle 6 sind die PatientInnen in Anzahl und Prozent je nach Keimen und Leukozytenzahl aufgeteilt.

Tabelle 6 - Leukozyten

		<b>Leukozyten</b>			
		niedrig oder normal	normal	normal oder hoch	niedrig bis hoch
<i>kein Keim</i>	Anzahl	2	3	3	0
	%	25,0%	37,5%	37,5%	0,0%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	1	9	10	1
	%	4,8%	42,9%	47,6%	4,8%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	1	5	13	0
	%	5,3%	26,3%	68,4%	0,0%
<i>Pilze</i>	Anzahl	0	1	2	0
	%	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%
<i>Viren</i>	Anzahl	0	0	1	0
	%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	4	8	16	1
	%	13,8%	27,6%	55,2%	3,4%

Bei allen Erregergruppen war die Anzahl der Leukozyten während des Aufenthalts meist normal bis erhöht. Auch PatientInnen deren Wundabstrich keine Keime aufwies, hatten häufig normale bis erhöhte Leukozyten (37,5%).

Wenn eine Wundinfektion diagnostiziert wurde, konnten in 51,22% (n=21) normale bis erhöhte Leukozyten gefunden werden. In 36,59% waren die Leukozyten normal, trotz einer Wundinfektion.

Die Leukozytenzahl erwies sich in dieser Studie als nicht aussagekräftig, um auf einen Verdachtskeim oder eine Infektion zu schließen. Es konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden. Erhöhte Leukozytenwerte traten sowohl bei Infektionen als auch bei Fehlen von Wundinfektionen auf. Dies lässt sich durch den Inflammationsprozess erklären, bei dem Leukozyten in das geschädigte Gewebe eindringen und vermehrt gebildet werden, unabhängig davon, ob eine Infektion vorliegt oder nicht. (2) Umgekehrt gilt, dass eine normale Leukozytenzahl eine Wundinfektion nicht sicher ausschließt.

### 3.3.3. Lymphozyten

Bei 48 der 65 PatientInnen wurde während des Aufenthalts die Anzahl der Lymphozyten bestimmt. Diese waren bei 13 PatientInnen niedrig bis normal

(27,1%), bei 12 PatientInnen normal (25%) und bei 14 ProbandInnen normal bis erhöht (29,2%). 9 PatientInnen hatten bei den durchgeführten Bestimmungen niedrig bis erhöhte Werte (18,8%). (siehe Tabelle 7)

Tabelle 7 - Lymphozyten

		<b>Lymphozyten</b>			
		niedrig oder normal	normal	normal oder erhöht	niedrig bis erhöht
<i>keine Keime</i>	Anzahl	2	2	4	0
	%	25,0%	25,0%	50,0%	0,0%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	6	5	4	6
	%	28,6%	23,8%	19,0%	28,6%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	8	2	5	4
	%	42,1%	10,5%	26,3%	21,1%
<i>Pilze</i>	Anzahl	0	1	1	1
	%	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%
<i>Viren</i>	Anzahl	0	0	0	1
	%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	7	7	8	6
	%	25,0%	25,0%	28,6%	21,4%

Werden die Mittelwerte der Lymphozytenzahlen zwischen den beiden Gruppen mit und ohne Wundinfektion verglichen, so zeigt sich ein statistisch signifikanter Unterschied (0,038). ( $p=0,05$ ) PatientInnen, die eine Wundinfektion aufwiesen, zeigten einen mittleren Lymphozytenwert von 32,08%. PatientInnen, die keine Wundinfektion aufwiesen, zeigten einen mittleren Lymphozytenwert von 41,83%. Damit zeigten PatientInnen, die keine Wundinfektion aufwiesen, statistisch signifikant erhöhte Lymphozytenwerte. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass der prozentuelle Anteil der Lymphozyten bei Infektionen niedriger ist, da der Anteil der neutrophilen Granulozyten erhöht ist. Diese Annahme kann nicht mit Sicherheit bestätigt werden, da die neutrophilen Granulozyten nicht in die Studiendaten aufgenommen wurden.

### 3.3.4. Thrombozyten

Bei 49 PatientInnen (75,4%) wurde die Thrombozytenzahl im Blut bestimmt. Ein Patient/eine Patientin (2%) hatte niedrige bis normale Thrombozyten. Bei 34

PatientInnen konnten normale Thrombozytenwerte festgestellt werden (69,4%) und bei 14 PatientInnen wurden normale bis erhöhte Werte gefunden (28,6%).

Tabelle 8 - Thrombozyten

		Thrombozyten		
		niedrig oder normal	normal	normal oder erhöht
<i>keine Keime</i>	Anzahl	0	7	1
	%	0,0%	87,5%	12,5%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	1	13	7
	%	4,8%	61,9%	33,3%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	0	11	8
	%	0,0%	57,9%	42,1%
<i>Pilze</i>	Anzahl	0	1	2
	%	0,0%	33,3%	66,7%
<i>Viren</i>	Anzahl	0	0	1
	%	0,0%	0,0%	100,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	1	19	9
	%	3,4%	65,5%	31,0%

In allen Gruppen zeigten sich meist normale Werte. Die einzige Ausnahme stellte die Gruppe der Pilzinfektionen dar, welche jedoch nur bei drei PatientInnen auftrat. (siehe Tabelle 8)

PatientInnen, die eine Wundinfektion aufwiesen (n=41), zeigten in 65,85% (n=27%) eine normale Anzahl an Thrombozyten. Auch bei PatientInnen ohne Wundinfektion (n=8) konnten am häufigsten (87,5%, n=7) normale Thrombozytenwerte festgestellt werden.

Thrombozyten sind kein geeigneter Parameter, um auf eine Wundinfektion zu schließen. Sowohl bei blanden als auch bei infizierten Verbrennungswunden zeigten die meisten PatientInnen eine normale Thromobzytenzahl. Auch die Mittelwerte der beiden Gruppen unterschieden sich nur gering.

### 3.3.5. Erythrozyten

Bei 49 PatientInnen (75,4%) wurde die Erythrozytenanzahl im Blut bestimmt. Einer der 49 PatientInnen zeigte niedrige bis normale Erythrozytenwerte. Bei 34 PatientInnen konnte eine normale Anzahl an Erythrozyten festgestellt werden

(69,4%) und bei 14 PatientInnen wurden normale bis erhöhte Werte gefunden (28,6%).

Tabelle 9 - Erythrozyten

		Erythrozyten		
		niedrig oder normal	normal	normal oder erhöht
<i>keine Keime</i>	Anzahl	0	7	1
	%	0,0%	87,5%	12,5%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	0	17	4
	%	0,0%	81,0%	19,0%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	1	13	5
	%	5,3%	68,4%	26,3%
<i>Pilze</i>	Anzahl	0	2	1
	%	0,0%	66,7%	33,3%
<i>Viren</i>	Anzahl	0	1	0
	%	0,0%	100,0%	0,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	2	20	7
	%	6,9%	69,0%	24,1%

Die Erythrozyten-Werte waren in allen Gruppen (egal ob eine Infektion vorlag oder nicht) zumeist im Normbereich. Bei PatientInnen, die eine Wundinfektion aufwiesen, unabhängig davon welcher Keim identifiziert wurde, konnten in 68,29% (n=28) normale Erythrozytenwerte nachgewiesen werden. Auch die Mittelwerte der beiden Gruppen (Infektion/keine Infektion) zeigten keine wesentlichen Unterschiede. (siehe Tabelle 9)

### 3.3.6. Hämoglobin

Bei 49 PatientInnen (75,4%) wurde die Hämoglobinkonzentration im Blut bestimmt. 13 PatientInnen (26,5%) wiesen niedrige bis normale Hämoglobinkonzentrationen auf. Bei 31 PatientInnen (63,3 %) konnten normale Hämoglobinkonzentrationen festgestellt werden und bei 4 PatientInnen (8,2%) wurden normale bis erhöhte Werte gefunden. Bei einem Patienten/einer Patientin wurden während des Aufenthalts niedrige bis erhöhte Werte gemessen. (siehe Tabelle 10)

Tabelle 10 - Hämoglobin

		Hämoglobin			
		niedrig oder normal	normal	normal oder erhöht	niedrig bis erhöht
<i>keine Keime</i>	Anzahl	1	7	0	0
	%	12,5%	87,5%	0,0%	0,0%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	6	12	2	1
	%	28,6%	57,1%	9,5%	4,8%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	6	11	2	0
	%	31,6%	57,9%	10,5%	0,0%
<i>Pilze</i>	Anzahl	1	2	0	0
	%	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%
<i>Viren</i>	Anzahl	1	0	0	0
	%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	10	16	2	1
	%	34,5%	55,2%	6,9%	3,4%

Bei PatientInnen, bei denen keine Keime identifiziert werden konnten, zeigten 87,5% (n=7) normale Hämoglobinkonzentrationen. Auch jene PatientInnen, welche eine Infektion aufwiesen (z. B.: Gram positive Keime), zeigten zumeist normale Hämoglobinkonzentrationen (64,58%).

Die Hämoglobinkonzentration ist kein geeigneter Parameter, um auf eine Infektion zu schließen. Die Mittelwerte unterschieden sich nur gering zwischen den beiden Gruppen (Infektion/keine Infektion).

### 3.3.7. C-reaktives Protein (CRP)

Eine CRP-Bestimmung erfolgte bei 49 PatientInnen (75,4%). 18 PatientInnen zeigten normale CRP-Werte (36,7%). Bei 31 PatientInnen konnten im Verlauf normale bis erhöhte Werte nachgewiesen werden (63,3%).

Tabelle 11 - CRP

		CRP	
		normal	Normal bis erhöht
keine Keime	Anzahl	5	8
	%	38,5%	61,5%
Staphylococcus aureus	Anzahl	8	13
	%	38,1%	61,9%
Gram negative Keime	Anzahl	7	9
	%	43,8%	56,3%
Pilze	Anzahl	0	1
	%	0,0%	100,0%
Gram positive Keime	Anzahl	9	17
	%	34,6%	65,4%

In allen Gruppen konnten bei mehr als der Hälfte der PatientInnen erhöhte CRP-Werte gemessen werden. (siehe Tabelle 11)

Um eine genauere Auswertung zu ermöglichen, erfolgte eine zusätzliche Auswertung mit den absoluten CRP-Werten im Verlauf.

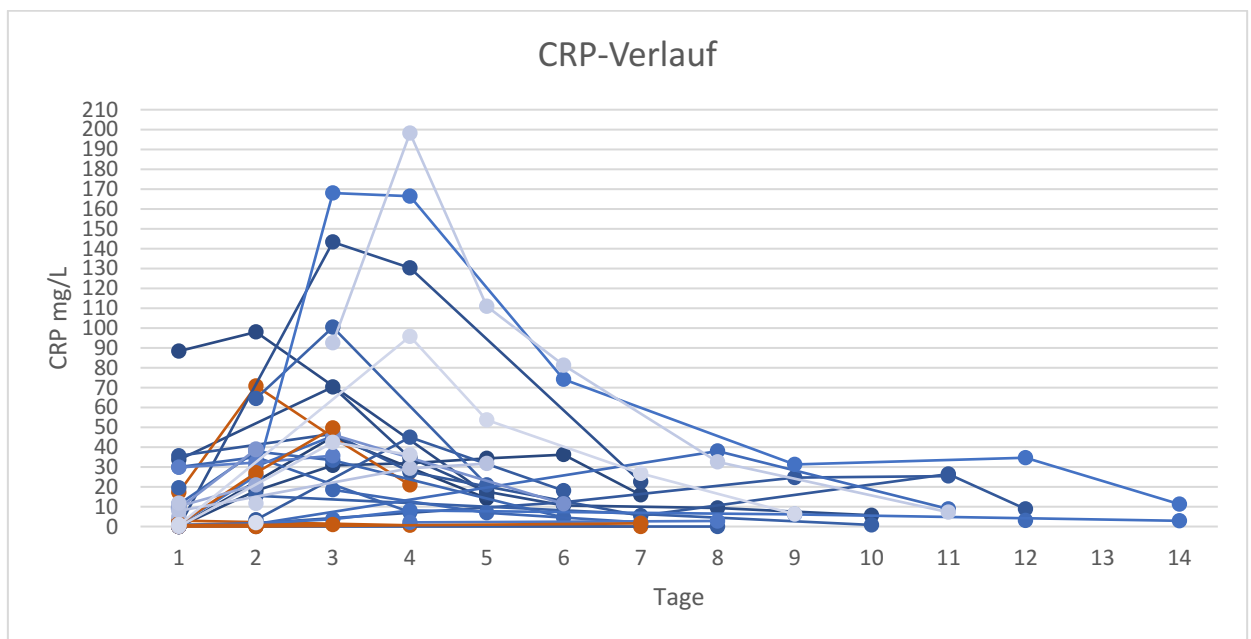


Abbildung 11 - CRP Verlauf

In Abb. 11 wurden die CRP-Verläufe aller PatientInnen dargestellt. In blau sind diejenigen PatientInnen gekennzeichnet, deren Wundabstrich positiv war. In orange sind jene PatientInnen markiert, deren Wundabstrich negativ ausfiel. Dabei

fällt auf, dass PatientInnen, die keine Wundinfektion hatten (orange) niedrigere CRP-Werte aufwiesen, als jene PatientInnen, die eine Wundinfektion zeigten (blau). Des Weiteren ist ersichtlich, dass PatientInnen ohne Wundinfektion, deren CRP bestimmt wurde, kürzere Aufenthalte hatten (ohne Wundinfektion max. 7 Tage, mit Wundinfektion max. 14 Tage).

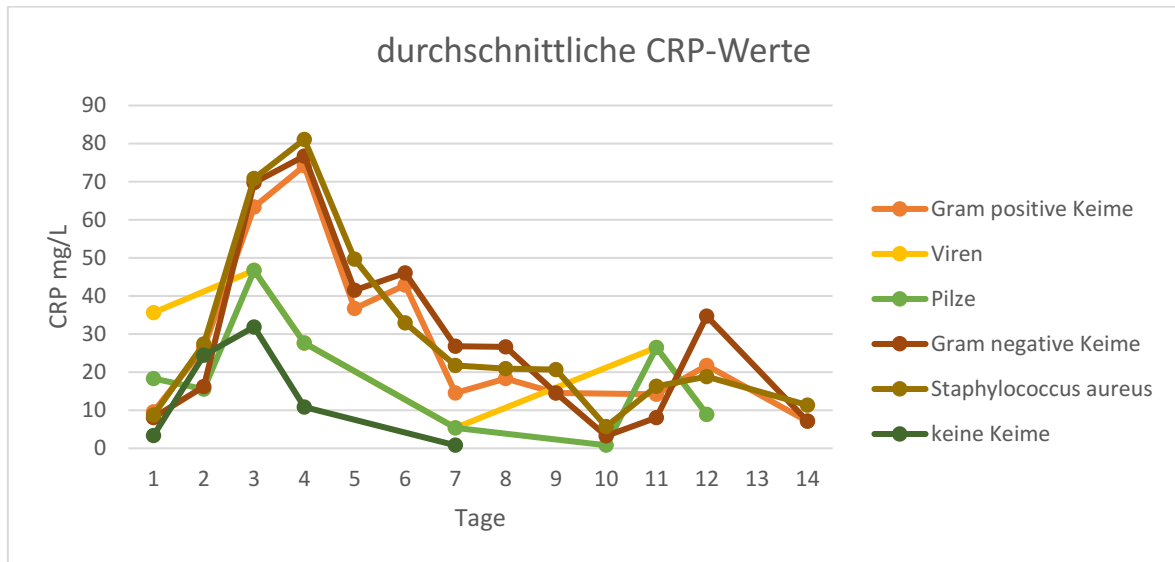


Abbildung 12 - durchschnittliche CRP-Werte

Abb. 12 zeigt die durchschnittlichen CRP-Werte während des Aufenthalts je nach Wundinfektion. Es wurden nur jene PatientInnen in die Auswertung miteinbezogen, bei denen eine CRP-Bestimmung durchgeführt wurde.

PatientInnen, welche keine Keime aufwiesen, zeigten im Mittel einen maximalen CRP-Wert von 31,87 mg/L an Tag 3. Dieser lag deutlich unter den anderen Gruppen (mit Infektionen) an Tag 3. Infektionen mit Pilzen und Viren wiesen auch an Tag 3 die höchsten Mittelwerte auf.

PatientInnen, welche eine Infektion mit Staphylococcus aureus aufwiesen, zeigten im Mittel einen maximalen CRP-Wert von 81,12 mg/L an Tag 4. Dieser zeigte gleichzeitig den höchsten Mittelwert aller Infektionen. Auch Infektionen mit Gram negativen Bakterien und Gram positiven Bakterien zeigten den höchsten Mittelwert an Tag 3.

Die Ergebnisse zeigten trotz deutlicher Unterschiede der Mittelwerte zwischen den beiden Gruppen (Infektion/keine Infektion) keine Signifikanz. Dies könnte durch zu geringe Fallzahlen erklärt werden. (siehe Tabelle 12)

Tabelle 12 - Signifikanz CRP

		absolute Anzahl	Mittelwert	Signifikanz (t- Test)
CRP Tag1	kein Keim	7	3,3857	0,333
	Keim	30	10,3600	
CRP Tag2	kein Keim	4	24,48	0,992
	Keim	18	24,33	
CRP Tag3	kein Keim	3	31,87	0,302
	Keim	15	61,52	
CRP Tag4	kein Keim	2	10,80	0,291
	Keim	13	62,53	
CRP Tag7	kein Keim	2	,80	0,145
	Keim	5	14,56	

### 3.3.8. Procalcitonin

Das Procalcitonin wurde bei 10 PatientInnen bestimmt (15,4%). Davon zeigten 7 (70%) normale Procalcitonin-Werte. Nur 3 PatientInnen wiesen normale bis erhöhte Werte (30%) auf. Durch die geringe Fallzahl ist die Interpretation nur eingeschränkt möglich. (siehe Tabelle 13)

Tabelle 13 - Procalcitonin

		Procalcitonin	
		normal	normal oder erhöht
<i>keine Keime</i>	Anzahl	1	0
	%	100,0%	0,0%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	3	3
	%	50,0%	50,0%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	5	1
	%	83,3%	16,7%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	4	2
	%	66,7%	33,3%

Wenn eine Wundinfektion gezeigt werden konnte, unabhängig davon, welcher Keim identifiziert wurde, zeigten sich in 66,67% (n=6) normale Procalcitonin-Werte. In 33,33% (n=3) konnten normale bis erhöhte Werte nachgewiesen werden.

Um Procalcitonin als einen geeigneten Parameter zu verifizieren, müsste die Fallzahl höher sein. Dafür müsste die Studie über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden.

### 3.3.9. Interleukin-6

Bei 4 der 65 PatientInnen (6%) wurde das Interleukin-6 bestimmt. (siehe Tabelle 14)

Tabelle 14 - Interleukin-6

	Interleukin 6	
	normal	erhöht
<i>keine Keime</i>	0	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	2
<i>Gram negative Bakterien</i>	0	1
<i>Gram positive Bakterien</i>	0	2

Das Interleukin-6 war in allen Gruppen erhöht, auch wenn keine Wundinfektion vorlag. Die Fallzahlen sind zu gering, um eine Aussage zu treffen.

### 3.3.10. Spezifität und Sensitivität

Werden erhöhte Werte während des stationären Aufenthaltes („normal bis erhöht“ und „niedrig bis erhöht“) als pathologisch angesehen und alle PatientInnen, deren Wundabstriche Keime nachwiesen als Erkrankte, so ergibt sich die Sensitivität.

Werden alle PatientInnen, die während des stationären Aufenthaltes nie erhöhte Leukozyten-Werte hatten („niedrig bis normal“ und „normal“) als physiologisch angesehen und alle PatientInnen, deren Wundabstriche keine Keime nachwiesen als Gesunde, so ergibt sich die Spezifität. (siehe Tabelle 15)

Tabelle 15 - Sensitivität und Spezifität

	Sensitivität	alle Kranken	Spezifität	alle Gesunden
<i>Leukozyten</i>	0,54	41	0,63	8
<i>Lymphozyten</i>	0,48	40	0,50	8
<i>Thrombozyten</i>	0,32	41	0,88	8
<i>Erythrozyten</i>	0,27	41	0,88	8
<i>Hämoglobin</i>	0,10	48	1,00	8
<i>CRP</i>	0,56	41	0,63	8
<i>Procalcitonin</i>	0,33	9	1,00	1
<i>Interleukin-6</i>	1,00	3	0,00	1

## 3.4. Klinik

### 3.4.1. Körpertemperatur

Bei 59 PatientInnen (90,8%) wurde mindestens eine Temperaturmessung durchgeführt. Bei 13 PatientInnen (22%) wurden keine erhöhten Werte gemessen. 22 PatientInnen (37,3%) zeigten subfebrile Temperaturen und Fieber konnte in 40,7% (n=24) nachgewiesen werden. (siehe Tabelle 16)

Tabelle 16 - Körpertemperatur

		Temperatur		
		kein Fieber	subfebrile Temperaturen	Fieber
<i>keine Keime</i>	Anzahl	7	5	1
	%	53,8%	38,5%	7,7%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	3	8	14
	%	12,0%	32,0%	56,0%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	2	5	13
	%	10,0%	25,0%	65,0%
<i>Pilze</i>	Anzahl	1	0	2
	%	33,3%	0,0%	66,7%
<i>Viren</i>	Anzahl	0	0	1
	%	0,0%	0,0%	100,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	4	12	16
	%	12,5%	37,5%	50,0%

PatientInnen, die keine Keimbesiedelung auf der Wunde aufwiesen, zeigten in 53,8% (n=7) normale Körpertemperaturen. Nur ein Patient/eine Patientin hatte Fieber.

PatientInnen, die eine Wundinfektion aufwiesen, zeigten in 50% (n=23) Temperaturen über 38,0°C. In 36,96% (n=17) konnten subfebrile Temperaturen gemessen werden. 13,04% (n=6) wiesen normale Körpertemperaturen auf.

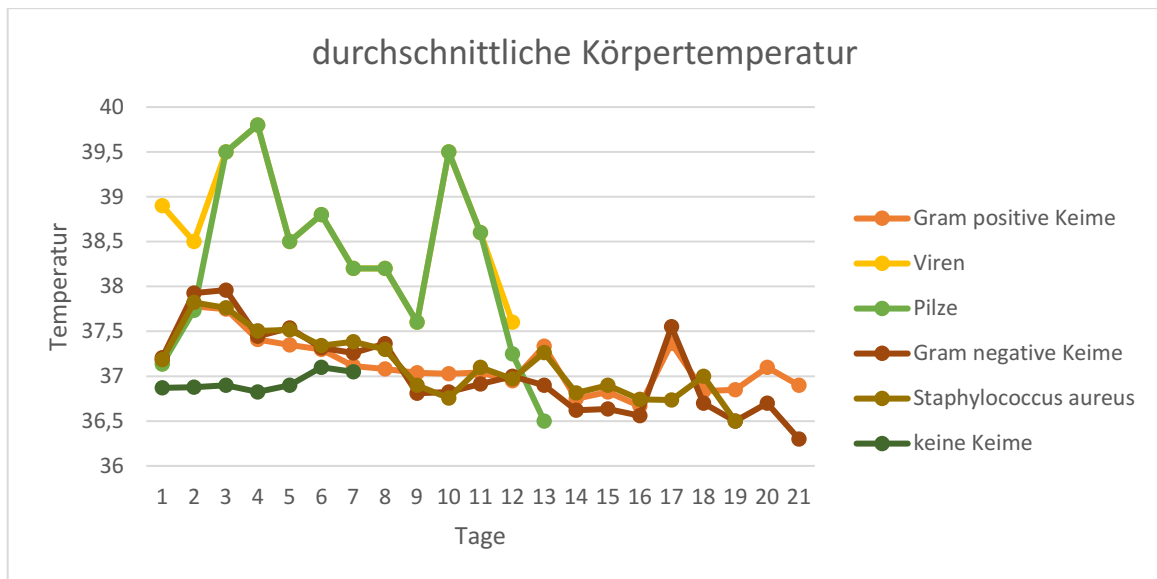


Abbildung 13 - durchschnittliche Körpertemperatur

In Abb. 13 ist die durchschnittliche Temperatur bei unterschiedlichen Infektionen dargestellt. In die Auswertung wurden nur PatientInnen miteinbezogen, bei denen eine Temperaturmessung durchgeführt wurde. PatientInnen, die keine Keime aufwiesen (n=13), zeigten eine durchschnittliche Höchsttemperatur von 37,1°C, welche an Tag 6 auftrat.

PatientInnen, die eine Infektion mit Staphylococcus aureus oder mit anderen Gram positiven Keimen aufwiesen (n=25), zeigten im Mittel eine Höchsttemperatur von 37,8°C, welche an Tag 2 auftrat. Bei Infektionen mit Gram negativen Keimen (n=20), konnte eine mittlere Höchsttemperatur von 38,0°C an Tag 3 nachgewiesen werden.

Zu beachten ist, dass die meisten PatientInnen eine Mischinfektion aufwiesen und keine Infektion mit nur einer Gruppe der genannten Keime.

Nur wenn keine Keime auf der Wunde identifiziert werden konnten, wiesen die PatientInnen in den ersten 5 Tagen im Durchschnitt Temperaturen unter 37,0°C auf.

An Tag 2 konnte ein signifikanter Unterschied (0,001) zwischen den Gruppen „kein Keim“ und „Keim“ gezeigt werden (p=0,05). An den weiteren Tagen konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden. (siehe Tabelle 17)

Tabelle 17 - Signifikanz Körpertemperatur

		absolute Anzahl	Mittelwert	Signifikanz (T-Test)
Temperatur Tag 1	kein Keim	10	36,8700	,277
	Keim	43	37,1442	
Temperatur Tag 2	kein Keim	9	36,8778	,001
	Keim	43	37,7302	
Temperatur Tag 3	kein Keim	6	36,9000	,060
	Keim	34	37,6735	
Temperatur Tag 4	kein Keim	4	36,83	,208
	Keim	27	37,40	
Temperatur Tag 5	kein Keim	3	36,90	,365
	Keim	23	37,38	
Temperatur Tag 6	kein Keim	2	37,1000	,636
	Keim	22	37,3455	
Temperatur Tag 7	kein Keim	2	37,0500	,710
	Keim	21	37,2619	

Werden alle gemessenen Temperaturen der beiden Gruppen verglichen, zeigten sich bei der Gruppe mit Wundinfektion signifikant höhere Werte (0,007), als in der Gruppe ohne Wundinfektion. ( $p=0,05$ ) Mit Wundinfektion wurden durchschnittlich Temperaturen von 37,35°C gemessen. Ohne Wundinfektion lag die durchschnittliche Temperatur bei 36,95°C.

### 3.4.2. Lokale Infektionszeichen

Bei 48 PatientInnen (73,8%) konnten keine lokalen Infektionszeichen gefunden werden. 17 ProbandInnen (26,2%) zeigten lokale Auffälligkeiten, wie beispielsweise schmierige Beläge oder übelriechende Wunden. (siehe Tabelle 18)

Die Infektionszeichen wurden retrospektiv aus den dokumentierten Arztbriefen gesammelt. Die Beurteilung der Wunde ist subjektiv und zum Teil wurden die lokalen Wundverhältnisse nicht ausführlich beschrieben.

Tabelle 18 - lokale Infektionszeichen

lokale Infektionszeichen			
		keine Infektionszeichen	Infektionszeichen
<i>keine Keime</i>	Anzahl	14	2
	%	87,5%	12,5%
<i>Staphylococcus aureus</i>	Anzahl	16	11
	%	59,3%	40,7%
<i>Gram negative Bakterien</i>	Anzahl	12	8
	%	60,0%	40,0%
<i>Pilze</i>	Anzahl	2	1
	%	66,7%	33,3%
<i>Viren</i>	Anzahl	1	0
	%	100,0%	0,0%
<i>Gram positive Bakterien</i>	Anzahl	26	8
	%	76,5%	23,5%

PatientInnen, welche keine Wundinfektion aufwiesen, zeigten in 87,5% (n=14) keine lokalen Infektionszeichen. Die genauen Werte sind in Tabelle 18 aufgelistet.

Werden jene PatientInnen, die keine Keime auf der Wunde zeigten, als gesund angesehen und diejenigen PatientInnen, die Keime auf der Wunde aufwiesen als krank, so ergibt sich eine Sensitivität von 0,35 und eine Spezifität von 0,88.

## 4. Diskussion

---

### 4.1. Limitationen

Die Interpretation der Wundinfektionen mit Pilzen und Viren ist nur eingeschränkt möglich. Ebenso ist die Interpretation einiger Laborparameter aufgrund teilweise zu niedriger Fallzahlen nicht schlüssig möglich (IL-6, Procalcitonin, ...). Um eine bessere Aussage zu ermöglichen, müsste die Studie über einen längeren Zeitraum geführt werden.

Der Unterschied der CRP-Werte an den Tagen 1, 3, 4 und 7 zwischen den PatientInnen mit Wundinfektion und jenen ohne Wundinfektion war deutlich. Die Fallzahlen sind jedoch zu klein um ein signifikantes Ergebnis zu erzielen. Dafür wäre eine Weiterführung der Studie sinnvoll, um mit einer größeren Fallzahl die Tests zu wiederholen.

Für eine genauere Interpretation der Verbandsmaterialien sollten die genauen Zeitpunkte der Verbandsanlage miterhoben werden und mit dem Zeitpunkt des Wundabstrichs verglichen werden. Außerdem erhielten die meisten PatientInnen im Verlauf der Wundheilung mehrere Verbandsmaterialien, was die Interpretation weiter erschwert.

Um das Ergebnis der Lymphozyten besser interpretieren zu können, müssten die neutrophilen Granulozyten miterhoben werden.

### 4.2. Erreger

Die Studie von Kara et al. zeigt, dass eine Infektion der Blutbahn bei einer Verbrennung vor allem durch Gram positiven Bakterien (66,4%) verursacht wird, gefolgt von Gram negativen Bakterien (22,1%) und Pilzen (11,5%). (15) Zwei weitere Studien zeigen den gleichen Trend: Gram positive Bakterien sind Haupterreger von Septikämien durch Brandwunden. (16)(17) Wie erwartet, zeigt auch diese Studie vor allem Keimbesiedelungen mit Gram positiven Keimen (33%)

im speziellen Staphylococcus aureus (26,2%). 60% der Wundabstriche zeigten Gram positive Keime inklusive Staphylococcus aureus, gefolgt von Infektionen mit Gram negativen Keimen (20,4%).

Keine Wundinfektionen konnten am häufigsten bei Verbrennungen dritten Grades beobachtet werden. Die körpereigenen Hautkeime sind die häufigste Ursache für Wundinfektionen. Durch die tiefdermale Verbrennung werden selbst diese Keime (Keime der Haarfollikel und die tief in der Haut liegenden Keime) abgetötet. Dies erklärt, warum keimfreie Wunden häufig bei Verbrennungen dritten Grades zu finden sind. (14) (2)

### 4.3. Antibiotika

Nachdem die Diagnose gestellt und ein Keim identifiziert ist, kann eine gezielte antimikrobielle Therapie gestartet werden. Davor wird häufig eine Therapie mit Breitspektrum Antibiotika begonnen, um nach Erhalt des Erregerspektrums gegebenenfalls auf ein keimspezifisches Antibiotikum umzustellen. (29) Werden Breitspektrum Antibiotika verwendet, so wird die Resistenzentwicklung der Bakterien gefördert. Die Verwendung von keimspezifischen Antibiotika mindert dagegen die Bildung von Resistenzen der Bakterien gegenüber Antibiotika. (36)

La et al. zeigen in ihrer Studie „Antibiotic prophylaxis for preventing burn wound infection“, dass eine prophylaktische antibiotische Therapie bei PatientInnen ohne operative Eingriffe keinen Vorteil in Bezug auf eine Wundinfektion oder eine Sepsis bringt. Eine perioperative Prophylaxe hat ebenso keinen Einfluss. (37)

Eine antibiotische Prophylaxe zeigt wenig Auswirkung, kann aber zu Resistenzentwicklungen der Keime gegen Antibiotika führen. (38)(39)(40)

Im Allgemeinen sollte bei Verbrennungen keine prophylaktische Antibiotikatherapie eingesetzt werden. Zeigt die Wunde jedoch Infektionszeichen, sollte frühzeitig eine antibakterielle Therapie eingeleitet werden, um das Risiko einer schlechten Wundheilung oder einer Ausbreitung der Wundinfektion möglichst gering zu halten. (41)

Rashid et al. empfehlen eine prophylaktische Antibiotikatherapie, um ein TSS zu verhindern. (42) Die Fallzahl ist jedoch zu gering, um ein statistisch signifikantes Ergebnis zu erzielen. Mulgrew et al. wiederum zeigen, dass der Einsatz von prophylaktischen Antibiotika keinen Einfluss auf das Auftreten eines TSS hat. (43)

Diese retrospektive Studie zeigt, dass bei Brandverletzungen häufig keine Antibiotika notwendig sind. In 44,7% wurden keine Antibiotika verwendet. PatientInnen, die das TSS entwickelten, wurden mit Cephalosporinen behandelt. Zusätzlich wurde bei zwei PatientInnen ein Antibiotikum aus der MLS-Gruppe eingesetzt.

Zusammenfassend zeigen die meisten Studien, dass eine prophylaktische Antibiotikatherapie bei Brandverletzungen keinen Vorteil bringt. Finden sich jedoch lokale Infektionszeichen oder verschlechtert sich der Allgemeinzustand der PatientInnen, so sollte frühzeitig mit einer Antibiotikatherapie begonnen werden (s.o.).

#### 4.4. Verbandsmaterial

Die Auswertung der Verbandsmaterialien ergibt in dieser Studie keine deutlichen Ergebnisse. Die nachgewiesenen Keime (s.o.) kommen etwa gleichmäßig verteilt bei allen Verbandsmaterialien vor.

#### 4.5. Labor

Die meisten Laborwerte zeigen keine großen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen („Wundinfektion“ und „keine Wundinfektion“).

##### 4.5.1. Leukozyten

Leukozyten erweisen sich in unserer Studie als nicht aussagekräftig, um auf einen Verdachtskeim oder eine Infektion zu schließen. Die Leukozytenzahlen sind in beiden Gruppen häufig normal oder zumindest einmal erhöht. Dies lässt sich allerdings auch durch den Inflamationsprozess erklären, bei dem Leukozyten in

das geschädigte Gewebe eindringen und vermehrt gebildet werden. (2) Somit sind die Zellen in erhöhter Anzahl im Gewebe, jedoch zeigen sie eine eingeschränkte Funktion. (44)

Die Studie von Murray et al. bestätigt diese Erkenntnis. Weder der WBC noch der Anteil der neutrophilen Granulozyten sind für die Verdachtsdiagnose Blutstrombahninfektion klinisch relevant. (45)

#### 4.5.2. Lymphozyten

Die Lymphozyten zeigen in dieser Studie signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen mit und ohne Wundinfektion. Die Gruppe der PatientInnen, die eine Wundinfektion zeigten, wiesen niedrigere Lymphozytwerte auf, als jene, die keine Wundinfektion hatten. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die neutrophilen Granulozyten bei einer Wundinfektion relativ erhöht sind und dadurch der prozentuelle Anteil der Lymphozyten an der gesamten Leukozytenzahl sinkt. In dieser Studie wurden die neutrophilen Granulozyten jedoch nicht in die Studiendaten aufgenommen.

#### 4.5.3. Thrombozyten, Erythrozyten, Hämoglobin

Sowohl Thrombozyten als auch Erythrozyten und Hämoglobin zeigen keine signifikanten Unterschiede, weshalb sich diese Parameter nicht eignen, um auf eine Infektion zu schließen.

#### 4.5.4. CRP

Das C-reaktive Protein wird im Allgemeinen für die Diagnose einer Infektion und einer Sepsis verwendet. In dieser Studie zeigen die CRP-Werte zwar Unterschiede in den Gruppen mit und ohne Wundinfektion, für einen statistisch signifikanten Unterschied sind die Fallzahlen jedoch zu niedrig. Ab dem 3. Tag können Unterschiede zwischen den Werten ohne und mit Infektion erkannt werden. Eine Studie von Neely et al. (57 ProbandInnen) bestätigt diese Aussage und zeigt, dass das CRP zur Voraussage einer Infektion verwendet werden kann. (46)

#### 4.5.5. Procalcitonin

Der Laborparameter Procalcitonin wurde in dieser Studie nur bei 10 PatientInnen bestimmt. Das Procalcitonin war in allen Gruppen überwiegend normal. Barati et al. zeigen, dass Procalcitonin ein hoch effizienter Marker für eine Infektion bzw.

eine Sepsis ist. Die Studie vergleicht zwischen zwei Gruppen zu je 30 PatientInnen mit und ohne klinische Infektionszeichen. Die meisten ProbandInnen sind älter als 18 Jahre. (47) Bargues et al. finden in ihrer Studie, dass PCT nicht geeignet ist. Die Studie misst das PCT bei 25 PatientInnen. Auch diese sind zum Großteil Erwachsene. (48)

Speziell für Kinder und Jugendliche sind wenige Studien vorhanden. Mit 10 PatientInnen ist die Fallzahl dieser Studie zu gering um eine Aussage zu treffen. Weiterführend kann eine Studie über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, um die Effizienz dieses Parameters zu prüfen.

#### 4.5.6. Interleukin-6

4 bis 6 Stunden nach Aktivierung durch Endotoxine, Immunglobuline oder Phagozyten wird Interleukin-6 von Monozyten und Makrophagen produziert. (49) Mc.Millen et al. führten eine Studie durch, die einen signifikanten Anstieg der Interleukin-6 Werte bei Brandverletzten zeigte. (49)

In der vorliegenden Studie ist die Fallzahl zu gering, um das Signifikanzniveau zu erreichen. Es kann aber eine Differenz zwischen den beiden Mittelwerten erkannt werden. Um eine Aussage zu treffen, müsste die Studie über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, um so eine höhere Fallzahl zu erreichen.

## 4.6. Klinik

### 4.6.1. Körpertemperatur

Die vorliegende Studie zeigt einen statistisch signifikanten Unterschied (0,001) der Körpertemperatur an Tag 2 ( $p=0,05$ ). PatientInnen bei denen kein Keim nachgewiesen werden konnte ( $n=9$ ) zeigten eine mittlere Körpertemperatur von  $36,87^{\circ}\text{C}$ . PatientInnen deren Wundabstriche Keime nachwiesen ( $n=43$ ), zeigten eine mittlere Körpertemperatur von  $37,73^{\circ}\text{C}$ .

Die Studie von Parish et al. „Fever as a predictor of infection in burned children“ zeigt keine signifikanten Ergebnisse und besagt, dass Fieber kein geeigneter Parameter zur Identifikation einer Infektion ist. Als Infektion bezeichnet die Studie

eine Otitis media, eine positive Blutkultur und eine Wundinfektion. (25) Im Unterschied dazu zählt in unserer Studie nur die Wundinfektion als eine Infektion.

Rodgers et al. können in ihrer Studie zeigen, dass anhaltendes Fieber, welches über 48 Stunden persistiert, statistisch signifikant mit dem Vorhandensein einer Infektion korreliert.

Die vorliegende Studie zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Körpertemperatur. (siehe Abb.13) An Tag 2 waren die Unterschiede und die Fallzahl groß genug, um ein statistisch signifikantes Ergebnis zu erzielen.

Insgesamt zeigt unsere Studie, dass bei PatientInnen, die eine Wundinfektion aufwiesen, statistisch signifikant höhere Körpertemperaturen gemessen wurden. Die Körpertemperatur kann als Parameter für die Diagnose einer Wundinfektion herangezogen werden.

#### 4.6.2. Lokale Infektionszeichen

Die Impetiginisierung einer Verbrennungswunde (multifokale superfizielle Abszesse) oder auch das mangelnde Einheilen eines Transplantats weisen auf eine Wundinfektion hin. Häufig tritt auch eine Follikulitis oder eine Cellulitis auf. (2)

Je nachdem welche Erreger die Wundinfektion verursachen, treten verschiedene lokale Infektionszeichen auf. Pilzinfektionen weisen meist Schmerzen und Juckreiz auf. (2) Virale Infektionen können Bläschen, nicht heilende Verbrennungswunden, rote Makulae und flüssigkeitsgefüllte Läsionen verursachen. (50) (2)

In der vorliegenden Studie zeigt sich, dass lokale Infektionszeichen nicht als Marker für eine Infektion herangezogen werden können. In allen Gruppen zeigen sich in mehr als der Hälfte keine Infektionszeichen.

## 5. Literaturverzeichnis

---

1. Austria Statistik. Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2015. 2017.
2. Herndon DN. Total Burn Care. Total Burn Care. 2007.
3. Dokter J, Brusselaers N, Hendriks WDH, Boxma H. ScienceDirect  
Bacteriological cultures on admission of the burn patient : To do or not to do  
, that ' s the question. Burns. 2015;42(2):421–7.
4. Lindberg RB, Moncrief JA, Switzer WE, Order SE, Mills W. The successful  
control of burn wound sepsis. Vol. 5, The Journal of trauma. 1965.
5. Kamolz L-P, Herndon DN. Verbrennungen - Diagnose, Therapie und  
Rehabilitation des thermischen Traumas. 2009. 251 p.
6. Austria Statistik. Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2003. 2005.
7. Van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M. Intensivmedizin. 2014.
8. Kretz F-J, Schäffer J, Terboven T, Springer-Verlag GmbH. Anästhesie,  
Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie.
9. Clusmann H, Heidenreich A, Pallua N, Pape H-C. Chirurgie in 5 Tagen.  
2012.
10. Heimbach D, Engrav L, Grube B, Marvin J. Burn depth: A review. World J  
Surg. 1992;16(1):10–5.
11. Böcker W, Denk H, Heitz PU. Repetitorium Pathologie. Repetitorium  
Pathologie. Elsevier, Urban und Fischer; 2008. 32-48 p.
12. Bloemsma GC, Dokter J, Boxma H, Oen IMM. Mortality and causes of  
death in a burn centre. Burns. 2008;34(8):1103–7.
13. Church D, Elsayed S, Reid O, Winston B, Lindsay R. Burn wound infections.  
Clin Microbiol Rev. 2006;19(2):403–34.
14. Vindenes H, Bjerknes R. Microbial colonization of large wounds. Burns.  
1995;21(8):575–9.

15. Kara A, Du M, Bayram N, Sorguc Y. ScienceDirect Burn-associated bloodstream infections in pediatric burn patients : Time distribution of etiologic agents. 2017;43:144–8.
16. Gang RK, Sanyal SC, Bang RL, Mokaddas E, Lari AR. Staphylococcal septicemia in burns. *Burns*. 2000;26(4):359–66.
17. Fekih Hassen A, Ben Khalifa S, Daiki M. Epidemiological and bacteriological profiles in children with burns. *Burns*. 2014;40(5):1040–5.
18. Nakhla LS, Sanders R. Microbiological aspects of burns at mount vernon hospital, UK. *Burns*. 1991;17(4):309–12.
19. Donati L, Scamazzo F, Gervasoni M, Magliano A, Stankov B, Fraschini F. Infection and antibiotic therapy in 4000 burned patients treated in Milan, Italy, between 1976 and 1988. *Burns*. 1993;19(4):345–8.
20. Lesseva MI, Hadjiiski OG. Staphylococcal infections in the Sofia Burn Centre, Bulgaria. *Burns*. 1996;22(4):279–82.
21. Young AE, Thornton KL. Toxic shock syndrome in burns: Diagnosis and management. *Arch Dis Child Educ Pract Ed*. 2007;92(4).
22. Blomqvist L. Toxic shock syndrome after burn injuries in children. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1997;31(1):77–81.
23. Vergeront JM, Stolz SJ, Crass BA, Nelson DB, Davis JP, Bergdoll MS. Prevalence of serum antibody to staphylococcal enterotoxin F among Wisconsin residents: Implications for toxic-shock syndrome. *J Infect Dis*. 1983;148(4):692–8.
24. Bacha EA, Sheridan RL, Donohue GA, Tompkins RG. Staphylococcal toxic shock syndrome in a paediatric burn unit. *Burns*. 1994;20(6):499–502.
25. Parish RA, Novack AH, Heimbach DM, Engrav LR. Fever as a predictor of infection in burned children. *J Trauma*. 1987;27(1):69–71.
26. Wilmore DW et al. Influence of the burn wound on local and systemic responses to injury. 1977.
27. Zawacki BE, Spitzer KW, Mason AD, Johns LA. Does increased evaporative

- water loss cause hypermetabolism in burned patients? *Ann Surg.* 1970;171(2):236–40.
28. Greenhalgh DG, Saffle JR, Holmes JH, Gamelli RL, Palmieri TL, Horton JW, et al. American Burn Association Consensus Conference to Define Sepsis and Infection in Burns. *J Burn Care Res.* 2007;28(6):776–90.
  29. Davies A, Spickett-jones F, Brock P, Coy K, Young A. ScienceDirect Variations in guideline use and practice relating to diagnosis and management of infection in paediatric burns services in England and Wales : A national survey. *Burns.* 2016;43(1):215–22.
  30. Klassen HJ. A historical review of the use of silver in the treatment of burns. *Burns.* 2000;26\_\_ :117–30.
  31. Norman G, Christie J, Liu Z, Westby MJ, Jefferies JM, Hudson T, et al. Antiseptics for burns. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2017(7).
  32. Uhlig C, Rapp M, Hartmann B, Hierlemann H, Planck H, Dittel KK. Suprathel®-An innovative, resorbable skin substitute for the treatment of burn victims. *Burns.* 2007;33(2):221–9.
  33. White R. The benefits of honey in wound management. 2005;57–64.
  34. Johnson DW. Randomized, Controlled Trial of Topical Exit-Site Application of Honey (Medihoney) versus Mupirocin for the Prevention of Catheter-Associated Infections in Hemodialysis Patients. *J Am Soc Nephrol.* 2005;16(5):1456–62.
  35. White R, Morris C. dressing with Safetac technology. 2009;18(1).
  36. Llor C, Bjerrum L. Antimicrobial resistance: risk associated with antibiotic overuse and initiatives to reduce the problem. *Ther Adv Drug Saf.* 2014;5(6):229–41.
  37. La B, M RF, Solà I, X BC. Antibiotic prophylaxis for preventing burn wound infection ( Review ). 2013;(6).
  38. Chahed J, Hidouri S, Ksia A, Selmi W, Sahnoun L, Krichene I, et al. Burns injury in children: Is antibiotic prophylaxis recommended? *African J Paediatr*

- Surg. 2014;11(4):323.
39. Hanberger H, Nilsson LE, Brorson JE, Claesson B, Fritz H, Ripa T, et al. High frequency of antibiotic resistance among Gram-negative isolates in intensive care units at 10 Swedish hospitals. *Clin Microbiol Infect.* 1997;3(2):208–15.
  40. Peck MD, Weber J, McManus A, Sheridan R, Heimbach D. Surveillance of burn wound infections: A proposal for definitions. *J Burn Care Rehabil.* 1998;19(5):386–9.
  41. Ravat F, Le-Floch R, Vinsonneau C, Ainaud P, Bertin-Maghit M, Carsin H, et al. Antibiotics and the burn patient. Vol. 37, *Burns.* 2011. p. 16–26.
  42. Rashid A, Brown AP, Khan K. On the use of prophylactic antibiotics in prevention of toxic shock syndrome. *Burns.* 2005;31(8):981–5.
  43. Mulgrew S, Khoo A, Cartwright R, Reynolds N. Morbidity in pediatric burns, toxic shock syndrome, and antibiotic prophylaxis: A retrospective comparative study. *Ann Plast Surg.* 2014;72(1):34–7.
  44. Alexander JW, Meakins JL. A physiological basis for the development of opportunistic infections in man. *Ann Surg.* 1972 Sep;176(3):273–87.
  45. Mann-Salinas EA, Baun MM, Meininger JC, Murray CK, Aden JK, Wolf SE, et al. Novel Predictors of Sepsis Outperform the American Burn Association Sepsis Criteria in the Burn Intensive Care Unit Patient. *J Burn Care Res.* 2013;34(1):31–43.
  46. Neely AN, Smith WL, Warden GD. Efficacy of a Rise in C-Reactive Protein Serum Levels as an Early Indicator of Sepsis in Burned Children. *J Burn Care Rehabil.* 1998 Mar;19(2):102–5.
  47. Barati M, Alinejad F, Bahar MA, Tabrisi MS, Shamshiri AR, Bodouhi N ol lahe, et al. Comparison of WBC, ESR, CRP and PCT serum levels in septic and non-septic burn cases. *Burns.* 2008;34(6):770–4.
  48. Barges L, Chancerelle Y, Catoire J, Jault P, Carsin H. Evaluation of serum procalcitonin concentration in the ICU following severe burn. *Burns.* 2007;33(7):860–4.

49. McMillen MA, Huribal M, Cunningham ME, Bala RJ, Pleban WE, D'Aiuto ML. Endothelin-1, interleukin-6, and interleukin-8 levels increase in patients with burns. *J Burn Care Rehabil.* 1996;17(5):384–9.
50. Kealey GP, Bale JF, Strauss RG, Massanari RM. Cytomegalovirus infection in burn patients. *J Burn Care Rehabil.* 8(6):543–5.