

***Ryszard Marciniak***



***Rana zakażona  
-postępowanie  
miejscowe i ogólne***

*Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej  
i Onkologii Gastroenterologicznej  
UM im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu  
/kierownik: prof.dr hab. M.Drews/*

# *Milowe kamienie chirurgii*

- ❑ znieczulenie
- ❑ aseptyka i antyseptyka
- ❑ antybiotyki
- ❑ rozwój fizjologii/patofizjologii
- ❑ nowe technologie
- ❑ EBM



# „The discovery of antibiotics became a great milestone in the history of medicine”

Alexander Fleming (1881-1955)



## Historia antybiotyków

- 1928 r. Fleming obserwuje hamowanie wzrostu bakterii przez pleśń *Penicillium*
- 1938 r. Florey i Chain izolują czynnik hamujący – penicylinę
- 1945 r. trzech naukowcy otrzymują Nagrodę Nobla za odkrycie i wprowadzenie penicyliny do leczenia

### Czy antybiotyki istniały od zawsze?

Antybiotyki są wytwarzane przez istniejące od wielu milionów lat bakterie i grzyby. Substancje te stanowią dla nich ważną broń w walce o przetrwanie, która nieustannie toczy się w świecie natury. Wpływ pleśni na szybsze gojenie ran obserwowali już przed wiekami nasi przodkowie. Jednak dopiero w 1928 r. Sir Aleksander Fleming przypisał hamowanie wzrostu bakterii przez grzyby pleśniowe substancji przez nie wydzielanej – penicylinie.

Fleming pragnął, by penicylina stała się lekiem zwalczającym skutecznie choroby powodowane przez bakterie, np. zapalenie płuc, które stanowiły poważny problem ludzkości.

Po ponad 10 latach od odkrycia penicyliny dwaj naukowcy, Ernst B. Chain i Howard W. Florey, wyizolowali tę substancję w czystej chemicznie postaci. Od tej pory cały świat zainteresował się antybiotykoterapią, a penicylina udowodniła swoją skuteczność na frontach II Wojny Światowej. Ze względu na wielkie znaczenie odkrycia penicyliny trzej wybitni naukowcy zostali uhonorowani Nagrodą Nobla w 1945 r.

**Antybiotyki są uznawane za najważniejszy wynalazek medycyny XX wieku.**

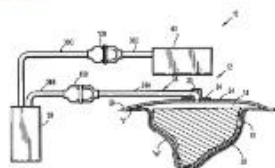
<http://digital.nls.uk/scientics>



# Terapia podciśnieniowa

## Historia NPWT

Terapia podciśnieniowa ran u chorych z powikłaniami chirurgicznymi



- 1908 – W. Meyer, W. Schmieden, V. Biers – Praca pt Hyperemic Treatment
- 1971 – patent niemieckiej firmy Atmos opisujący urządzenie zapewniające ujemne ciśnienie i drenaż rany
- 1976 – P. Svedman – dostępne komercyjnie urządzenie do NPWT z opatrunkiem gąbkowym (Svedman Wound Treatment System)
- Lata 80. szereg publikacji min. w Związku Radzieckim
- 1989 – publikacja M. Chariker i K. Jeter
- 1999 – w USA metoda leczenia refundowana przez Medicare

1993 - 1994

Open Fracture  
Fasciotomy  
Deep Soft Tissue Defect

1995 - 1996

Acute Osteitis  
Chronic Osteitis  
Pressure Sore

1997 - 1998

Mesh-Graft Fixation  
Vacuum Instillation Therapy

1999 - 2000

Entero-cutaneous Fistula Degloving Injuries Lymphocutaneous Fistula Flap Donor Site Defect Venomous Bite Injury	Dorsal Spondylodiscitis Infection Deep Sternal Wound Infection Wound Defects Face & Skull Hidradenitis Suppurativa V. saphena Donor-Site Complication	Amputation Wound Fournier Gangrene Exposed Tendon Diabetes Foot Syndrome TKA Wound Dehiscence
---	---	---

2001-2002

Abdominoplasty WD Open Trauma Abdomen Covering Exposed Bone Early Infection THA Nonvenomous Bite Injury	Defects after Musculoskeletal Sarcoma Resection Covering Exposed Orthopaedic Hardware Vascular Bypass Site Infection Rectal Anastomotic Leakage Salvage of Mesh after Ventral Hernia Repair	Open Abdomen Integra Fixation Giant Omphalocele
---	---	---

2003-2004

Necrotizing Fasciitis (NF) Intrapleural Bronchus SI Open Abdomen in Neonates & Toddler Intensified Local Radiation Treatment Gynecologic Oncology WD	Renal Transplantation WD Prelaminating of Flaps Vaginal Construction Cervicofacial or Neck NF Paget's Disease	Sinus Pilonidalis Abdominal WD Ablatio Oculi Ulcus Cruris Burn injury
--	---	---

2005-2006

Intraoral application Abd. Compartment Syndrome Wound Defects Neck Wounds Soft Tissue Defect in Neonates Incisional Wound Prevention Palliation (Malignant Wound)	Perineal Oncology WD Open Abdomen in Pregnancy Penoscrotal Elephantiasis Pyoderma Gangrenosum Vesicocutaneous Fistula Tuberculous Abscess	Chest Wall Defect Pleural Empyema Peristomal WD Gastroschisis Penile Wound War Wounds
--	--	--

2007-2008

Descending Necrotizing Mediastinitis Pacemaker Pocket Infection Necrotising Pancreatitis Salvage of Free Flap	Pediatric Post-Sternotomy Mediastinitis Oro-/Pharyngocutaneous Fistula Intrathoracic GE Anastomotic Leakage Tissue Engineering	Frostbite
--	---	-----------

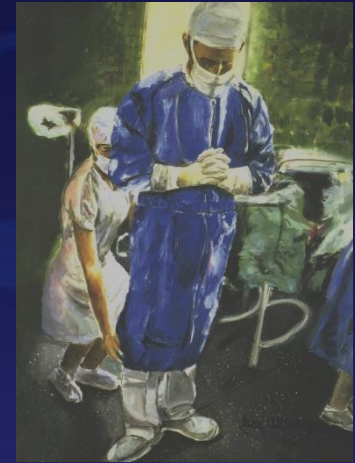
2009-2010

Auricular Reconstruction Primary Lymphedema Bronchopleural Fistula Urinary Fistula	Maxillofacial Reconstruction
---	------------------------------

2011-2012

Laryngectomy Wound Dehiscence  
Vacuum Instillation Therapy with Computer-Controlled Fluid Delivery  
Preventive Use of Negative Pressure Wound Therapy

# Ryzyko zakażenia



czynniki  
ryzyka

liczba bakterii x wirulencja

---

odporność zakażonego  
organizmu

czynniki  
protekcyjne

# Zakażenia skóry i tkanek miękkich

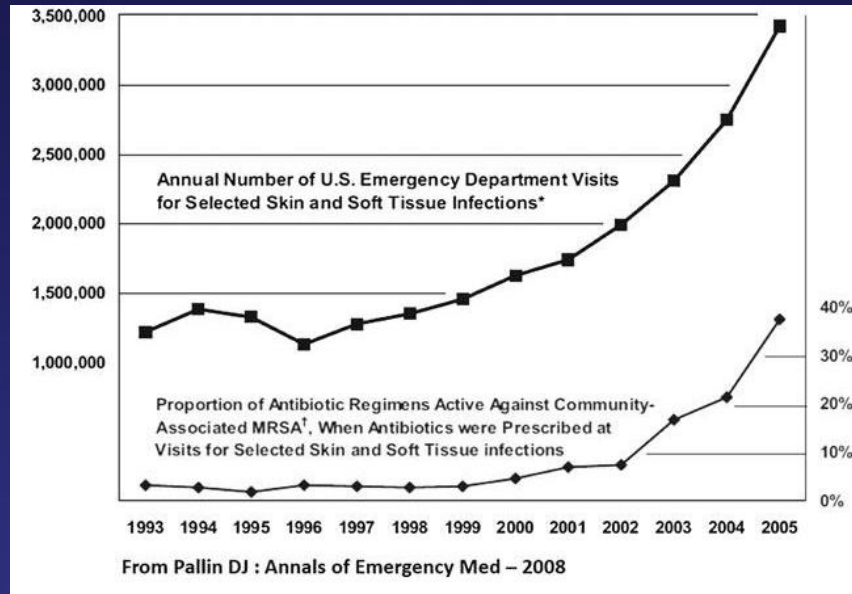


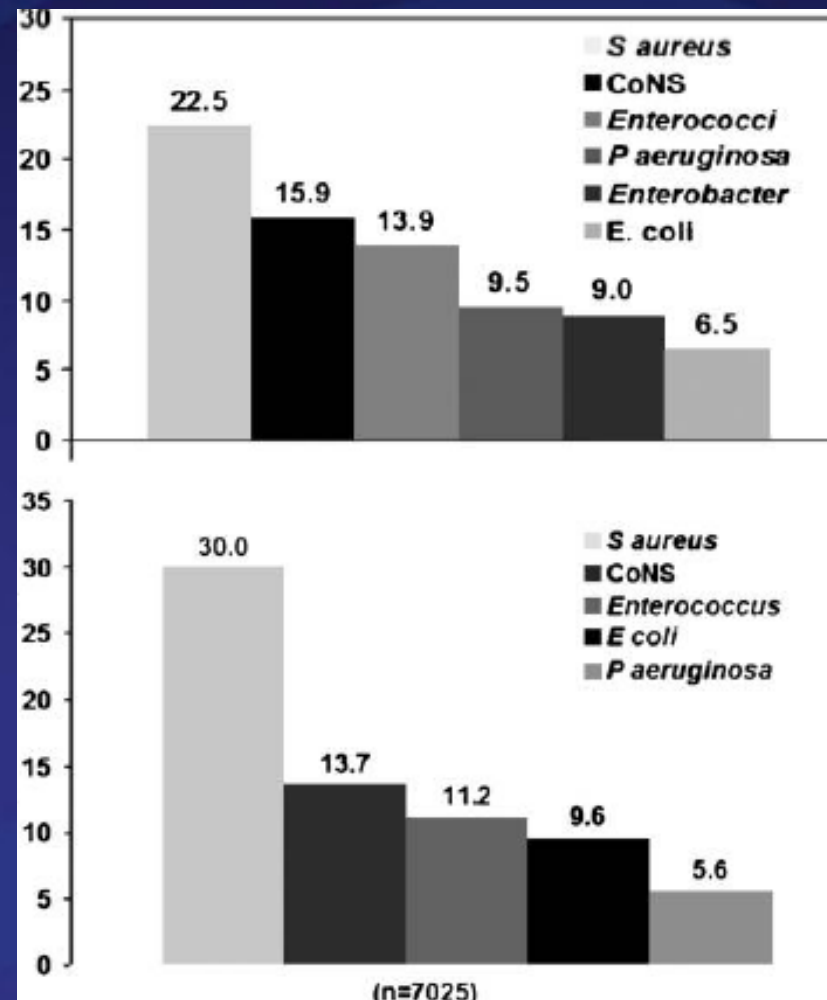
TABLE 3. RANK ORDER OF BACTERIAL PATHOGENS PRODUCING SKIN AND SOFT TISSUE INFECTIONS IN NORTH AMERICA, 1998–2004

Rank	Pathogen	No. of isolates (% of total)
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	2,602 (44.6)
2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	648 (11.1)
3	<i>Enterococcus</i> spp.	542 ( 9.3)
4	<i>Escherichia coli</i>	422 ( 7.2)
5	<i>Enterobacter</i> spp.	282 ( 4.8)
6	<i>Klebsiella</i> spp.	248 ( 4.2)
7	$\beta$ -hemolytic <i>Streptococcus</i>	237 ( 4.1)
8	<i>Proteus mirabilis</i>	166 ( 2.8)
9	Coagulase-negative <i>Staphylococcus</i>	161 ( 2.8)
10	<i>Serratia</i> spp.	125 ( 2.1)

# Czynniki etiologiczne ZMO

Dane amerykańskie  
1986-2003 vs 2006-2007

Operations	Likely Pathogens <sup>†</sup>
Placement of all grafts, prostheses, or implants	<i>Staphylococcus aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci
Cardiac	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci
Neurosurgery	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci
Breast	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci
Ophthalmic	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci; streptococci; gram-negative bacilli
Limited data; however, commonly used in procedures such as anterior segment resection, vitrectomy, and scleral buckles	
Orthopedic	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci; gram-negative bacilli
Total joint replacement	
Closed fractures/use of nails, bone plates, other internal fixation devices	
Functional repair without implant/device	
Trauma	
Noncardiac thoracic	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci; <i>Streptococcus pneumoniae</i> ; gram-negative bacilli
Thoracic (lobectomy, pneumonectomy, wedge resection, other noncardiac mediastinal procedures)	
Closed tube thoracostomy	
Vascular	<i>S. aureus</i> ; coagulase-negative staphylococci
Appendectomy	Gram-negative bacilli; anaerobes
Biliary tract	Gram-negative bacilli; anaerobes
Colorectal	Gram-negative bacilli; anaerobes
Gastroduodenal	Gram-negative bacilli; streptococci; oropharyngeal anaerobes (e.g., peptostreptococci)
Head and neck (major procedures with incision through oropharyngeal mucosa)	<i>S. aureus</i> ; streptococci; oropharyngeal anaerobes (e.g., peptostreptococci)
Obstetric and gynecologic	Gram-negative bacilli; enterococci; group B streptococci; anaerobes
Urologic	Gram-negative bacilli
May not be beneficial if urine is sterile	



Mangram A.J. et al.: Infect. Control and Hospital Epidemiology 1999; 20,4

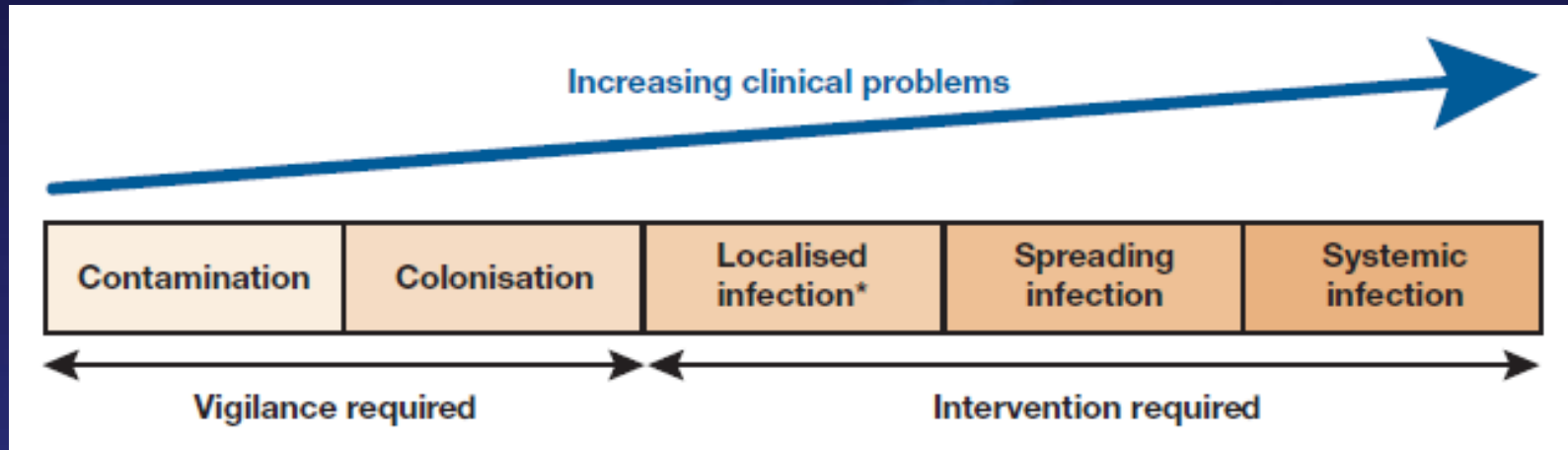
Napolitano L.M.: Surgical Infections 2010; 11, 111-123

# *Stan mikrobiologiczny*

- ❑ kolonizacja: obecność bakterii przy nikłej odpowiedzi i braku zaburzenia gojenia
- ❑ kolonizacja krytyczna: wysoka liczba bakterii, objawy i dolegliwości, opóźnienie gojenia
- ❑ infekcja: wysoka liczba bakterii-pogorszenie stanu ogólnego, opóźnienie gojenia, dolegliwości, nasilona odpowiedź organizmu



# Bakteria-gospodarz



**Table 2** Overview of the wound infection continuum

Contamination	Bacteria do not multiply or cause clinical problems
Colonisation	Bacteria multiply but wound tissues are not damaged
Critical colonisation/localised infection	Bacteria multiply to the extent that healing is impaired & wound tissues damaged May also mean that biofilm communities are present in the wound bed
Spreading infection	Bacteria spread from wound, causing problems in nearby healthy tissue (cellulitis and erythema)
Systemic infection	Bacteria spread from wound, causing infection throughout the body (systemic inflammatory response, sepsis and organ dysfunction)

# Klasyfikacja ran zagrożonych zakażeniem

## Wounds at risk -skala W.A.R.

Tabela 1. Klasyfikacja ran zagrożonych ryzykiem infekcji: skala W.A.R. [11].

Klasa ryzyka	Przykłady	Punkty W.A.R.
I	<p>Nabyte choroby immunosupresyjne (np. cukrzyca)</p> <p>Upośledzenia immunologiczne nabyte na skutek terapii (np. cyklosporynami, metotreksatem, glikokortykoidami lub przeciwciałami)</p> <p>Nowotwór lity</p> <p>Uogólnione zaburzenia hematologiczne</p> <p>Zaburzenia w gojeniu rany pooperacyjnej skutkujące (nieplanowanym) gojeniem wtórnym</p> <p>Rany potencjalnie ciężko skontaminowane (odbytu, genitaliów)</p> <p>Problemy higieniczne związane ze środowiskiem zawodowo-bytowym</p> <p>Wiek powyżej 80 lat</p> <p>Rana niegojąca się dłużej niż rok</p> <p>Rozmiar rany przekraczający 10 cm<sup>2</sup></p> <p>Rany przewlekłe (niezależnie od etiologii) o głębokości &gt;1,5 cm</p> <p>Przedłużenie hospitalizacji &gt;3 tygodni</p>	<p>Każdy z wymienionych czynników ryzyka to 1 punkt ryzyka (punkty mogą być sumowane, jeśli czynników jest więcej niż jeden)</p>
II	<p>Ciężkie nabyte upośledzenie odporności (np. infekcja wirusem HIV)</p> <p>Ciężko skontaminowane rany ostre</p> <p>Ukąszenia, rany klute, postrzelenia o głębokości 1,5–3,5 cm</p>	<p>Każdy z wymienionych czynników ryzyka to 1 punkt ryzyka (punkty mogą być sumowane, jeśli czynników jest więcej niż jeden)</p>
III	<p>Oparzenia obejmujące &gt;15% powierzchni ciała</p> <p>Rany pozostające w bezpośrednim kontakcie z organami lub strukturami funkcyjnymi organizmu (np. stawami) oraz rany zawierające ciało obce</p> <p>Ciężkie wrodzone upośledzenia odporności, takie jak agammaglobulinemia</p> <p>Ukąszenia, rany klute oraz postrzelenia głębsze niż 3,5 cm</p>	<p>Każdy z wymienionych czynników ryzyka to 1 punkt ryzyka (punkty mogą być sumowane, jeśli czynników jest więcej niż jeden)</p>

# Czynniki ryzyka zakażenia ran

**Tabela 1. Czynniki ryzyka zakażenia ran**

Rany szczególnie zagrożone zakażeniem

**ryzyko zakażenia zwiększone wskutek czynników immunologicznych lub endogennych**

- wrodzone niedobory immunologiczne
- nabyte niedobory immunologiczne
- stosowanie leków immunosupresyjnych
- cukrzyca
- młody wiek ( wcześniaki, niemowlęta i starsze dzieci)
- rany oparzeniowe
- nieodpowiednia dieta

**ryzyko zakażenia zwiększone wskutek czynników nieimmunologicznych lub egzogennych**

- rany istotnie skażone (postrzelenia, pokąsania, rany urazowe)
- obecność ciał obcych w ranie
- patogenność i zjadliwość drobnoustrojów obecnych w ranie
- obficie skolonizowane rany leczone chirurgicznie
- umiejscowienie rany (np. w okolicy odbytu)
- młody wiek ( wcześniaki, niemowlęta i starsze dzieci)
- ryzyko środowiskowe (związane z miejscem zamieszkania, rodzajem/charakterem wykonywanej pracy oraz stylem życia)

**BOX 1 | Wound characteristics that may increase the risk of infection**

**Acute wounds**

- Contaminated surgery
- Long operative procedure
- Trauma with delayed treatment
- Necrotic tissue or foreign body\*

**Chronic wounds**

- Necrotic tissue or foreign body\*
- Prolonged duration
- Large in size and/or deep
- Anatomically situated near a site of potential contamination, eg anal area

\*Particularly in the presence of hypoxia

# Co nowego w diagnostyce i leczeniu?

- ❑ biofilm
- ❑ NPWT
- ❑ miejscowe środki przeciwdrobnoustrojowe /srebro, opatrunki/
- ❑ rozwój badań molekularnych /diagnostyka-  
leczenie/

Basic	Abnormalities and corrections		Complex
Necrotic tissue	Biofilms	Corrupt matrix	Cellular burden
Oedema	Necrotic tissue and exudate (necrotic burden)	Fibrin, trapped growth factors	Phenotypic changes in wound cells
Infection		MMPs	
Haemodynamics			
↓	↓	↓	↓
Debridement	Slow-release antiseptics	Matrix materials	Cell chemotherapy
Antibiotics	Dressings	Fibrinolysis	Bioengineered skin
Surgery	Enzymes	Growth factors	cell therapy
	Maintenance debridement	MMP inhibitors	Stem cells
		Gene therapy	

Copyright V Falanga 2001 (16). MMPs, matrix metalloproteinases.

Leaper D.J. et al.: Int.Wound J.2014,9, suppl.2, 1-19

Schultz G.S. et al.: Intern.Wound J. 2004,1,1,19-32

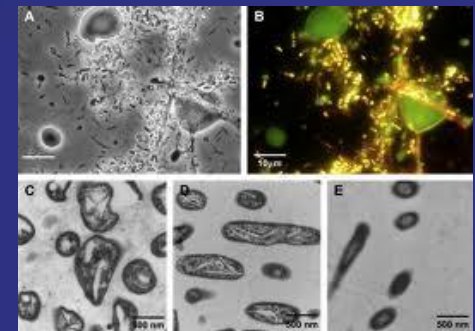


# Biofilm

- ❑ zdefiniowano w 1977
- ❑ struktura drobnoustrojów przylegających do powierzchni
- ❑ usieciowane przestrzennie polimery
- ❑ macierz zewnątrzkomórkowa
- ❑ duża oporność na środki p-drobnoustrojowe
- ❑ zdolność bakterii do przetrwania

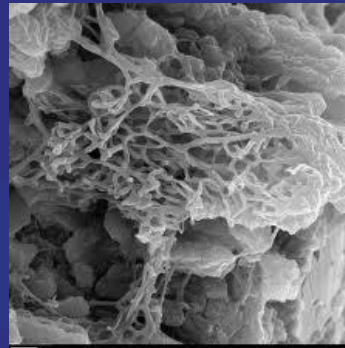
Sciencedirect.com

Junka A et al.: Zakażenia 2012,4,40



# Biofilm

- wzrost drobnoustrojów w postaci biofilmu prawie zawsze prowadzi do wyraźnego zmniejszenia wrażliwości na stosowane chemioterapeutyki
- wykrycie biofilmu *in vivo* jednoznacznie wskazuje na celowość całkowitego usunięcia implantu



Reśliński A. et al.: Chirurgia Pol.2008,10,181

Różalska et al.: Zakażenia 2010,1,13

Schippers E.: Mesh Infection 2010

Collage R.D. et al.: Surg.Infect.2010,11,3

Dietz U.A. et al.: Chirurg 2011,82,208

Fei.com Idec.aisti.org

# Biofilm Based Wound Care

## BBWC

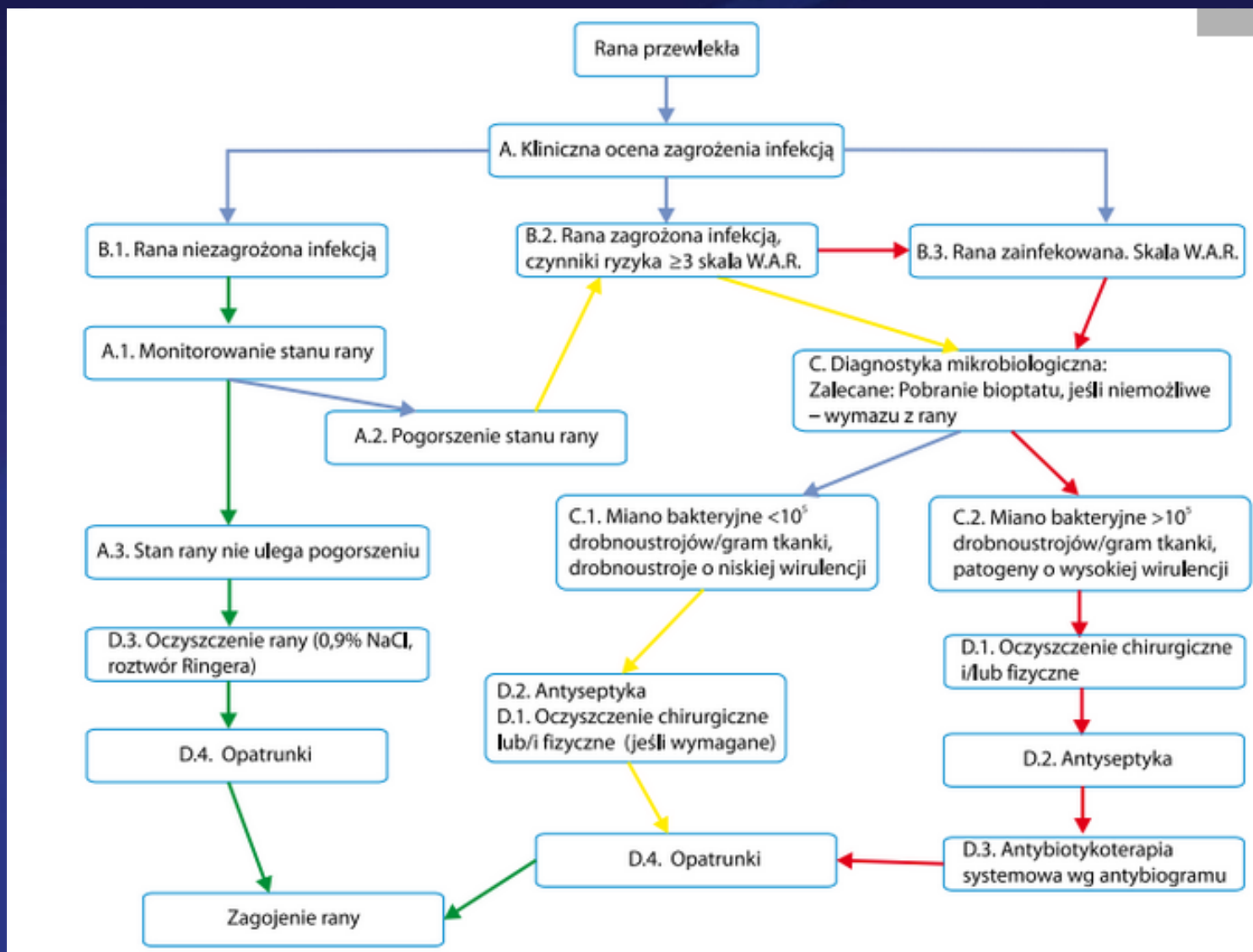
- ❑ w ranach przewlekłych występują bakterie w formie biofilmu /60%/
- ❑ rutynowe metody diagnostyczne nieskuteczne
- ❑ zakłócenie procesu gojenia rany przewlekłej
- ❑ konieczna eradykacja biofilmu

Bartoszewicz M. et al.: Leczenie ran 2012,9,1-6

Bartoszewicz M. et al.: Leczenie ran 2012,9,3,93-97

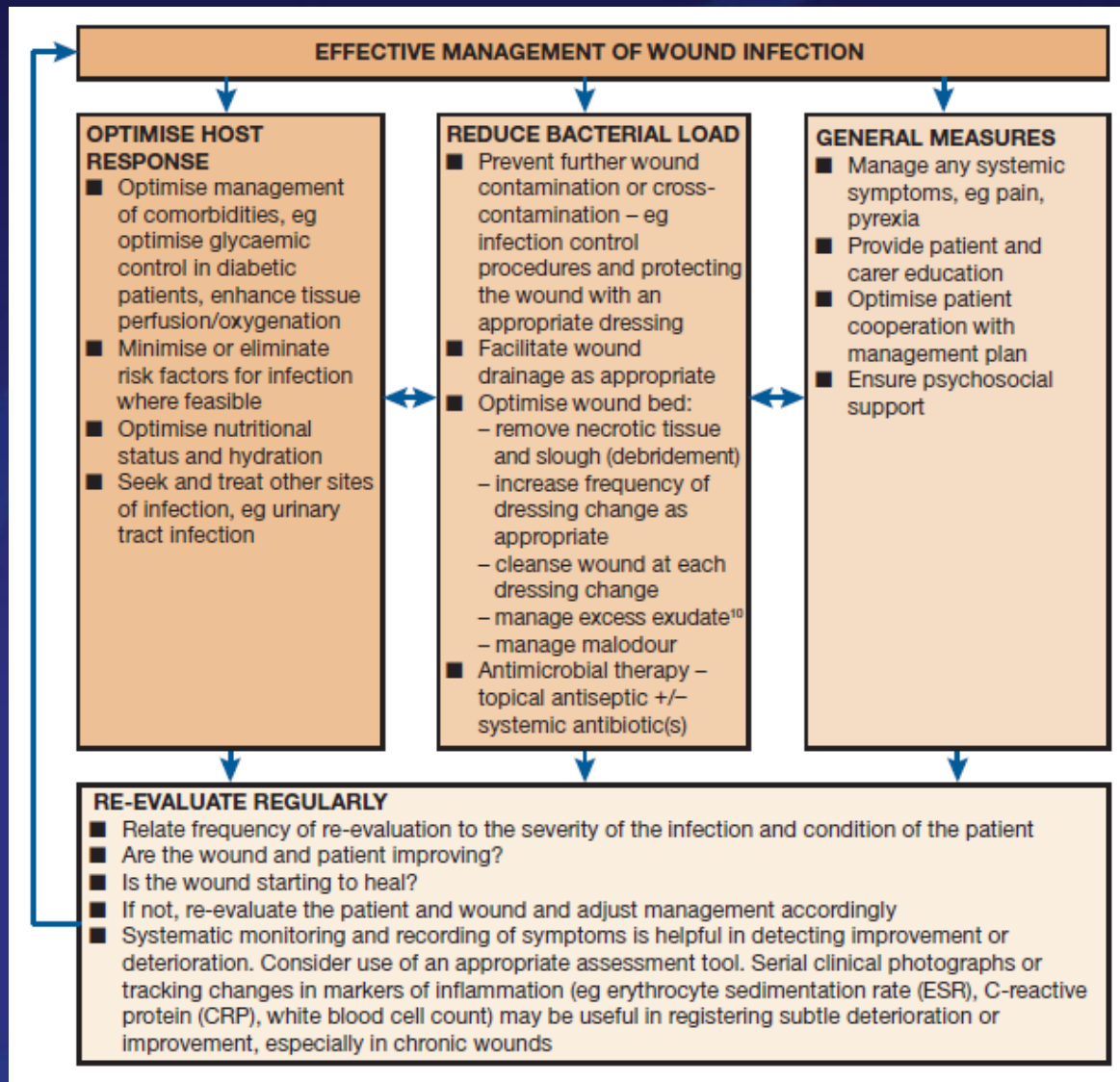


# Algorytm postępowania w przypadku rany

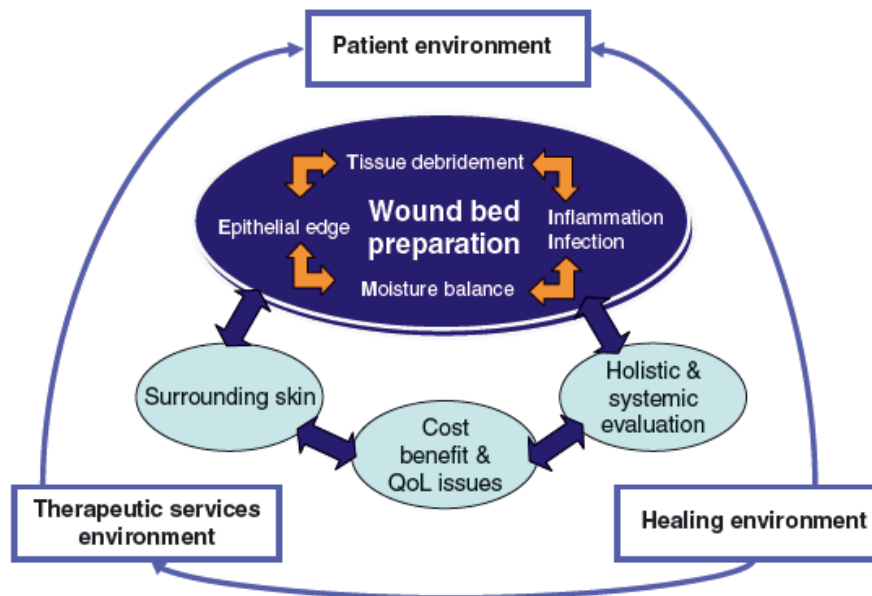




# Postępowanie w ranach zakażonych



# TIME



**Figure 1.** The TIME concept as part of the overall patient evaluation (created by David Leaper & Dianne Smith, with thanks to Caroline Dowsett for the original concept of the Care Cycle).

T

Tissue debridement - usunięcie tkanek martwiczych:

- chirurgicznie,
- autoliza,
- enzymatycznie,
- larwy muchy *Lucilia sericata*,
- ultradźwięki.

I

Infection and inflammatory control - opanowanie zakażenia i procesów zapalnych

M

Moisture - utrzymanie optymalnej wilgotności w ranie

E



Epithelisation - pobudzenie naskórkowania

Leaper D.J. et al.: Int.Wound J.2014,9, suppl.2, 1-19

# NPWT w koncepcji TIME

Clinical observations	WBP	Developments	Factors to consider
<b>Tissue</b>	Debridement	<p>New methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Low-frequency ultrasound</li> <li>● Hydrosurgery</li> <li>● Debriding wipes</li> </ul> <p>Advances in use of existing methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Larvae</li> <li>● Autolytic (honey and hydrogels)</li> <li>● Use of enzymes (collagenase)</li> <li>● Sharp/surgical (new guidelines)</li> <li>● Chemical (antiseptics, i.e. silver and PHMB)</li> </ul>	<p>Use of maintenance debridement</p> <p>Considerations around safe practice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Knowledge</li> <li>● Skills</li> <li>● Competence</li> <li>● Evidence of efficacy</li> </ul>
<b>Infection/inflammation</b>	<p>Wound cleansing</p> <p>Bacterial balance</p>	<p>NPWT – as add-on with existing debridement methods</p> <p>Microbicidal irrigation solutions</p> <p>Biofilm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Improved understanding of biofilms and their role in non healing wounds</li> <li>● Management – combination strategy to disrupt biofilm and prevent reconstitution (debridement and antiseptic agents)</li> <li>● Detection of biofilm</li> </ul> <p>Use of Polymerase Chain Reaction (PCR)/pyrosequencing techniques to identify bacteria/fungi in wounds</p> <p>Persistent inflammation</p> <p>Improved understanding of the role of persistent inflammation in chronic/stalled wounds</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Role of MMPs and other proteases (diagnostics and inhibitors)</li> <li>● Role of biofilms in promoting wound inflammation</li> </ul> <p>Managing infection/inflammation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Increased use of antiseptic agents</li> <li>● Role of nanocrystalline silver as an anti-inflammatory</li> <li>● Combination of surfactants with antimicrobials – biofilm disruption</li> <li>● NPWT combined with instillation of microbicidal solutions to reduce levels of planktonic and biofilm bacteria</li> <li>● Alternative use of new or existing agents – for example, using nanocrystalline silver to dampen down inflammation</li> <li>● Improved healing of wounds treated with custom formulations of topical antibiotics/antiseptics based on bacterial profiles</li> </ul>	<p>Increased bacterial tolerance to topical/systemic agents</p> <p>Mixed flora living synergistically</p> <p>Quiescent state of some bacteria in biofilms reduces effectiveness of antibiotics</p> <p>Diagnostic for biofilm detection needed</p> <p>Diagnostic tests – when and how often?</p> <p>Point-of-care detection</p> <p>Review of appropriate antimicrobials</p> <p>Rotation of products</p> <p>Microbial resistance (particularly to antibiotics)</p>

# NPWT w koncepcji TIME

Clinical observations	WBP	Developments	Factors to consider
<b>Moisture</b>	Moisture balance Exudate	<p>Improved awareness of need to maintain appropriate moisture levels</p> <p>Improved understanding of exudate composition – differences between acute and chronic wound fluid</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Damaging proteolytic activity of chronic wound fluid</li> </ul> <p>Relationship of exudate with bacterial burden and biofilm formation</p> <p>Selection of appropriate dressings or devices for exudate management (i.e. new super-absorbers)</p> <p>Greater emphasis on moisture management</p>	<p>Dressing selection – what do we need to consider?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Absorption</li> <li>● Retention</li> <li>● Patient comfort</li> <li>● Bacterial pool</li> <li>● Skin sensitivity or allergy</li> </ul>
<b>Edge of wound</b>	  	<p>NPWT – for removal and containment of large exudate volumes</p> <p>Epithelial edge advancement</p> <p>Improved state of surrounding skin</p> <p><i>Evaluation</i> – check whether wound is closing</p> <p>Use of NPWT to encourage contraction</p> <p>Adjunct therapies (EMT, laser, ultrasound, systemic oxygen therapy)</p>	<p>Revisiting existing therapies</p> <p>Alternative use of products, for example, using NPWT to splint wounds</p> <p>Role of diagnostics/theranostics</p>



# Zakażenie- NPWT

**Table 1.** Characteristics of five included studies in a systematic review on (change in) bacterial load during therapy with vacuum-assisted closure or conventional therapy

	Saadi et al. <sup>8</sup>	Steingrimsdóttir et al. <sup>9</sup>	Mouës et al. <sup>12,13</sup>	Weed et al. <sup>10</sup>	Braakenburg et al. <sup>11</sup>
Study design	Retrospective cohort study	Retrospective comparative cohort study	Randomized clinical trial	Retrospective cohort study	Randomized clinical trial
N/treatment	VAC: N=27	VAC: N=20 CVT: N=23	VAC: N=29 CVT: N=25	VAC: N=25 with 26 uses of VAC	VAC: N=26 CVT: N=21
Type of wound or infection	Infected thoracic wounds	Postoperative DSWF <sup>a</sup>	Crushed tissue, infected wounds, chronic wounds	Acute and chronic wounds	Acute and chronic wounds
Sampling method	Smear	n.r.	Biopsy	Swab	Swab
Dressing change interval	3.9 days on average	Every 2–4 days	Every 2 days	Every 3–5 days	3×/week
Pressure level during VAC (mmHg)	–50 to –75	–125	–125	n.r.	–125
Debridement	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Systemic antibiotic	Yes	Yes	n.r.	n.r.	Yes
Change in bacterial load	n.r.	n.r.	No change in bacterial load in both groups	Increase in 43% of cases, no change in 35%, decrease in 22%	Increase in 84% of VAC vs. 58% in CVT ( $p=0.09$ )
Infection (% of cases) cleared or re-infection	Cleared: 33%	Re-infection: VAC: 5% vs. CVT: 35% ( $p=0.02$ )	n.r.	n.r.	n.r.
Change in bacterial spectrum	n.r.	n.r.	VAC: Reduction in no. of non-fermentative negative rods; Increase in no. of <i>Staphylococcus aureus</i>	n.r.	n.r.

TABLE 3: Bacterial growth ( $n = 30$ ).

Bacterial growth	VAC patients ( $n = 15$ )			Saline wet to moist ( $n = 15$ )		
	Day 0	Day 4	Day 8	Day 0	Day 4	Day 8
Present	15 (100%)	12 (80%)	6 (40%)	15 (100%)	15 (100%)	12 (80%)
Absent	0	3 (20%)	9 (60%)	0	0	3 (20%)

Singha Kushagra et al.: Advances in Orthopedics 2013, ID 245940

Patmo A.S.P. et al.: Advances in wound care 2014, 3, 5, 383-389

# Czy leczenie podciśnieniowe wpływa na bacterial clearance?

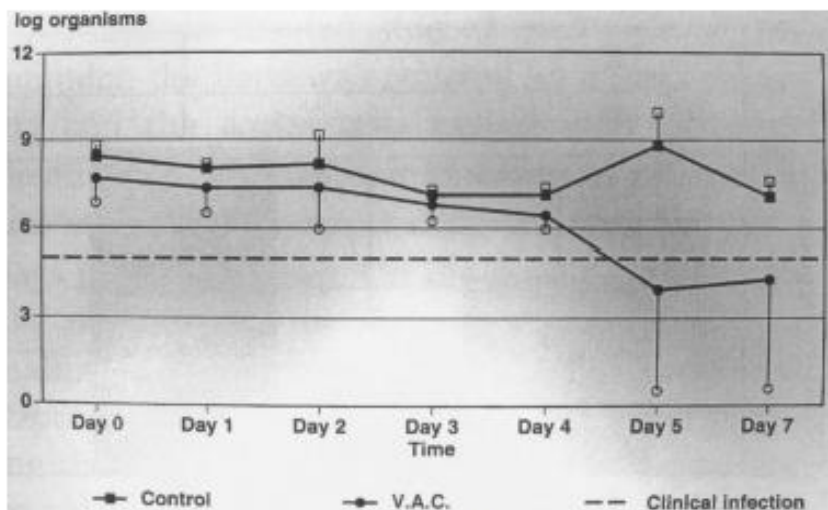


FIGURE 1. Progression of bacterial quantitative cultures with the Wound VAC, from Morykwas MJ, Argenta LC, et al Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997;38:553-562.

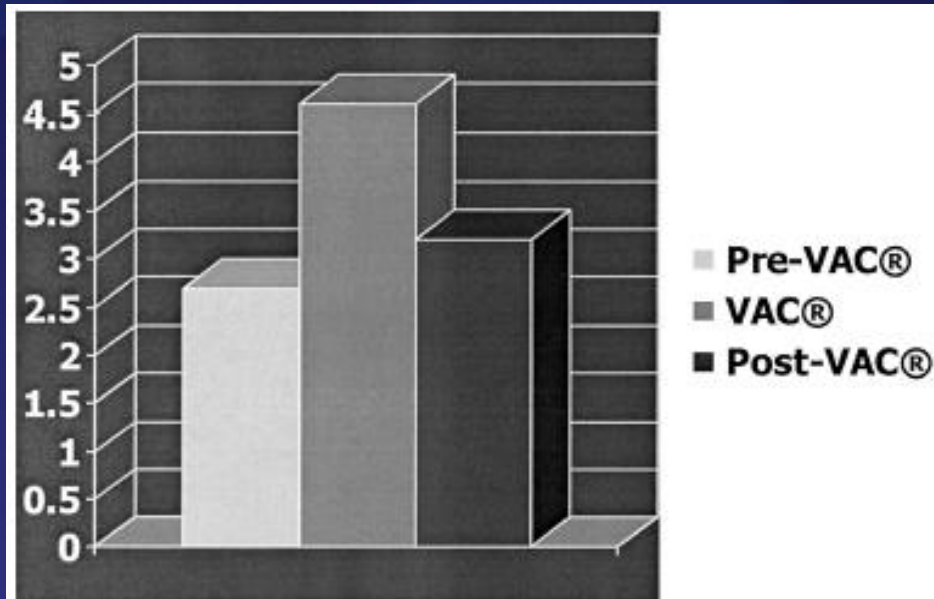


FIGURE 2. The log of bacterial quantitative cultures before, during, and after Wound VAC use.

kultury ilościowo: 43% wzrost, 35% bz, 22% spadek

# Zmiany we florze bakteryjnej

Table 6 Effect of NPWT on bacterial species.

Bacterial species	Moues et al. <sup>92</sup> (L1)	Chester et al. <sup>94</sup> (L3)	Khashram et al. <sup>95</sup> (L3)	Lallis et al. <sup>97</sup> (L3) <sup>b</sup>
	RCT (n = 54)	Case (n = 1)	Case series (n = 7)	In vivo (n > 20)
Gram-negative Non-fermentative rods (inc <i>P. aeruginosa</i> )	↓	NR	NR	↓
Enterobacteraceae (e.g. <i>E.coli</i> )	↔	NR	NR	NR
Gram positive <i>S. aureus</i>	↑	↔ <sup>a</sup>	↔	↔
Non-specified Anaerobes	↔	↑	None	NR
Overall Bioburden	↔	↑	↑	NA

Birke-Sorensen H. et al.: J. Plastic Reconstr.&Aesthetic Surg.2011,64,S1-S16

TABLE 2. INITIAL AND SUCCESSIVE PERITONEAL CULTURE FINDINGS

Initial peritoneal culture	Patients (%)	Successive cultures	Patients (%)
Negative	20 ( 51.2)	Negative	9 ( 23.1)
Intestinal bacteria	14 ( 35.9)	Intestinal bacteria	7 ( 17.9)
Polymicrobial	4 ( 10.3)	Polymicrobial	14 ( 35.9)
Fungal	1 ( 2.6)	Fungal	1 ( 2.6)
		<i>Acinetobacter baumannii</i>	1 ( 2.6)
		<i>Proteus mirabilis</i>	1 ( 2.6)
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4 ( 10.3)
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1 ( 2.6)
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1 ( 2.6)
Total	39 (100)		39 (100)

# Powlekkane opatrunki piankowe -in vitro

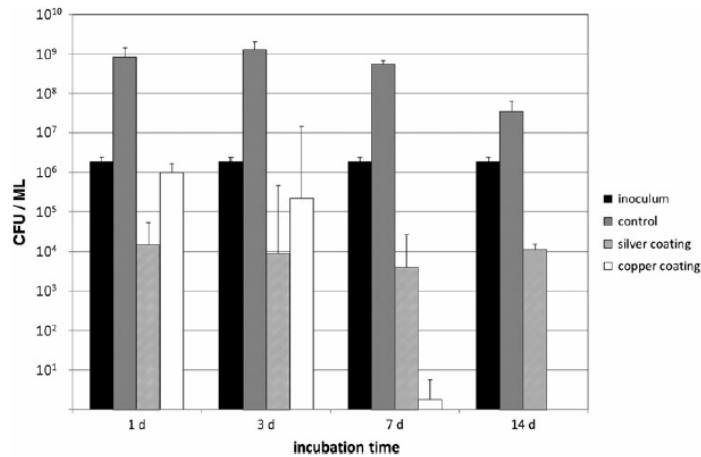


FIG. 3. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) concentrations after 1, 3, 7, and 14 d incubation in the uncoated, silver-, and copper-coated foam dressing cubes. One defined initial inoculum concentration ( $1.85 \times 10^6$  colony-forming units per milliliter [CFU/mL]).

## MRSA !

Ellenrieder M. et al.: Surg.Infect.2015,16,1,1-7

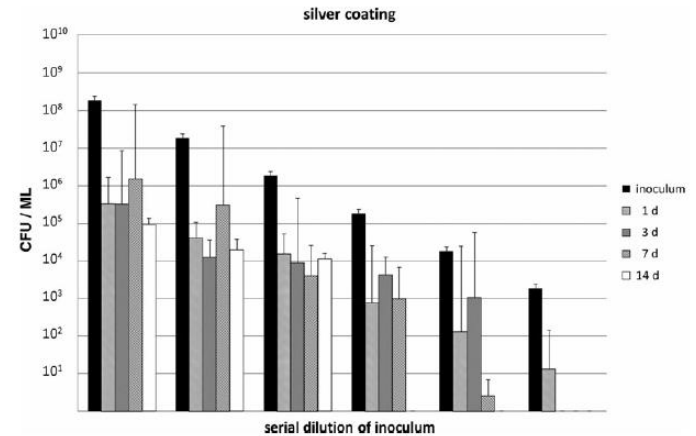


FIG. 2. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) concentrations after 1, 3, 7 and 14 d incubation with the silver-coated foam dressing cubes. Tests were performed with six different initial inocula.

# NPWT-instillation

**Table 4** Treatment outcomes

	Control group (n = 15)	NPWT-instillation therapy group (n = 15)	P-value
Days treated*	36.47 ± 13.07	9.87 ± 4.31**	<0.001
Infection cleared	66.7%	100%**	0.042
Day wound cleared of clinical infection*	25.40 ± 6.57	6.00 ± 1.46**	<0.001
Wound closed	66.7%	100%	0.042
Wound closure method (%)			0.606
Primary	13.3	13.3	
Secondary intention	33.3	26.7	
Skin graft	13.3	33.3	
Local flap	40.3	26.7	
Days to wound closure*	29.60 ± 6.54	13.20 ± 6.75**	<0.001
Days to patient discharge*	39.20 ± 12.07	14.67 ± 9.18**	<0.001

**Table 1** Data for NPWT-instillation therapy group

Patient	Age (years)	Diagnosis	Wound area* (cm <sup>2</sup> )	Initial culture	Days of NPWT-instillation therapy	Days to infection clearance	Days to wound closure	Method of wound closure	Days to patient discharge
1	84	Abdominal necrotising fasciitis	300	<i>Staphylococcus enterococcus</i>	14	5	15	Primary closure	17
2	51	Necrotising fasciitis of chest and upper extremity	500	<i>Staphylococcus, Enterococcus</i>	9	5	10	Skin graft	15
3	71	Stage IV sacral pressure ulcer	100	VRE, MRSA	20	10	35	Secondary intention	45
4	65	Open knee joint with exposed hardware	50	<i>Staphylococcus, Enterococcus</i>	5	5	10	Local flap	10
5	51	Open knee joint with exposed hardware	40	<i>Staphylococcus, Enterococcus</i>	10	7	14	Local flap	14
6	45	Surgical wound dehiscence	300	<i>Staphylococcus, Enterococcus</i>	7	7	10	Primary closure	11
7	65	Lower extremity wound	40	VRE, MRSA	10	7	15	Secondary intention	15
8	60	Soft tissue loss of lower extremity	50	<i>Staphylococcus, Enterococcus</i>	5	5	8	Skin graft	11
9	53	Open ankle joint with exposed hardware	40	<i>Staphylococcus, Enterococcus</i>	5	5	5	Local flap	6
10	65	Lower extremity wound with exposed bone	50	VRE, MRSA	15	7	16	Integra/Skin graft	18
11	41	Soft tissue loss of the lower extremity	200	<i>Staphylococcus</i>	10	5	10	Skin graft	15
12	49	Lower extremity wound with exposed bone	30	<i>Staphylococcus</i>	10	7	10	Integra/Skin graft	14
13	62	Abdominal surgical wound dehiscence	100	<i>Enterococcus</i>	7	5	14	Secondary intention	7
14	45	Stage IV pressure ulcer	50	VRE, MRSA	14	5	14	Local Flap	15
15	50	Necrotising fasciitis of the upper extremity	60	<i>Streptococcus Enterococcus</i>	7	5	12	Secondary intention	7



# NPWTi

## wypełnienie-przerwa-ssanie

**Table 1** Institutional recommendations on the concentration, fluid delivery, soak time and cycle frequency of polyhexanide, acetic acid and povidone-iodine for use with NPWTi

Solution	Concentration	Fluid delivery	Soak time	Cycle frequency
Polyhexanide	Concentration of 0.1% polyhexanide or 0.04% polyhexanide. On cartilage at the wound ground, the effective concentration of polyhexanide should be reduced to 0.005% to avoid adverse effects.	Amount of instilled fluid depends on wound volume. User-selected instillation volume is controlled by the device.	20 minutes	4–8 times per day
Acetic acid	Concentrations between 0.25% and 1% are recommended.	Amount of instilled fluid depends on wound volume. User-selected instillation volume is controlled by the device.	20 minutes	4–8 times per day
Povidone-iodine	A combination of ethanol/propan-2-ol and povidone-iodine [e.g. available as 100 ml solution, 3.24 g povidone-iodine (this means 0.324%), 38.9 g isopropanol and 38.9 g ethanol] is the first-choice antiseptic in the treatment of stabbing wounds at risk of infection with HBV, HCV or HIV and should be applied after bleeding has been encouraged. The same applies to the initial treatment of bite wounds.	Amount of instilled fluid depends on wound volume. User-selected instillation volume is controlled by the device.	20 minutes	4–8 times per day

- ✓ roztwór 0,9% NaCl - jałowa woda - azotan srebra
- ✓ **nie** woda utleniona i roztwory alkoholowe !!!
- ✓ antybiotyki miejscowo ?

Back D.A. et al.: Int.Wound J.2013,10, suppl.1,32-42

Allen G. et al.: Int. Wound J. 2008,5,399-413

Zieliński M.: Termedia Poznań 2015

# *Antybiotykoterapia miejscowa*

- ❑ tylko czasowe złagodzenie objawów
- ❑ słaba penetracja przez biofilm
- ❑ stężenia niższe niż MIC
- ❑ selekcja drobnoustrojów opornych !
- ❑ ryzyko odtworzenia pełnej struktury biofilmu
- ❑ zaburzenia w gojeniu ran

Grupa Robocza Ekspertów PTLR: Leczenie Ran 2012,9,3,59-75

Arzt H. et al.: Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 2012,55,498-507

Back D.A. et al.: Int.Wound J.2013,10, suppl.1,32-42

# Antyseptyk

- ❑ niska cytotoxiczność
- ❑ szerokie spektrum p-drobnoustrojowe
- ❑ skuteczność wobec biofilmu
- ❑ przedłużone działanie /residual effect/
- ❑ brak negatywnego działania na proces gojenia
- ❑ brak stymulacji narastania oporności
- ❑ niewywoływanie bólu
- ❑ brak barwy
- ❑ zgodność z substancjami w opatrunkach
- ❑ brak rozkładu pod wpływem pH i obciążeń białkowych

# Antyseptyki- indeks biozgodności BI

- ❑  $>1$  wysoka skuteczność p-drobnoustrojowa/  
niskie działanie cytotoksyczne
- ❑  $<1$  szkodliwe działanie cytotoksyczne/ brak  
aktywności p-drobnoustrojowej

Tabela 6. Indeksy Biozgodności popularnie stosowanych w naszym kraju antyseptyków, obliczone względem bakterii Gram-dodatnich (reprezentowanych w badaniu przez *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*) oraz referencyjnej linii fibroblastów ATCC [17].

\* – n.c. – niepoliczalne.

Substancja aktywna	Wartość BI L929cells/ <i>E. coli</i>	Wartość BI L929/ <i>S. aureus</i>
Octenidine dihydrochloride	1,7	2,1
PVP-iodine (with reference to J2)	0,7	0,9
Chlorhexidine digluconate	0,8	1,0
Silver sulphadiazine	n.c.*	n.c.*

Grupa robocza ekspertów PTLR: Leczenie ran 2012,9,3,59-75

Daeschlein G.: Int.Wound J.2013,10, suppl.1,9-14

# Zastosowanie antyseptyków

## BOX 3 | Using antiseptics in wound infection

### Indications for antiseptics

- To prevent wound infection or recurrence of infection in patients at greatly increased risk – eg in sacral wounds in patients with diarrhoea, in partial- or full-thickness burns, in immunocompromised patients, or in wounds that are unlikely to heal because of unalterable patient or systemic factors
- To treat:
  - localised wound infection
  - spreading wound infection
  - wound infection accompanied by systemic symptoms ] in combination with systemic antibiotics

### Review regimen

- If the wound deteriorates or the patient experiences symptoms suggestive of spreading or systemic infection
- If a chronic wound with localised infection shows no improvement after 10–14 days of antiseptic therapy alone – re-evaluate the patient and the wound; send samples for microbiological analysis; consider whether there are any indications for systemic antibiotic treatment (see page 9)

### Discontinue antiseptics

- When the signs of infection resolve
- When the wound starts to heal
- If the patient experiences an antiseptic-related adverse event



# *Lawaseptyki*

- ❑ oczyszczenie rany poprzez fizyczne usunięcie - wypłukanie substancji szkodliwych
- ❑ mechaniczne wypłukanie biofilmu
- ❑ nie stosować zamiennie lecz zawsze w połączeniu z antyseptykami
- ❑ podział:
  - ✓ bez substancji leczniczych np. 0,9% NaCl, płyn Ringera
  - ✓ z dodatkiem substancji antybakteryjnej

+

zmniejszenie napięcia powierzchniowego

# Antybiotykoterapia systemowa

## BOX 4 | Using systemic antibiotics in wound infection

### Indications for systemic antibiotics

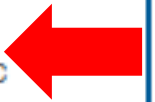
- Prophylaxis where risk of wound infection is high, eg contaminated colonic surgery or 'dirty' traumatic wounds
- Spreading or systemic wound infection
- When culture results reveal  $\beta$ -haemolytic streptococci, even in the absence of signs of infection

### Review antibiotic regimen

- If there is no improvement of systemic or local signs and symptoms, re-evaluate the patient and the wound; consider microbiological analysis and changing antibiotic regimen
- If the patient has an antibiotic-related adverse event; discontinue causative antibiotic

### Discontinue/review systemic antibiotics

- At the end of the prescribed course (according to type of infection, wound type, patient comorbidities and local prescribing policy)



# *Przed podaniem antybiotyku*

- aktywność *in vitro*
- farmakokinetyka
- bezpieczeństwo/działania niepożądane
  - kliniczna skuteczność
  - farmakoekonomika

- 
- profilaktyka czy leczenie: empiryczne/celowane
    - czas podawania leku
    - droga podania

# ***Brak wskazań do antybiotykoterapii***

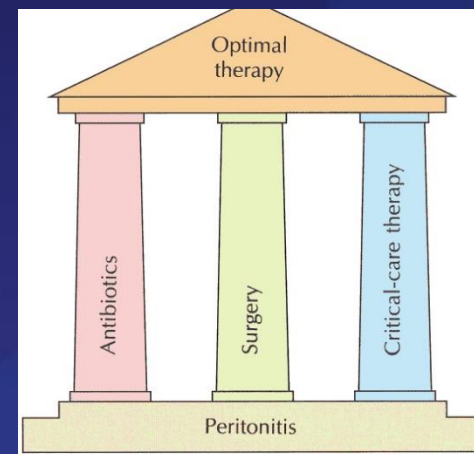
Podjęcie leczenia bez istniejących przesłanek lub niepotrzebne wdrożenie antybiotyków o szerokim spektrum **zwiększa ryzyko:**

- ❑ nadkażenia
- ❑ działania toksycznego
- ❑ reakcji alergicznych
- ❑ wzrostu liczby szczepów opornych
- ❑ wzrostu kosztów

# Brak klinicznej poprawy

## ?

- ❑ niewłaściwa decyzja odnośnie zalecanej terapii
- ❑ procedura prawidłowa, ale powikłania
- ❑ nadkażenie w innej lokalizacji
- ❑ niewłaściwy antybiotyk
- ❑ antybiotyk prawidłowy, ale niewłaściwa dawka

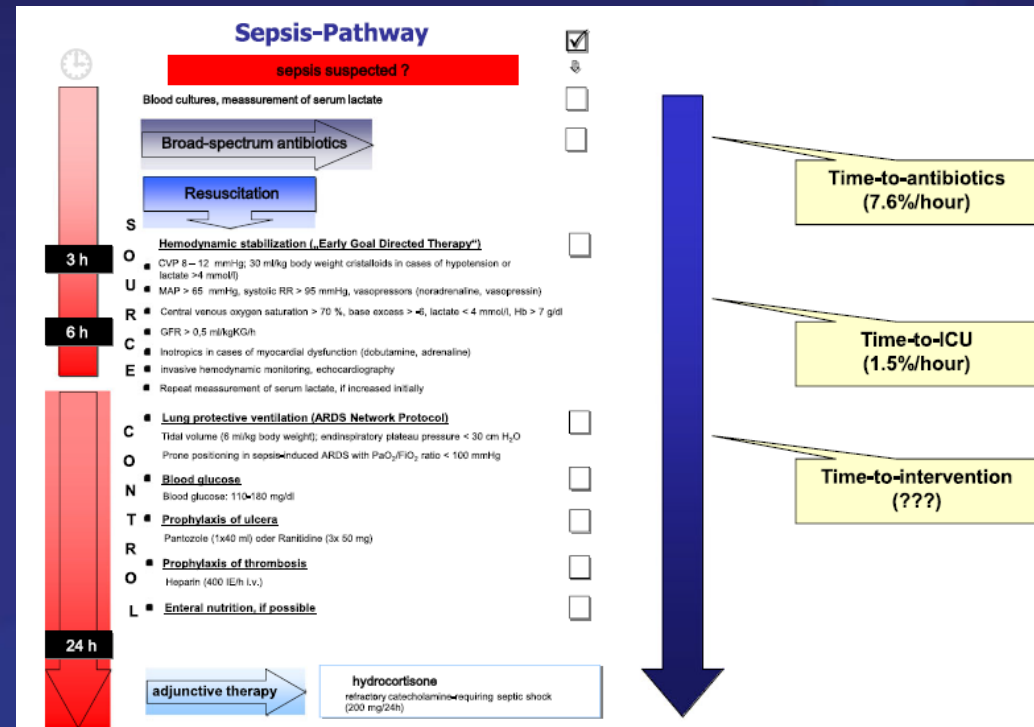
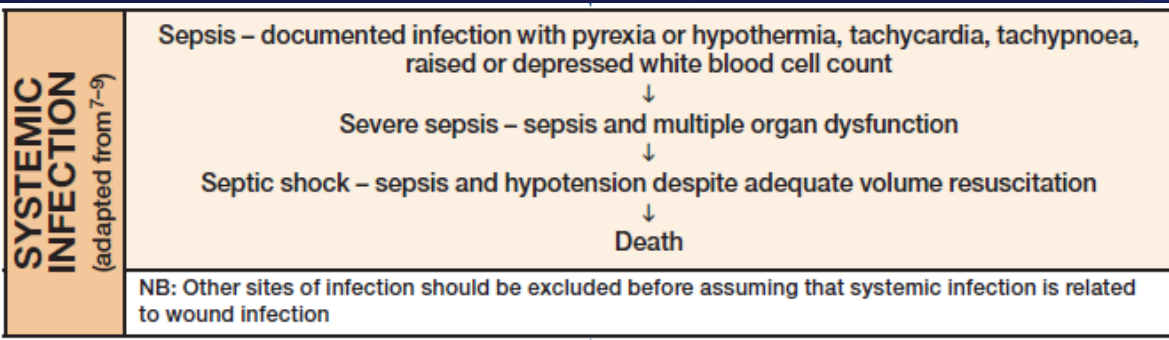


Wittmann D.H.: Intraabdominal Infections 1991, Marcel Dekker Inc.

Anaya D.A., Dellinger E.P./w:/Sabiston Chirurgia t.1, 2010; rozdział 14,344



# Pamiętaj!



# Antybiotyki

- Istotny, bardzo ważny, często niezbędny, **jeden z elementów profilaktyki i leczenia** u pacjenta chirurgicznego !
- „Sukces terapii zakażeń bakteryjnych w nadchodzących latach będzie zależał od podejmowanych działań ograniczających zużycie antybiotyków”

Dzierżanowska D., Dzierżanowska-Fangrat K.: Przewodnik antybiotykoterapii szpitalnej. α-medica press 2013

[www.optimusise.com](http://www.optimusise.com)

Thanks to PENICILLIN  
...He Will Come Home!

FROM ORDINARY MOLD—  
the Greatest Healing Agent of this War!

SCHENLEY LABORATORIES, INC.

# NPWT –zakażenie

## EBM- 14 zaleceń

Table 5 Role of NPWT as an adjunct to infection management.

Treatment goal or variable	Recommendation and Grade (A–D)
Unmanaged wound infection	NPWT should be used only as an adjunctive therapy to combat wound infection B
Use of anti-microbial elements as part of the NPWT dressing/protocol	Anti-microbial gauze may contribute towards infection control C
	It is possible that Silver foam may contribute to infection control D
	When applied underneath the NPWT wound filler it is possible that anti-microbial WCL may contribute towards infection control D
	It is possible that fluid instillation may contribute to infection control D

In general, there is relatively weak evidence on which to base recommendations for any one NPWT treatment variable over another. Overall, 14 recommendations were developed: five for the choice of wound filler and wound contact layer, four for choice of pressure setting and five for use of NPWT in infected wounds. With respect to bioburden, evidence suggests that reduction of bacteria in wounds is not a major mode of action of NPWT.

© 2011 British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

# *Rany zakażone*

- ❑ przygotowanie rany
- ❑ drenaż napływowy-instillacja
- ❑ płyn antyseptyczny
- ❑ antybiogram-antybiotyki
- ❑ okresowa kontrola posiewów z drenu

Zieliński M. et al.: [w:] Leczenie ran trudno gojących się.

Blackhorse Warszawa 2006,313-324

<http://pixabay.com/>

