

Salzburger Wundtage 2023 -

Hygiene und die chronische Wunde - State of the art -  
Update - Mikrobiologie-  
und Antiseptik

WIFI - Salzburg, 21.04.2023

Priv. Doz. Dr Markus Hell



**P**ARACELSUS  
MEDIZINISCHE PRIVATUNIVERSITÄT

Doz. M. Hell M



# AGENDA

- 1. Biofilm/Mikrobiom der chron. Wunde
- 2. Mikrobiologische Diagnostik
- 3. Wund-infekt-klassifikation
  - (Infektkontinuum und Scores ( TILI u. W.A.R)
- 4. Therapie : Antiseptisch/Antimikrobiell

# Kontamination - Kolonisation - Infektion der Wunde

- **Kontamination**

- Keime sind vorhanden

Transiente Flora !

- **Kolonisation**

- Keime sind vorhanden und vermehren sich, es erfolgt jedoch keine (klinisch bedeutsame) immunologische Wirtsreaktion

Residente + Transiente Flora +  
Potentielle Pathogene = Biofilm =  
Wundmikrobiom

- **Infektion**

- Keime vermehren sich, es erfolgt (massive) immunologische Wirtsreaktion (Wundinfektion)

1-2 Pathogene setzen  
sich durch -  
vermehren sich  
massiv !

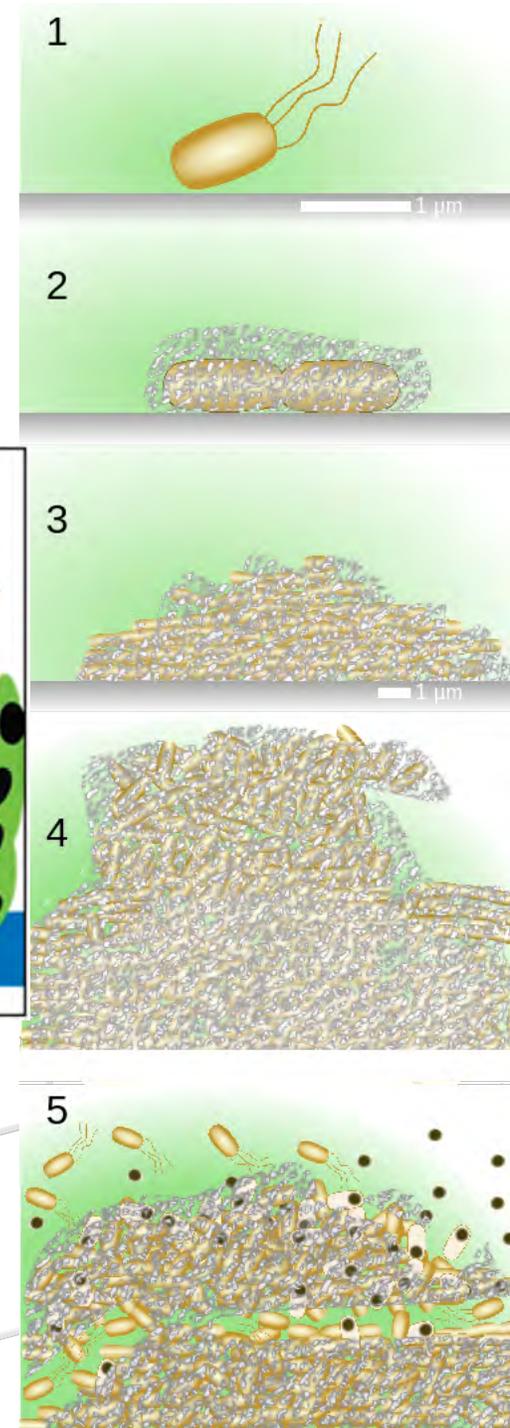
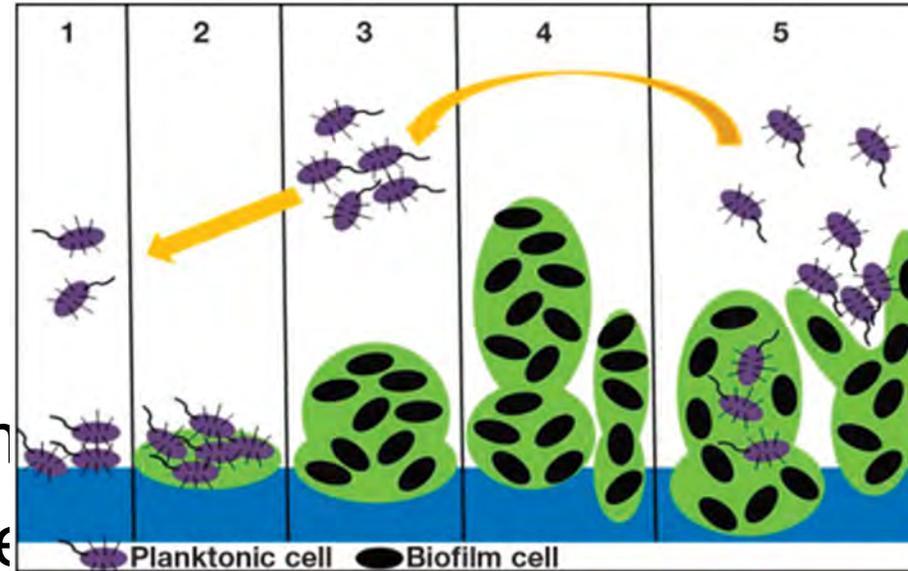
# Indikation zur Antibakteriellen Therapie

• Kontamination        Prophylaxe  
• Kolonisation

• Infektion        Therapie

# 1. BIOFILM: Entwicklungs-zyklus

- 1: Erstbesiedlung einer Fläche durch eine (begeißelte) Bakterien-Zelle.
- 2. Beginn der Biofilmbildung durch Zelladhäsion.
- 3. Exponentielles Wachstum.
- 4. Nährstoffmangel im Zentrum
- 5. Phase der Auswanderung der planktonischen Bakterien.



Welche  
Bakterien? - ”  
Wundleitkeime”?

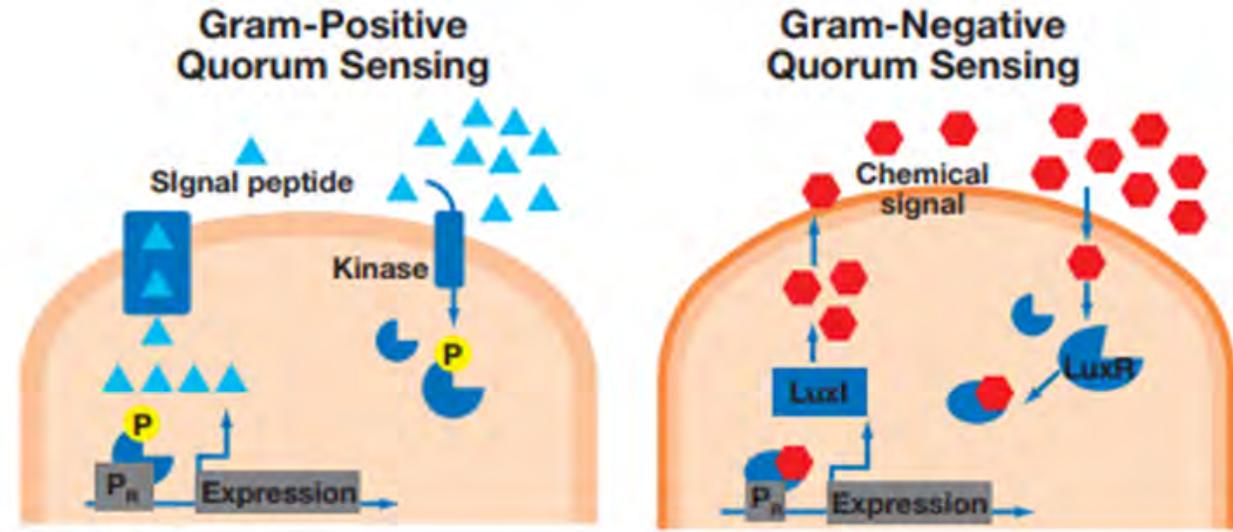


Figure 2

Gram-positive and Gram-negative quorum-sensing systems.

- Staph. aureus / epidermidis - Escherichia coli
- Enterokokken - Pseudomonas aeruginosa

# Bakterien- Interaktion - Eisen - Micro-environment

- *E. faecalis* inhibits *P. aeruginosa* growth within biofilms when iron is restricted.
- The lowered environmental pH and L-lactate-mediated chelation of iron ultimately contribute to *P. aeruginosa* growth inhibition by *E. faecalis* under iron-restricted conditions.
- The possibility of manipulating the microenvironment to antagonize specific bacterial species within biofilm



RESEARCH ARTICLE



7

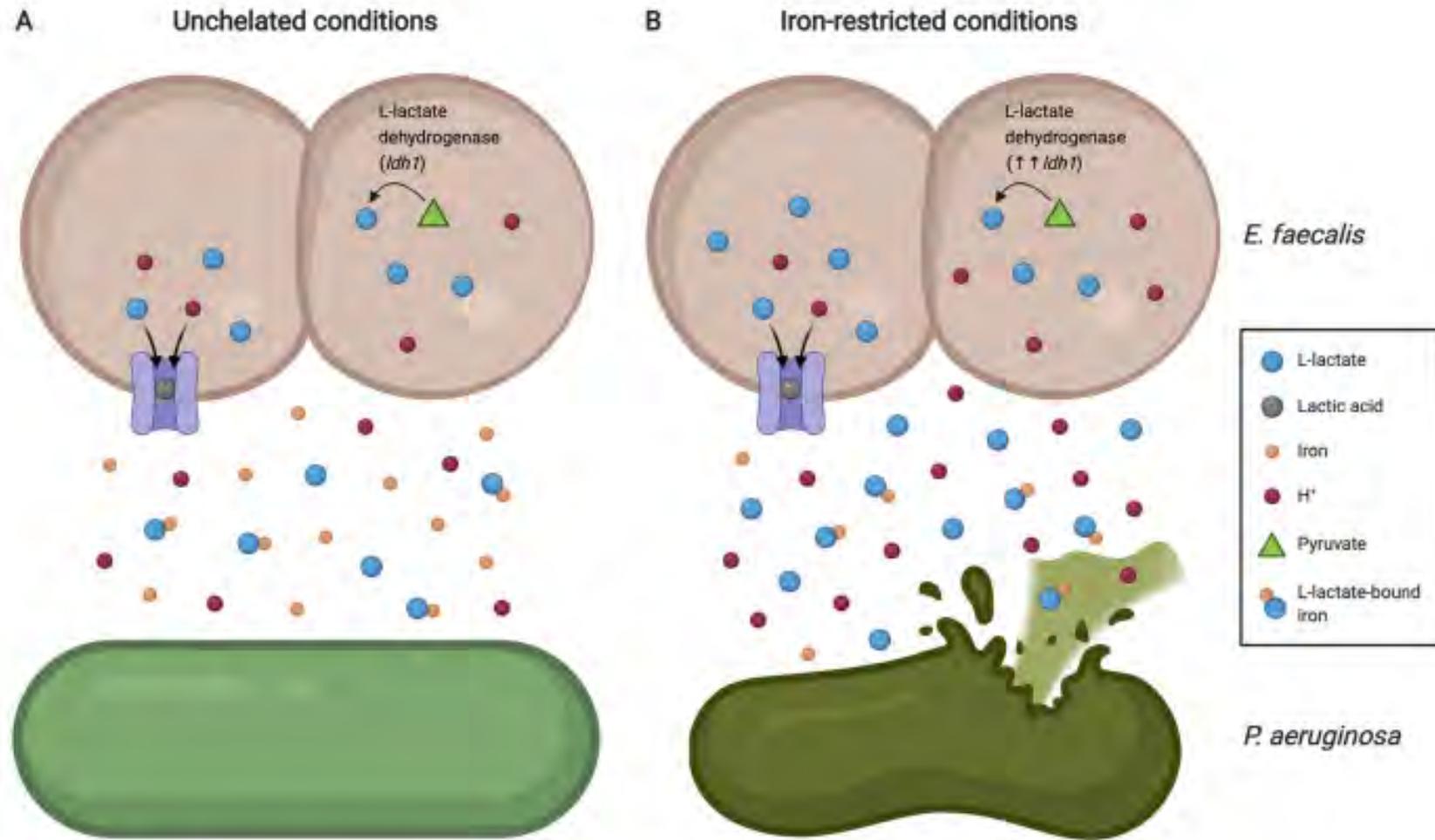
## *Enterococcus faecalis* Antagonizes *Pseudomonas aeruginosa* Growth in Mixed-Species Interactions

✉ Casandra Ai Zhu Tan,<sup>a</sup> ✉ Ling Ning Lam,<sup>b</sup> Goran Biukovic,<sup>c</sup> Eliza Ye-Chen Soh,<sup>a</sup> Xiao Wei Toh,<sup>a</sup> ✉ José A. Lemos,<sup>b</sup>  
✉ Kimberly A. Kline<sup>a,c\*</sup>

<sup>a</sup>Singapore Centre for Environmental Life Sciences Engineering, Nanyang Technological University, Singapore

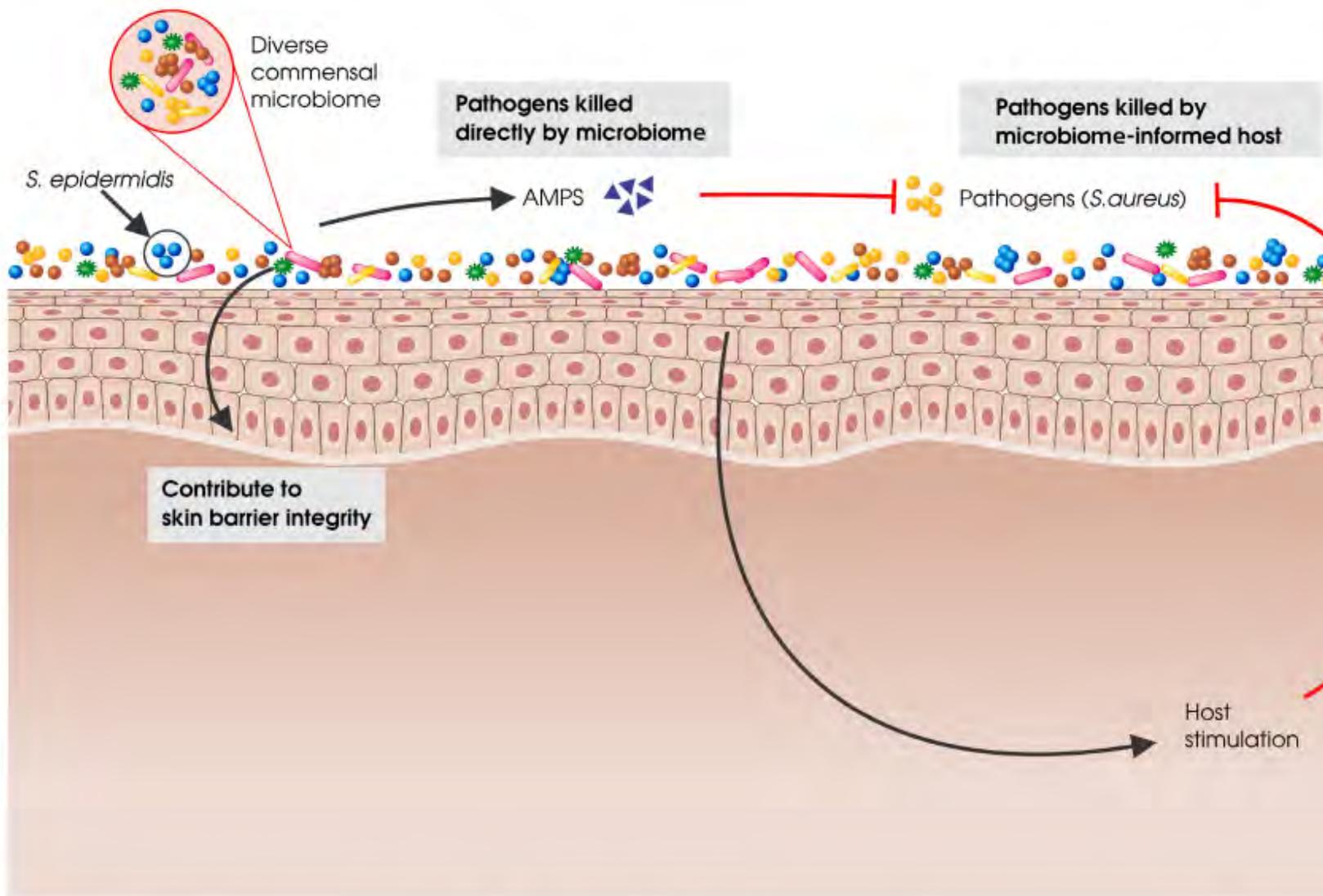
<sup>b</sup>Department of Oral Biology, University of Florida College of Dentistry, Gainesville, Florida, USA

<sup>c</sup>School of Biological Sciences, Nanyang Technological University, Singapore



**E. Faecalis  
antagonisiert  
Pseud. aerug. !**

**FIG 4** Proposed working model of *E. faecalis* and *P. aeruginosa* *in vitro* polymicrobial interactions. Interactions between *E. faecalis* and *P. aeruginosa* under unchelated (A) and iron-restricted (B) conditions. (A) In unchelated conditions, L-lactate produced in *E. faecalis* is exported with hydrogen ions via a symporter (purple) as lactic acid, which is then deprotonated in the environment into L-lactate and hydrogen ions (H<sup>+</sup>). This L-lactate then chelates iron in the environment. (B) In iron-restricted conditions, *E. faecalis* *ldh1* expression is upregulated. Consequently, as *E. faecalis* grows, L-lactate production and lactic acid secretion increase. This further chelates iron under iron-restricted conditions and lowers the environmental pH to a point at which *P. aeruginosa* cannot grow. The figure was created with BioRender.com.

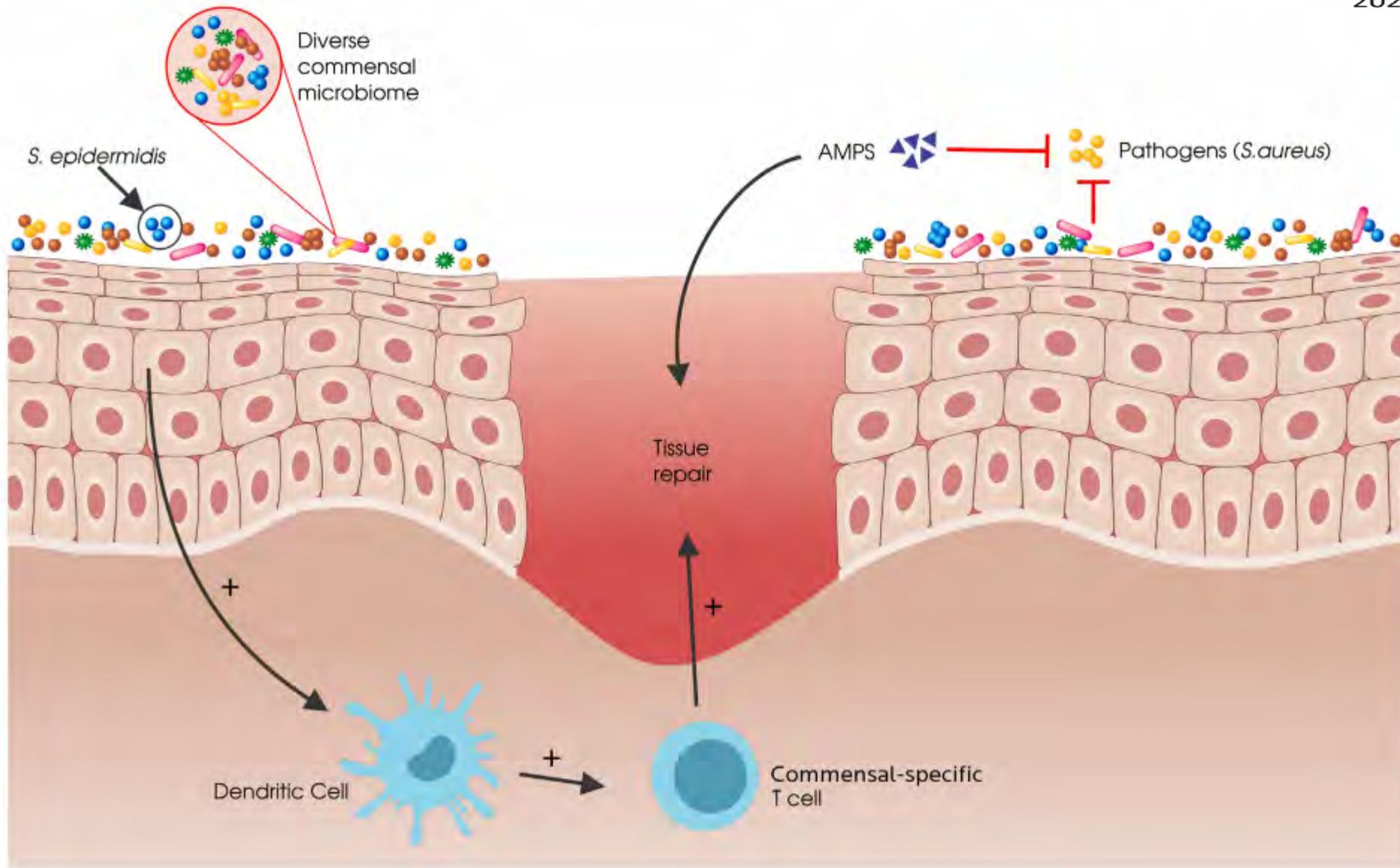


# Dual role of microbiome in wound healing

J Eur Acad Dermatol Venereol. 2023;37(Suppl. 3):7-15

**FIGURE 2** Normal skin with its microbiome. The surface of the skin is colonized by a diverse microbial community. Commensals as *S. epidermidis* play a role in the maintenance of skin barrier integrity by assisting in the production of ceramides and in the protection against pathogen colonization and invasion by directly killing pathogenic bacteria or by stimulating a host response. For example, *S. epidermidis* stimulates the host immune response by activating immune cells and promoting the production of antimicrobial peptides (AMPs) by keratinocytes.

# Mikrobiom und Wunde



**Lactobacillus plantarum:**  
Bacteriocine die Staph.aureus und andere GramPos. Blockieren !

**FIGURE 3** Microbiome in wound healing. Upon injury, commensal bacteria help prevent pathogen invasion by producing antimicrobial peptides and inducing a host response which accelerates wound closure. For instance, *S. epidermidis* promotes wound healing by limiting inflammation and by inducing commensal-specific T cells responses that promote tissue repair.

## 2. Mikrobiologische Diagnostik - Abstrich - Biopsie?

**Tab. 2** Empfehlungen der Initiative Chronische Wunden e. V. zur praktischen Durchführung der bakteriologischen Wunddiagnostik. (Schwarzkopf und Dissemond [5])

Bakteriologischer Abstrich <i>ohne</i> vorherige Wundsäuberung	Nachweis/Ausschluss multiresistenter Erreger (Screening)
Bakteriologischer Abstrich <i>mit</i> vorheriger Wundsäuberung	Auffinden kausaler Erreger bei klinisch relevanter Wundinfektion
	Besiedlung/Infektion mit Hefepilzen
Biopsie für die Erregerdiagnostik	Wundinfektion bei tieferen Wunden, diabetischem Fußulkus
	Fistelgewebe, wenn kein Fistelinhalt gewonnen werden kann
	Vermutete Erreger: Mykobakterien, Leishmanien, Aktinomyzeten, Nocardien, Schimmelpilze
	Wundinfektion ohne Erregernachweis im Abstrich

## MRE-Screening

Erfassung  
Möglichst des  
gesamtem  
Keimspektrums:

Abstrich in  
Essener  
Kreiseltechnik  
Ohne  
Wundsäuberung  
!



**Abb. 1** ▲ Bakteriologischer Abstrich entsprechend der Essener Kreisel-Technik. Die Abstrichentnahme erfolgt unter leichtem Druck von außen nach innen kreisend, um ein möglichst großes Areal der Wunde zu erfassen. (Schwarzkopf und Dissemond [5])



**Abb. 2** ▲ Bakteriologischer Wundabstrich entsprechend der Levine-Technik. Die Abstrichentnahme erfolgt unter leichtem Druck aus einem ca. 1 cm<sup>2</sup> großen, klinisch infiziert erscheinenden Areal der Wunde. (Schwarzkopf und Dissemond [5])

Abstrich zur  
gezielten  
**Infekt-  
diagnostik**  
Nach Levine !

Nach  
vorangehender  
Wundreinigung!

# Beide Abstrich-techniken im Ergebnis bei 66-jährigen Pat. US -Ulcus links

Material  
Abnahmedatum  
Abnahmezeit

Abstrich Ulcus US links    SCREENING !!!  
14.09.22  
--

**Abstrich**  
Kultur aerob

1: reichlich *Staphylococcus aureus*  
2: mäßig *Pseudomonas aeruginosa*  
3: reichlich *Enterococcus faecalis*  
4: reichlich *Anaerococcus vaginalis*  
5: reichlich *Peptoniphilus* sp.

Kultur anaerob

**Abstrich vom 10.10.2022 : Levine- Technik !**  
Kultur aerob

1: reichlich *Staphylococcus aureus*  
2: reichlich *Pseudomonas aeruginosa*  
3: reichlich *Proteus mirabilis*

Kultur anaerob

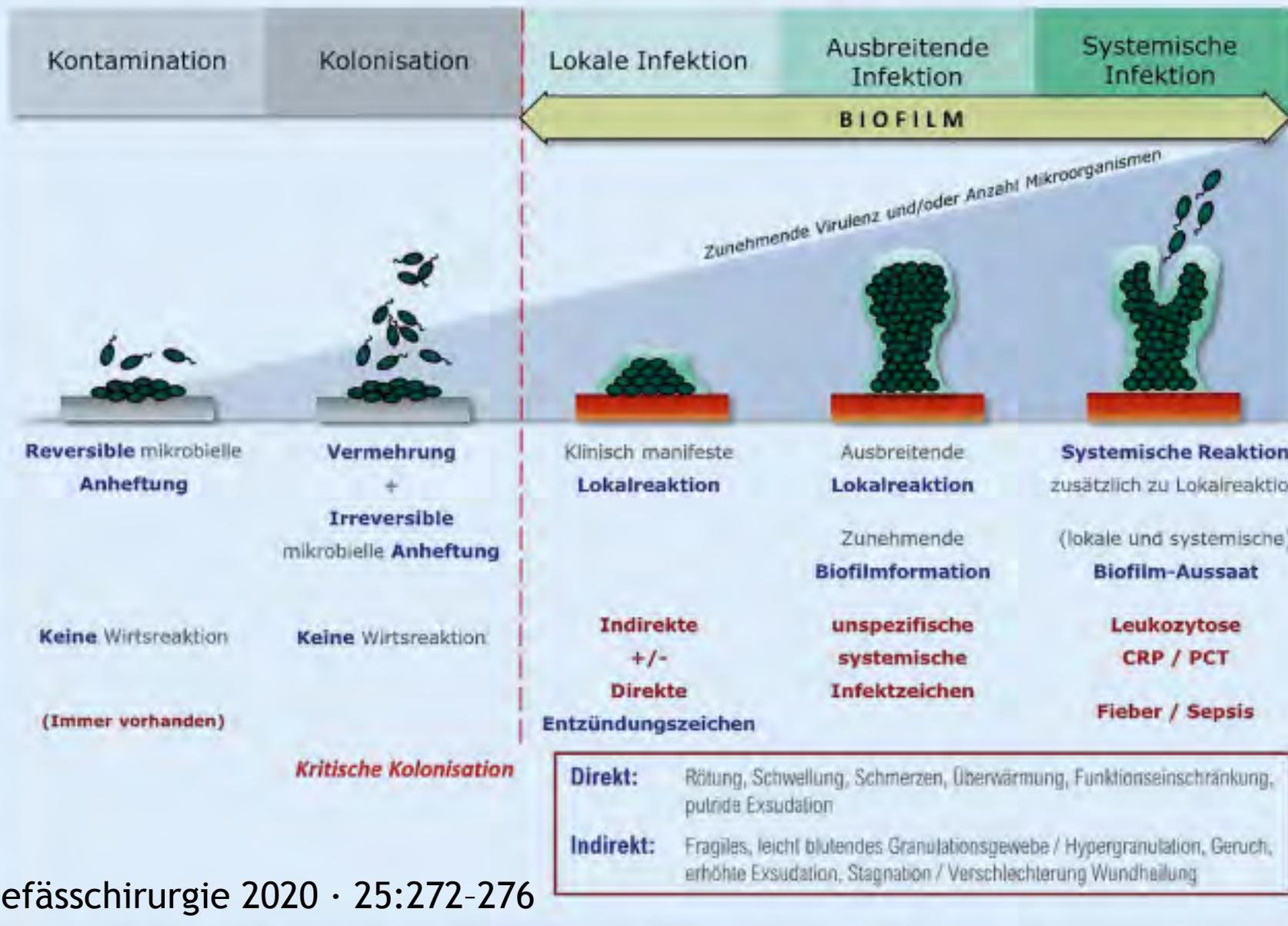
kein Wachstum

# 3. Wund-infekt-klassifikation

- (Infektkontinuum und Scores ( TILI u. W.A.R)

**Tab. 3** Stadien des Infektionskontinuums. (Modifiziert nach Kramer et al. [9])

<b>Terminus</b>	<b>Merkmale</b>
Kontamination	Mikroorganismen haben sich an die Wundoberfläche angelagert, vermehren sich jedoch nicht
Kolonisation	Mikroorganismen vermehren sich in der Wunde, es ist aber keine klinisch relevante Wirtsreaktion erkennbar
Kritische Kolonisation	Mikroorganismen vermehren sich in der Wunde ohne typische klinische Infektionszeichen. Es kommt aber u. a. zu stagnierender Wundheilung, pathologischer Granulation und Exsudationszunahme
Lokale Infektion	Immunologische Wirtsreaktion mit typischen klinischen Infektionszeichen (s. TILI-Score)
Systemische Infektion	Zu den lokalen Entzündungsreaktionszeichen kommen noch systemische immunologische Wirtsreaktionen wie z. B. Leukozytose, Anstieg des C-reaktiven Proteins und Fieber



Gefässchirurgie 2020 · 25:272-276

**Abb. 1** ▲ Wundinfektionskontinuum (adaptiert nach International Wound Infection Institute (IWII) [5]). Zunehmende mikrobielle Belastung und daraus resultierende lokale und systemische Manifestationen. Der rote Kasten zeigt die bekannten direkten sowie spezifische indirekte Zeichen der lokalen Wundinfektion. CRP C-reaktives Protein, PCT Procalcitonin

Lokale Wundinfektion ohne Hinweis auf systemische Infektion.

5 der 6 unspezifischen Punkte des TILI-Score liegen vor:

1. chirurgisches Débridement PLUS
2. Antiseptische Wundtherapie

## TILI-score

**Tab. 4** Therapeutischer Index für Lokale Infektionen für die Diagnostik lokaler Wundinfektionen. (Dissemond et al. [15])

Keine direkte Indikation	Direkte Indikation
Periläsionales Erythem	Nachweis potenziell pathogener Mikroorganismen <sup>b</sup>
Überwärmung	Chirurgische septische Wunde
Ödem, Verhärtung oder Schwellung	Freier Eiter
Spontaner Schmerz oder Druckschmerz <sup>a</sup>	
Stagnation der Wundheilung	
Anstieg und/oder Änderung der Farbe oder des Geruchs des Exsudats	

<sup>a</sup>Vorsicht bei Patienten mit Polyneuropathie oder bei Einnahme von Schmerzmitteln

<sup>b</sup>Dies kann in verschiedenen Ländern und Institutionen sehr unterschiedlich sein. Ein Beispiel ist der Nachweis von multiresistenten Bakterien wie Methicillin-resistentem *Staphylococcus aureus* (MRSA)



# Wound AT Risk- score

Z Gerontol Geriat 2023 · 56:48–52

**Tab. 5** W.A.R.-Score für die Einschätzung des Infektionsrisikos. (Dissemond et al. [16])

<i>1 Risikopunkt</i>
Erworbene immunsuppressive Erkrankung, z. B. Diabetes mellitus
Erworbener Immundefekt durch medikamentöse Therapie wie Ciclosporin, Methotrexat, Glukokortikoide, Antikörper
Erkrankungen mit soliden Tumoren
Hämatologische Systemerkrankung
Postchirurgische Wundheilungsstörung, welche zu (ungeplanter) Sekundärheilung führt
Durch Lokalisation besonders keimbelastete Wunden, z. B. Perineum, Genitale
Problematische hygienische Bedingungen durch soziales oder berufliches Umfeld, z. B. Landwirte, Lkw-Fahrer
Lebensalter $\geq 80$ Jahre
Geringeres Lebensalter des Patienten, z. B. Frühgeborene, Babys, Kleinkinder
Bestehensdauer der Wunde $> 1$ Jahr
Wundgröße $\geq 10 \text{ cm}^2$
Chronische Wunden aller Kausalitäten mit einer Tiefe $> 1,5 \text{ cm}$
Stationärer Langzeitaufenthalt des Patienten $> 3$ Wochen
<i>2 Risikopunkte</i>
Schwere erworbene Immundefekte, z. B. HIV-Infektion
Stark verschmutzte Akutwunden
Biss-, Stich- und Schusswunden zwischen 1,5 und 3,5 cm Tiefe
<i>3 Risikopunkte</i>
Verbrennungswunden mit Beteiligung $> 15 \%$ der Körperoberfläche
Wunden, welche eine direkte Verbindung zu Organen oder Funktionsstrukturen aufweisen, z. B. auch Gelenke bzw. körperfremdes Material enthalten
Schwerste, angeborene Immundefekte wie beispielsweise Agammaglobulinämie, schwere kombinierte Immundefekte (SCID)
Biss-, Stich- und Schusswunden $> 3,5 \text{ cm}$ Tiefe
Bei einem Gesamtwert $\geq 3$ im W.A.R.-Score wird eine antimikrobielle Wundbehandlung empfohlen



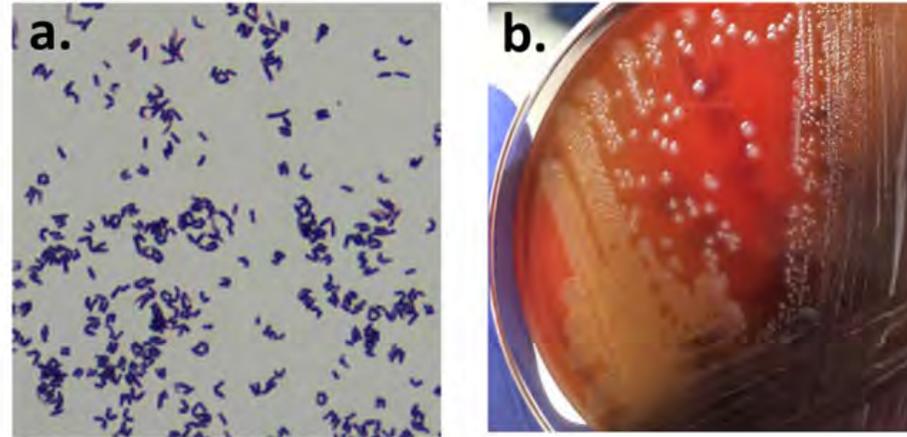
Quizfrage -  
Welche  
Sonderform  
der  
chronischen  
Wunde ?

# Fall: 46-jähriger Obdachloser mit chronischer Wunde am Unterarm mit chron. Hep.C



**FIG 1** Wound on the dorsal left forearm.

The Brief Case: Nontoxicogenic *Corynebacterium diphtheriae* in a Nonhealing Wound  
Olivia Kates et al.  
December 2020 Volume 58 Issue - Journal of Clinical Microbiology



**FIG 2** Gram stain and culture of the purified *Corynebacterium diphtheriae* isolate. (a) Gram stain revealed club-shaped Gram-positive rods, typical of *Corynebacterium* species. (b) Purified isolate producing a narrow zone of beta-hemolysis on sheep blood agar.

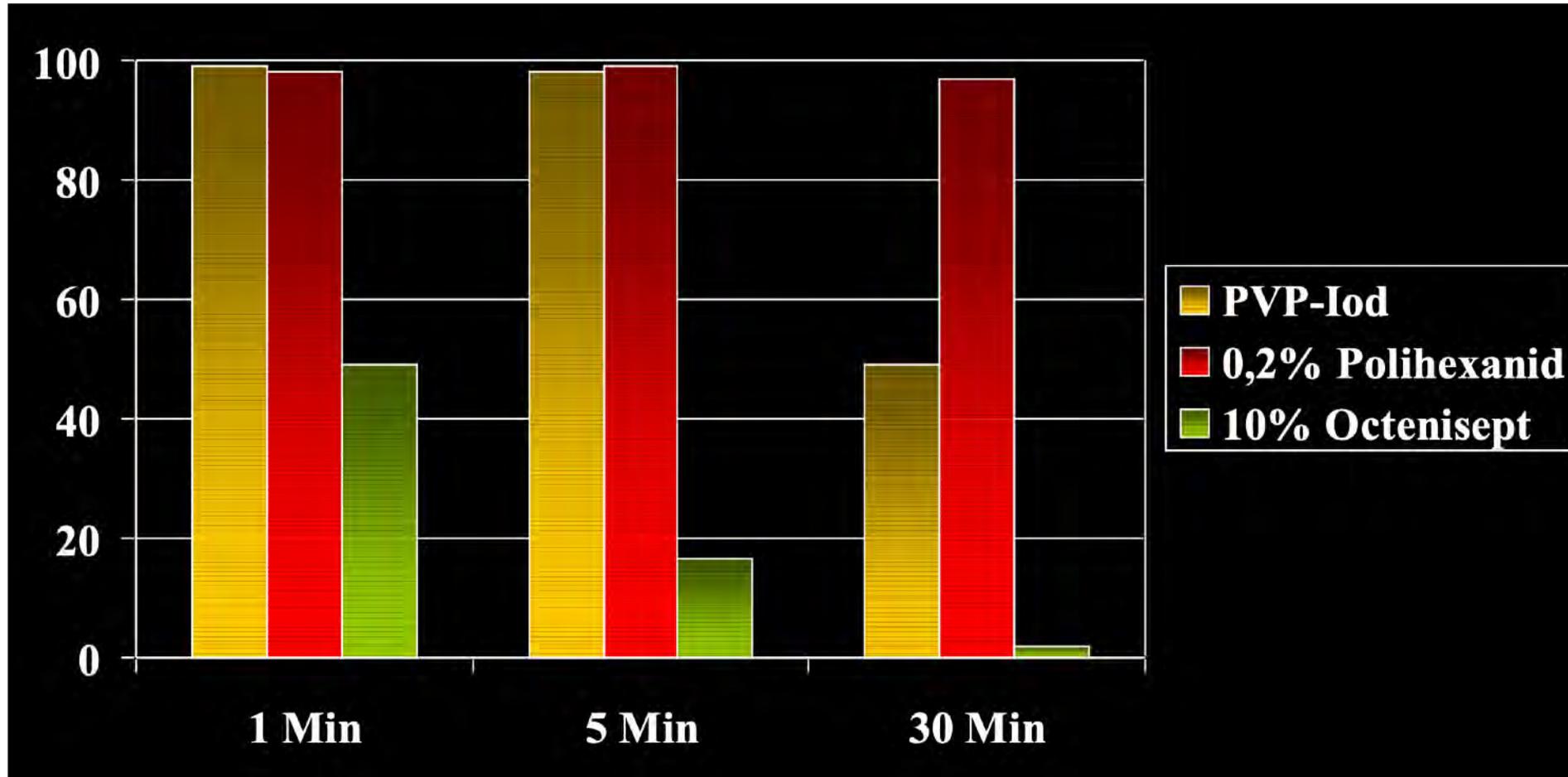
Previous superficial swabs of the wound bed :  
MRSA + Streptococcus pyogenes + „diphtheroids“

4. Therapie :  
Antiseptisch/  
Antimikrobiell

<b>Tab. 6</b> MOIST-Konzept der Lokalthherapie chronischer Wunden. (Dissemond et al. [18])	
M	„Moisture balance“ = Exsudatmanagement
O	„Oxygen balance“ = Sauerstoffbalance
I	„Infection control“ = Infektionskontrolle
S	„Support“ = Unterstützung des Heilungsprozesses
T	„Tissue management“ = Gewebemanagement



# Gewebeverträglichkeit / Zytotoxizität



Kontrolle: Ringer-Lactat Spüllösung

# Mikrobizide Wirkung

	Gr+	Gr-	Pilze	Protozoen	Sporen	Viren
PVP-Iod	+	+	+	+	+/-	+
Polihexanid	+	+	+	+	-	?
Octenidin	+	+	+	-	-	-

# Kurzzeit-Antiseptik

- Sichere mikrobizide Wirkung ( $10^5$  lg)
- Rascher Wirkungseintritt (3-5 Minuten)
- Objektive und subjektive Verträglichkeit
  
- Voraussetzung:
  - Saubere Wunde (frei von Belägen und Schorfen)
  - Akzeptable arterielle Perfusion (DI mind.  $> 0,5$ )
  - Dauer so lange wie Infektionszeichen (2-6 Tage)

# Langzeit-Antiseptik

- Ziel:
  - Unterbrechung von „Kolonisation - Infektion - Rekolonisation - Reinfektion“
- Entscheidend: Beseitigung lokaler und systemischer Wundheilungshemmer
  - Mangelzustände (Vit C, Zink, ...)
  - Durchblutungsstörung
  - Grundkrankheit (DM Einstellung)
  - Wundschorf und Nekrosenentfernung
  - Soziale Komponente

# Sinnvolle Wundantiseptika

**Kurzzeit-Antiseptik**

**PVP-Iod**

**Octenidin 0,1%**

**Hypochlorit: NaOCl/  
HOCl**

**Langzeit-Antiseptik**

**Polihexanid**

**[Taurolidin]**

**Octenidin 0,05%**

# Polihexanid - Polyhexamethylenbiguanid (PHMB)

- Langsamer Wirkungseintritt (0,04% nach 5-20´)
- Nicht viruzid und sporozid
- Knorpeltoxizität
- KI in ersten 4 SSM
  
- Exzellente Gewebeverträglichkeit
- Anwendung unter semiokklusiven und okklusiven Abdeckungen möglich

# Eigenschaften von PVP-I und OCT

- **PVP-Iod**

- Wirkungseintritt 30 Sekunden
- Praktisch keine Proteinbelastung (besonders *S. aureus*)
- Keine Wirkungslücken
- Gute Gewebeverträglichkeit

- **Octenidin-dihydrochlorid**

- Wirkungseintritt 30 Sekunden - 1 Minute
- Praktisch keine Proteinbelastung
- Lücke bei Protozoen, Bakteriensporen
- Eingeschränkte Gewebeverträglichkeit

# Einschränkungen für PVP-I und OCT

- **PVP-Iod**

- Manifeste Hyperthyreose
- Dematitis herpetiformis During
- Überempfindlichkeit gegenüber Iod
- Vor und nach Radio-iodtherapie

- **Octenidin-dihydrochlorid**

- KI Anwendung in Bauchhöhle, Harnblase und Trommelfell
- Unverträglichkeit gegen Bestandteil

# „NEU“ - NaOCl/HOCl:

- Mittel der ersten Wahl zur ein-oder mehrmaligen antiseptischen Reinigung verschmutzter traumatischer Wunden
- Zur wiederholten antiseptischen Reinigung chronischer Wunden bis zum Abschluss der Reinigungsphase
- Geeignet bei tiefen Verletzungen in Kombination mit Vac-Instill.



**Tab. 7** Aktuelle Expertenempfehlungen für den differenzierten Einsatz einer antiseptische Wundtherapie. (Kramer et al. [ 5 ])

Indikation	Antiseptischer Wirkstoff	
	1. Wahl	2. Wahl
Kritisch kolonisierte und infektionsgefährdete Wunden	PHMB	NaOCl/HOCl, Hypochlorit, Silber, OCT/PE
Verbrennungswunden	PHMB	NaOCl/HOCl
Biss-, Stich-, Schusswunden	PVP-Jod	OCT/PE
MRE-kolonisierte oder -infizierte Wunden	OCT/PE	OCT, PHMB, Silber
Dekontamination akuter und chronischer Wunden	NaOCl/HOCl, PHMB, Octenidin	OCT/PE
Peritonealspülung	NaOCl/HOCl	–
Risiko der Exposition des ZNS	NaOCl/HOCl	–
Wunden mit fehlender Abflussmöglichkeit	NaOCl/HOCl	–

*PHMB* Polihexanid, *NaOCl* Natriumhypochlorit, *HOCl* hypochlorige Säure, *OCT/PE* Octenidin/Phenoxyethanol, *PVP* Polyvinylpyrrolidon, *MRE* multiresistente Erreger

# Fazit für die Praxis: 8 Punkte:

## ANTISEPTIKA - INDIKATIONEN

1. zur Behandlung kritisch kolonisierter und infizierter chronischer Wunden
2. zur Infektionsprävention bei akuten Wunden mit Infektionsgefährdung ( beispielsweise Biss- und Verbrennungswunden ) oder
3. zur Dekolonisation von mit MRE kolonisierten Wunden.

## DIE AKTUELL 4 wichtigsten Antiseptika:

- 4 . **PHMB** :für kritisch kolonisierte und für infizierte chronische Wunden einschließlich Verbrennungswunden.
- **5. PVP-I in Kombination mit Alkohol** Für Biss-, Stich- und Schussverletzungen ist Mittel der 1. Wahl (PHMB zur Behandlung kontaminierter akuter Wunden PVP-I überlegen )
- 6. **OCT/PE** : Zur Dekolonisation von mit MRE kolonisierten oder infizierten Wunden
- 7 . **NaOCl/HOCl** : Zur Peritoneallavage oder Spülung anderer Körperhöhlen ohne Drainagemöglichkeit sowie bei zu erwartender Exposition des ZNS ist Mittel der

8. ZUKUNFT: Lokale und system. Probiotische  
Therapien

Und (Bakterio)-Phagentherapie !!!

Sehr geehrte Damen und Herren,

es ist uns eine Freude, Sie endlich wieder zum 26. DOSCH Symposium nach Velden am Wörthersee vom 08. – 10. Mai 2023 einladen zu dürfen.

Das DOSCH-Symposium mit dem Themenschwerpunkt „HYGIENE WIRKT!“ dient traditionell Experten und Interessierten an Forschung und Entwicklung in der Krankenhaushygiene zum „Networking“ und zur Diskussion in einem familiären Rahmen. Ein besonderes Anliegen ist der ebenbürtige Dialog zwischen Theorie und Praxis.

Auch 2023 erwartet Sie wieder ein abwechslungsreiches Programm mit den Tagungsschwerpunkten:

- Gesundheitssystem-assoziierte Infektionen
- Multi-resistente Erreger, Problemkeime und emerging pathogens
- Infektionsprävention und Ausbruchmanagement
- Hygiene bei Neu-, Zu- und Umbauten und Infrastruktur von Gesundheitseinrichtungen
- Antiseptic stewardship
- Hygienesicherheit von Medizinprodukten

[markus.hell@medilab.at](mailto:markus.hell@medilab.at)

# Herzlichen Dank



**P**ARACELSUS  
MEDIZINISCHE PRIVATUNIVERSITÄT

Doz. M. Hell Medilab - PMU

PROGRAMM

## 26. DOSCH-Symposium

HYGIENE UND INFEKTIONEN IN EINRICHTUNGEN DES  
GESUNDHEITSWESENS  
„HYGIENE WIRKT!“



08. BIS 10. MAI 2023  
VELDEN / KÄRNTEN  
KONGRESSZENTRUM  
CASINEUM VELDEN

ÖSTERR. GESELLSCHAFT FÜR HYGIENE, MIKROBIOLOGIE UND PRÄVENTIVMEDIZIN  
c/o MAW, 1010 WIEN, FREYUNG 6  
[www.oeghmp.at](http://www.oeghmp.at)

