

# PROBLEMY ZWIĄZANE Z MIEJSCOWYM LECZENIEM RANY W OBRĘBIE MOSTKA – PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

## Problems associated with local treatment of the sternum wound – a literature review



Anna Malisiewicz<sup>1,2</sup>, Aneta Zymon<sup>3</sup>, Dariusz Bazaliński<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów, Polska

<sup>2</sup>Kliniczny Szpital Wojewódzki nr 2 im. św. Jadwigi Królowej w Rzeszowie, Polska

<sup>3</sup>Ultramed – Centrum Leczenia Chorób Naczyń, Ran i Bólu, Kraków, Polska

<sup>4</sup>Szpital Specjalistyczny, Podkarpacki Ośrodek Onkologiczny im. ks. B. Markiewicza w Brzozowie, Polska

Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne 2023; 17(1): 6–17

Praca wpłynęła: 17.11.2022, przyjęto: 16.12.2022

Adres do korespondencji:

mgr **Anna Malisiewicz**, Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ambrożego Towarnickiego 3, 35-010 Rzeszów,  
e-mail: annamalisiewicz1@gmail.com.

### Streszczenie

Pooperacyjna infekcja mostka zwiększa okołooperacyjne wskaźniki zachorowalności i śmiertelności oraz wydłuża hospitalizację. Rozejście się mostka jest rzadkim pooperacyjnym powikłaniem w kardiologii, obserwowanym w przypadku 0,2–5,0% zabiegów wykonanych przez sternotomię. Zapobieganie infekcji rany powinno być tokiem przemyślanych, zespołowych i indywidualnych działań wdrażanych przez personel medyczny oddziałów kardiologicznych. Celem pracy była analiza dostępnej literatury dotyczącej powikłań związanych z zakażeniem w obrębie mostka po zabiegach kardiologicznych. Dokonano przeglądu dostępnego piśmiennictwa z lat 2002–2020, postępując się słowami kluczowymi: *zakażenie mostka*, *sternotomia*, *infekcja rany mostka*. Wykorzystano bazy danych PubMed i Termedia. Do analizy wyodrębniono 65 prac spośród 430 (badania retrospektywne, metaanalizy oraz prace z randomizowaną kontrolą) podejmujących problematykę leczenia rany mostka. W toku analizy literatury usystematyzowano zebrany materiał. Zakażenie rany mostka jest poważnym powikłaniem po operacji kardiologicznej, które zwiększa częstość hospitalizacji, koszty leczenia i śmiertelność. Opieka nad pacjentem kardiologicznym wymaga zaangażowania całego zespołu terapeutycznego przed zabiegiem, w trakcie oraz po zabiegu. Wdrażanie rekomendowanych środków i technik zaopatrzenia rany zmniejsza ryzyko powikłań.

**Słowa kluczowe:** sternotomia, rozejście się rany, zakażenie rany, zapobieganie, infekcja.

### Summary

Post-operative sternum infection increases perioperative morbidity and mortality rates and prolongs hospitalizations. Sternal dehiscence is a rare postoperative complication observed after 0.2% to 5.0% of cardiac procedures with sternotomy. The aim of the study was the analysis of the available literature on related complications of sternum infection after cardiac surgery. The available literature from 2002–2020 was reviewed using the following key words: *sternum infection*, *sternotomy*, *sternum wound infection*. The PubMed and Termedia databases were used. For analysis, 65 studies were included out of 430 (retrospective studies, meta-analyses, and studies with a randomized control sample) dealing with the treatment of a sternum wound. In the course of the literature analysis, the collected material was systematized. Infection of the sternum wound is a serious complication after cardiac surgery, increasing the frequency of hospitalization, treatment costs, and mortality. Caring for a cardiac surgery patient requires the involvement of the entire therapeutic team before, during, and after surgery. The implementation of the recommended measures and wound management techniques reduces the risk of complications.

**Key words:** sternotomy, wound dehiscence, wound infection, prevention.

## Wstęp

W ostatnim dziesięcioleciu wiedza dotycząca przyczyn zakażeń chirurgicznych po zabiegach na otwartym sercu znacznie wzrosła. Odkład sternotomia, wykonana po raz pierwszy przez Juliana i wsp. w 1957 r., została wdrożona jako standard operacji na otwartym sercu, zapalenie śródpiersia stało się groźnym powikłaniem po operacjach kardiochirurgicznych [1]. Obecnie większość zakażeń śródpiersia jest wynikiem powikłań operacji serca [2, 3]. Zakażenie miejsca operowanego (ZMO) jest ciężkim powikłaniem w kardiochirurgii, związanym ze znaczną chorobowością oraz ryzykiem zgonu. Częstość jego występowania wynosi 1,0–3,0% [4]. Niemniej w dużym stopniu zależy to od czynników ryzyka ZMO, intensywności, rodzaju zabiegu i przestrzegania rekomendowanej profilaktyki okołoperacyjnej [3, 4]. Zgodnie z definicją Amerykańskiego Centrum Kontroli i Zapobiegania Chorobom (*Centers for Disease Control and Prevention – CDC, Hospital Infection Control*) należy różnicować zapalenie śródpiersia od powierzchownej infekcji miejsca operowanego ze względu na odmienną patofizjologię. Definicja CDC jest najczęściej przytaczana w literaturze. Zgodnie z wytycznymi rozpoznanie zapalenia śródpiersia wymaga wystąpienia przynajmniej jednego z następujących czynników: ropna wydzielina, dodatni posiew mikrobiologiczny z krwi bądź wysięku z rany, ocena radiologiczna potwierdzająca poszerzenie śródpiersia. Ponadto konieczne jest stwierdzenie minimum jednego z następujących objawów klinicznych: gorączka  $> 38^{\circ}\text{C}$ , niestabilność mostka, ból w klatce piersiowej [5]. Definicja ta nie jest anatomiczna w ścisłym tego słowa znaczeniu, ponieważ powierzchowne zakażenie miejsca operowanego z dodatnim posiewem krwi wchodzi w spektrum zapalenia śródpiersia definiowanego przez CDC (powierzchnowe infekcje miejsca operowanego) [4, 6].

Pacjenci leczeni chirurgicznie ze współwystępującymi chorobami przewlekłymi, u których potwierdzono patogeny odporne na środki przeciwdrobnoustrojowe (*multi-drug resistant organisms – MDRO*), są szczególnie narażeni na ryzyko powikłań w obrębie miejsca operowanego [5, 7]. Stosowanie zaleceń dotyczących zapobiegania infekcjom w okresie okołoperacyjnym zmniejsza wskaźnik zachorowalności i śmiertelności związanej z tym powikłaniem [3]. Według opracowanego nowego raportu CDC zapobieganie ZMO ma coraz większe znaczenie, ponieważ liczba wykonywanych zabiegów stale rośnie. Dodatkowo oszacowano, że około połowy przypadków zakażeń można uniknąć, stosując strategię oparte na dowodach naukowych. Zalecenia obejmują również czynniki zależne i niezależne od pacjenta, na których skupiono się w niniejszym opracowaniu. Zaktualizowane wytyczne powinny być przydatne nie tylko dla pracowników ochrony zdrowia, lecz

można je także wykorzystać do wyznaczenia przyszłych priorytetów badawczych [5].

Wdrażanie działań prewencyjnych przyczynia się do ograniczenia częstości występowania zakażeń okołoperacyjnych. Opieka nad chorym leczonym kardiochirurgicznie wymaga od całego zespołu terapeutycznego czujności, dokładności i ścisłej obserwacji. Do istotnych elementów opieki pooperacyjnej należy zapobieganie potencjalnym zakażeniom. Profilaktyka i wczesna identyfikacja czynników ryzyka powikłań w obrębie mostka są niezbędne, aby usprawnić prewencję, zoptymalizować terminową interwencję i skrócić czas hospitalizacji.

Celem pracy była analiza dostępnej literatury dotyczącej powikłań związanych z zakażeniem w obrębie mostka po zabiegach kardiochirurgicznych.

## Materiał i metody

Dokonano przeglądu dostępnego piśmiennictwa z lat 2002–2020, posługując się słowami kluczowymi: *zakażenie mostka, sternotomia, infekcja rany mostka*. Przeszukano bazy danych PubMed i Termedia. Spośród 430 wyselekcjonowanych artykułów spełniających kryteria doboru dokonano analizy 65 prac oryginalnych i przeglądowych (badania retrospektywne, metaanalizy oraz prace z randomizowaną kontrolą) podejmujących problematykę leczenia rany mostka. W toku analizy literatury usystematyzowano zebrany materiał dotyczący miejscowych problemów w gojeniu rany mostka i podzielono czynniki ryzyka na zależne od pacjenta (endogenne) i niezależne od pacjenta (egzogenne).

## Czynniki ryzyka zakażenia rany pooperacyjnej mostka

Infekcja miejsca operowanego może uniemożliwić fizjologiczne procesy regeneracyjne, prowadząc do rozjęcia się brzegów rany i powstawania ropni w głębszych tkankach. Doniesienia z badań naukowych wskazują na czynniki ryzyka zakażenia rany mostka związane z pacjentem i/lub zabiegiem operacyjnym [1, 6]. Związki między czynnikami ryzyka a zakażeniem rany mostka zostały przedstawione w 2003 r. przez Lu i wsp. na podstawie obserwacji 4228 pacjentów po pomostowaniu aortalno-wieńcowym (*coronary artery bypass grafting – CABG*) (tab. 1 i 2) [2–36]. Jedną z przyczyn zakażeń miejscowych jest biofilm. Znaczenie i rola biofilmu bakteryjnego przez ostatnie kilka lat były przedmiotem obszernych badań naukowych [9–11]. Metaanaliza z 2017 r. przeprowadzona przez Malone i wsp. wykazała jego występowanie w ponad 78,0% tych ran [12]. Biofilm został uznany za główny czynnik w większości niegojących bądź trudno gojących się ran [13]. Infekcje rany mostka w ujęciu anatomo-

Tabela 1. Czynniki ryzyka zależne od pacjenta

Rodzaj czynnika ryzyka	Opis	Autor
Otyłość	Niezależny czynnik ryzyka, który zwiększa prawdopodobieństwo rozwoju głębokiej infekcji mostka, nawet 2,6 razy. Większy obwód klatki piersiowej powoduje wzrost napięcia w poprzek rany mostka, a to prowadzi do dużej niestabilności i predysponuje do powstania infekcji. Zmniejszenie unaczynienia tkanki tłuszczowej może utrudniać gojenie się rany przy braku podaży niezbędnych składników odżywczych	Ariyaratnam i wsp. 2010 [14] Ridderstolpe i wsp. 2001 [15] Ennker i wsp. 2009 [11] Scharif i wsp. 2019 [6]
Cukrzyca	Podwyższone stężenie glukozy we krwi wpływa negatywnie na układ odpornościowy człowieka, a to przyczynia się do zwiększenia ryzyka infekcji i utrudnia gojenie się ran. U chorych na cukrzycę z przedoperacyjnym stężeniem glukozy 200 mg/dl prawdopodobieństwo głębokiego zakażenia rany było 10-krotnie większe niż u pacjentów z dobrze kontrolowaną glikemią. Można zmniejszyć ryzyko głębokiego zakażenia rany nawet o 63% przy zastosowaniu ciągłego wlewu dożylnego z insuliną w okresie okołoperacyjnym	Phoon i wsp. 2020 [16] Trick i wsp. 2000 [17] Furnary i wsp. 2006 [18]
Palenie tytonie	Nie ma istotnego związku między paleniem tytoniu a występowaniem zakażenia rany po sternotomii. Palenie tytoniu utrudnia gojenie się ran, a kaszel z nim związany wywiera nacisk wzdłuż zastosowanych drutów w mostku, co w konsekwencji może prowadzić do zerwania drutu, złamania kości mostka oraz rozejścia się rany. Wytyczne CDC zalecają zaprzestanie palenia tytoniu na co najmniej 30 dni przed planowanym zabiegiem chirurgicznym	Balachandran i wsp. 2016 [19] Phoon i wsp. 2020 [16] Berríos-Torres i wsp. 2017 [5]
Przewlekła obturacyjna choroba płuc	Przewlekła obturacyjna choroba płuc jest istotnym czynnikiem ryzyka rozejścia się sternotomii, a chorzy są bardziej narażeni na wystąpienie głębokiego zakażenia rany	Phoon i wsp. 2020 [16] Atkins i wsp. 2012 [20]
Uporczywy kaszel	U wielu chorych, szczególnie u palaczy tytoniu oraz u pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc, występuje długotrwały i energiczny kaszel. Napady, które są nieprzyjemne, mogą powodować dolegliwości bólowe w obrębie klatki piersiowej. Często mogą być przyczyną niestabilności mostka, co może również w konsekwencji spowodować rozejście się brzegów sternotomii, być pożywką dla bakterii, a tym samym zwiększyć ryzyko infekcji mostka	Paulis i wsp. 2005 [21]
Wiek	Retrospektywne badanie wykazało, że pomimo wzrostu wieku pacjentów w okresie ostatnich 5 lat badania nastąpił istotny spadek wskaźnika głębokich zakażeń rany mostka. Wiek nie był prawdopodobnie istotnym czynnikiem ryzyka zakażenia rany pooperacyjnej. Inne badania wskazują, że zaawansowany wiek jest jednym z najczęściej występujących czynników ryzyka zakażenia miejsca operowanego po operacji na sercu	Matros i wsp. 2010 [22] Phoon i wsp. 2020 [16] Atkins i wsp. 2012 [20]
Płeć	Płeć żeńska odgrywa ważną rolę w powierzchniowym zakażeniu mostka, ale nie ma znaczenia w głębokim zakażeniu rany mostka. Przeprowadzona metaanaliza pokazała, że u kobiet częstość występowania infekcji sternotomii była istotnie większa w porównaniu z mężczyznami. W jednym z badań zakażenie miejsca operowanego rozwijało się znacznie szybciej u mężczyzn niż u kobiet. Większy rozmiar piersi powoduje zwiększone napięcie rany mostka, sprzyjając rozejściu się rany, co w konsekwencji prowadziło do głębokiego zakażenia rany	Crabtree i wsp. 2004 [23] Paulis i wsp. 2005 [21] Balachandran i wsp. 2016 [19] Cierzanowska i wsp. 2020 [24] Phoon i wsp. 2020 [16]

micznym można podzielić na powierzchniowe i głębokie (ryc. 1) w zależności od stopnia zajęcia/uszkodzenia powięzi. Powierzchniowe zakażenie rany mostka (*sternal wound infection* – SWI) obejmuje tkanki znajdujące się powyżej powięzi, natomiast zakażenie rozwijające się pod powięzią, obejmujące mostek, śródpiersie i narządy w nim leżące, jest klasyfikowane jako głębokie zakażenie rany mostka (*deep sternal wound infection* – DSWI) [37]. Nie ma rekomendowanego optymalnego postępowania chirurgicznego w infekcji rany mostka. Możliwości leczenia są szerokie i uzależnione od wielu zmiennych, doświadczenia i preferencji prowadzące

go klinicyści. Komisje ds. zdrowia opracowały zestaw wytycznych dotyczących zapobiegania infekcjom rany, które można zastosować w okresie przedoperacyjnym, śródoperacyjnym i pooperacyjnym [3, 6].

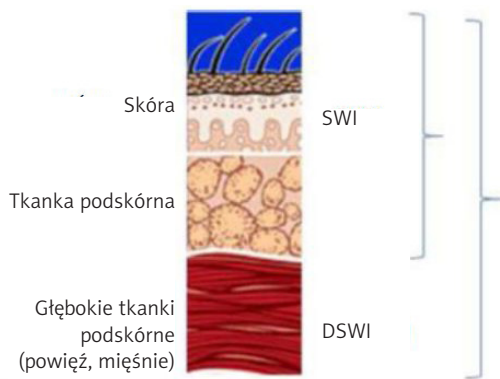
Z uwagi dużą liczbę wykonywanych zabiegów kardiologicznych koszty wynikające z ZMO mogą być istotne zarówno pod względem finansowym, jak i społecznym [38]. Ważne jest, by wykryć infekcje tak szybko, jak tylko to możliwe, ponieważ śmiertelność wzrasta, kiedy diagnoza jest opóźniona. Badanie podmiotowe i przedmiotowe pacjenta jest kluczowym działaniem prowadzącym do zastosowania dalszych

Tabela 2. Czynniki ryzyka niezależne od pacjenta

Rodzaj czynnika ryzyka	Opis	Autor
Zamknięcie klatki piersiowej	Istnieje kilka technik zamykania mostka w celu zapewnienia lepszej stabilności i uniknięcia zakażeń rany w pierwotnym zamknięciu mostka. Badania wykazują, że występowanie głębokiego zakażenia rany mostka jest rzadsze w grupie chorych z zastosowaną techniką ósemki niż w grupie z wdrożoną techniką przerywaną. Ponadto przy zastosowaniu pierwszej techniki pacjenci nie cierpieli z powodu niestabilności mostka bądź z powodu operacyjnej infekcji rany. Zamknięcie klatki piersiowej z wykorzystaniem techniki ósemki wydaje się lepszym rozwiązaniem	Vos i wsp. 2018 [2]
Biofilm	Bakterie i grzyby mogą tworzyć biofilm w ciężkich infekcjach mostka. Osadza się on często na ciałach obcych, na przykład może to być stalowy drut. Jednocześnie powoduje, że antybiotyk nie przedostaje się do przyczyny powstałego zakażenia. Biofilm wykryto nawet na wygojonej powierzchni rany. Zależność pomiędzy gospodarzem a biofilmem będzie zależała od składu bateryjnego oraz lokalizacji biofilmu	Darouiche 2004 [25] Bianchi i wsp. 2012 [26] Gurjala i wsp. 2011 [27]
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>S. aureus</i> kolonizuje skórę nosicieli, jamę nosową oraz może prowadzić do zakażenia otwartych czy niezagojonych ran pooperacyjnych. Jest uważany za wiodący patogen w środowisku szpitalnym na całym świecie. Wielu autorów wskazuje, że bakteria ta jest czynnikiem ryzyka powstania głębokiego zakażenia rany mostka. Niektóre badania naukowe wskazują na brak zależności pomiędzy <i>S. aureus</i> a zmniejszeniem infekcji miejsca operowanego. Nie ma dokładnych badań dotyczących skuteczności odkażania nosa w celu zapobiegania zakażeniu miejsca operowanego. Nadal uważa się, że skuteczność odkażania nosa zależy od zastosowanego środka antyseptycznego oraz antybiotyku i jego dawki. W literaturze przedstawiane są wyniki badań mikrobiologicznych wskazujące, że wiodącym patogenem odpowiedzialnym za zakażenie miejsca operowanego po operacji na otwartym sercu jest właśnie <i>S. aureus</i>	Vos i wsp. 2018 [2] Jakob i wsp. 2000 [28] Morisaki i wsp. 2016 [29]
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	W kilku badaniach, w tym niedawno przeprowadzonych w Polsce, wykazano, że patogenem dominującym u pacjentów z zakażoną raną mostka był <i>S. epidermidis</i>	Cierzniaowska i wsp. 2020 [24] Kotnis-Gąska i wsp. 2018 [30] Ennker i wsp. 2009 [31]
Transfuzja produktów krwiopochodnych	Istnieje silny związek między transfuzją produktów krwiopochodnych a rozwojem głębokiego zakażenia rany mostka. Metaanaliza wykazała, że transfuzja preparatów krwiopochodnych była związana z prawie 3-krotnym wzrostem ryzyka wystąpienia zakażenia rany mostka. Aktualne dane są sprzeczne co do tego, który preparat krwi jest związany z największym ryzykiem. Przeprowadzone badania wskazują, że transfuzja dwóch lub więcej jednostek płytek krwi związała się ze zwiększonym ryzykiem głębokiego zakażenia rany mostka. Transfuzja preparatów krwi (4 lub więcej jednostek koncentratu krwinek czerwonych) może prowadzić do zahamowania układu odpornościowego biorcy i do zwiększonej podatności na infekcje	Crabtree i wsp. 2004 [23] Cutrell i wsp. 2016 [32] Banbury i wsp. 2006 [33] Balachandran i wsp. 2016 [19] Crabtree i wsp. 2004 [23]
Wydłużony czas krążenia pozaustrojowego i zabiegu	Krążenie pozaustrojowe może być czynnikiem ryzyka głębokiego zakażenia rany mostka. Matros i wsp. stwierdzili, że jedynym statym czynnikiem ryzyka w ciągu 15-letniego okresu badania był wydłużony czas krążenia pozaustrojowego. Przedłużające się zabiegi chirurgiczne mogą prowadzić do wysychania tkanek, a tym samym zwiększać możliwości zakażenia rany	Matros i wsp. 2010 [22] Wang i wsp. 2000 [34] Ridderstolpe i wsp. 2001 [15]
Tryb przyjęcia	Większe ryzyko głębokiego zakażenia rany mostka występuje u pacjentów przyjętych w trybie nagłym niż planowym	Sakamoto i wsp. 2003 [35]
Rodzaj zabiegu	Pacjenci poddawani połączonym zabiegom zastawkowym i pomostowania tętnic wieńcowych oraz zabiegom aortalnym mają wysoki wskaźnik głębokich zakażeń rany mostka. Największe ryzyko zakażenia miejsca operowanego występuje w przypadku operacji łączonych, na przykład pomostowanie tętnic wieńcowych z wymianą zastawki	Filsoufi i wsp. 2009 [36]

metod diagnostycznych opartych na obrazowaniu (RTG, CT, MRI) i parametrach laboratoryjnych (białko C-reaktywne, prokalcytonina, leukocyty). Rozpoznanie i zdefiniowanie objawów podmiotowych i przedmiotowych oraz analiza wyników badań laboratoryjnych i radiologicznych pozwala rozróżnić destrukcje powierzchowne od głębokich i penetrujących [39]. Radiogram klatki piersiowej to najprostsze, podstawowe badanie

radiologiczne wykorzystywane do rozpoznania zakażenia rany mostka. Jego celem jest wykrycie m.in. odmy śródpiersia czy obecności płynu w jamie opłucnej. Zgodnie z rekomendacjami tomografia komputerowa (CT) i rezonans magnetyczny (MRI) są istotne i bardziej precyzyjne w szacowaniu nieprawidłowości w obrębie śródpiersia [40]. Zastosowanie MRI w ciągu pierwszych 6 tygodni po zabiegu jest przeciwwskazane ze względu



SWI (sternal wound infection) – powierzchowne zakażenie rany mostka, DSWI (deep sternal wound infection) – głębokie zakażenie rany mostka

**Ryc. 1.** Warstwy anatomiczne a powierzchowna i głęboka infekcja rany mostka [6]

na zastawki serca, druty czy urządzenia kardiostymulujące [6]. Według Abu-Omar oraz Gudbjartsson dwóch na trzech chorych jest zdiagnozowanych w czasie 2 tygodni po przebytej operacji [39, 41]. Zazwyczaj są to objawy od zaczerwienienia skóry wokół rany do silnego bólu odczuwanego w klatce piersiowej, jak również rozjęście się części lub całej rany z obnażeniem struktur kostnych mostka sugerujące głębokie zakażenie. Główne cechy charakteryzujące zakażenie miejsca operowanego to przede wszystkim ból, tkliwość rany, obrzęk, zaczerwienienie, wysięk treści ropnej, rozwarstwienie rany, wzmożone ocieplenie tkanek [24, 41].

### Głębokie zakażenie rany mostka

Nienaruszona skóra tworzy barierę ochronną przed drobnoustrojami. Zakażenie drobnoustrojami stanowi jedną z najczęstszych przyczyn opóźnień w gojeniu się rany pooperacyjnej. Biofilm to wysoce ustrukturyzowane, trójwymiarowe skupisko drobnoustrojów (bakterie lub grzyby) osadzone w samodzielnie wytworzonej zewnątrzkomórkowej matrycy polimerowej (*extracellular polymeric substance* – EPS). Koncepcja higieny rany opracowana przez europejskich ekspertów została oparta na założeniu, że w 60–90% przypadków drobnoustroje tworzące biofilm są główną przyczyną opóźnionego procesu gojenia, który jest zauważalny już kilka dni od potencjalnego urazu (w tym przypadku zabiegu) [8, 12, 27]. Biofilm może zasiedlać implanty i wprowadzony do organizmu sprzęt medyczny, silnie predysponując do infekcji, a także powodować oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe, w tym antybiotyki [8, 26].

Około 20 lat temu śmiertelność po głębokich infekcjach mostka w ciągu 30 dni była bardzo wysoka, średnio 20,0–45,0%. W kilku pracach szczegółowo zbadano śmiertelność długoterminową. Sjögren i wsp., Baillot i wsp. oraz Tarzia i wsp. [42–44] zwracają uwagę, że śmiertelność w znacznym stopniu się zmniejszyła

i obecnie mieści się w granicach 1,0–14,0%. Ridderstolpe i wsp. przedstawili 30-dniową śmiertelność na poziomie 1%, a w skali 12-miesięcznej obserwacji 7,2% [15]. Według Goh śmiertelność wynosi od 1,1% nawet do 19,0% [45].

Głębokie zakażenie rany mostka obecnie występuje dość rzadko, ale jest potencjalnie bardzo wyniszczającym powikłaniem w kardiochirurgii. Jak podają Phoon i Hwang, częstość występowania DSWI wynosi 0,2–3,0% [16]. Kilku autorów zwraca uwagę, że pomimo niskiej częstości występowania wiąże się ono z wydłużonymi pobytami w szpitalu, wysokimi kosztami i zwiększonym wskaźnikiem śmiertelności 30-dniowej oraz rocznej [46–48]. Powikłania gojenia mogą mieć formę rozejścia się brzegów rany pooperacyjnej bez cech zakażenia, powierzchownego zakażenia bez zakażenia mostka oraz niestabilności mostka, aż do głębokiej infekcji z rozejściem się rany lub bez rozejścia mostka [24]. Ostre DSWI na ogół rozwija się w czasie 30 dni po przebytej operacji kardiochirurgicznej [39].

### Leczenie ogólne – farmakoterapia

Zakażenia okołoperacyjne po zabiegach kardiochirurgicznych, w tym ZMO, są związane głównie z zakażeniami rany pooperacyjnej, zakażeniami krwi, zapaleniem płuc i zapaleniem okrężnicy wywołanym przez bakterie tlenowe i beztlenowe. Występowanie powikłań infekcyjnych przedłuża hospitalizację, zwiększa koszty leczenia i dramatycznie wpływa na przeżycie – ryzyko zgonu wynosi ok. 5,0% w całkowitej liczbie zabiegów kardiochirurgicznych. Okołooperacyjna profilaktyka antybiotykowa (APO) przed operacją kardiochirurgiczną jest zalecana w celu zmniejszenia częstości występowania poważnych infekcji [49]. Antybiotyki redukują liczbę zakażeń chirurgicznych o ok. 1/5, zaleca się ich stosowanie przy wszystkich operacjach wykonywanych w obrębie serca [39]. Pacjenci poddawani operacji kardiochirurgicznej otrzymują całą gamę profilaktycznych antybiotyków [50]. Dobór antybiotyku do APO może być empiryczny lub celowany, zależy przede wszystkim od rodzaju drobnoustrojów potencjalnie zagrażających ranie powstałej w wyniku interwencji chirurgicznej [51, 52]. W prewencji infekcji bakteriami, zwłaszcza Gram-ujemnymi, preferowane są cefalosporyny I i II generacji [5, 52]. Garey i wsp. porównali cefuroksym z kombinacją ryfampicy, wankomycyny oraz gentamycyny i wykazali znaczny spadek liczby infekcji rany w obrębie mostka [53]. Sousa-Uva i wsp. w grupie chorych poddawanych rewaskularyzacji wieńcowej porównali schemat działania cefazoliny z połączeniem cefazoliny i gentamycyny, ale nie zaobserwowali istotnych różnic w występowaniu ZMO. Autorzy zwrócili uwagę, że wdrożenie protokołów szpitalnych, w tym przedoperacyjnych testów skórnych, może być skutecznym narzędziem zmniejszającym częstość zakażeń wewnątrzszpitalnych, obniżającym koszty antybiotykoterapii oraz po-

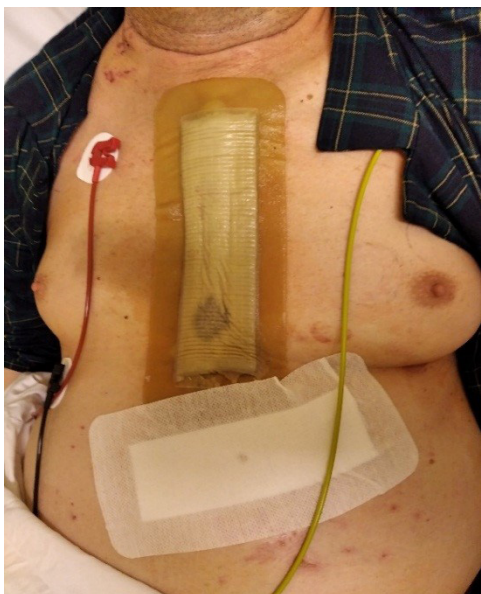
prawiającym stan chorych [54]. Stosowanie cefalosporyny w profilaktyce chirurgicznej jako antybiotyku pierwszego rzutu jest poparte m.in. metaanalizami, które podkreślają, że  $\beta$ -laktamy są skuteczniejsze od glikopeptydów w zwalczaniu infekcji rany mostka [55]. Wykazano również, że w przypadku operacji kardiochirurgicznych skuteczność cefazoliny w zapobieganiu ZMO jest znacznie większa niż cefuroksymu [56]. Cefazolina w praktyce klinicznej charakteryzuje się dużą skutecznością oraz dobrze poznaną farmakodynamiką i farmakokinetyką. W praktyce zaleca się dostosowanie jej dawkowania do masy ciała, w szczególności u pacjentów otyłych [52]. Należy również wziąć pod uwagę grupę pacjentów uczulonych na antybiotyki  $\beta$ -laktamowe. Zastosowanie antybiotyków alternatywnych u tych pacjentów powinno być poprzedzone dokładnie zebraniem wywiadem, aby ustalić rodzaj nadwrażliwości. W przypadku potwierdzenia uczulenia na  $\beta$ -laktamy najczęściej stosowanymi lekami są klindamycyna (nieaktywna wobec tlenowych pałeczek Gram-ujemnych) lub wankomycyna, która wykazuje aktywność wyłącznie wobec bakterii Gram-dodatnich [51]. Obecnie główne wytyczne *Society of Thoracic Surgeons* dotyczące leczenia okołoperacyjnego w kardiochirurgii dorosłych zalecają podanie pierwszej dawki cefazoliny w formie dożyłnej w czasie < 60 min od wykonania nacięcia, co ma zapewnić obecność antybiotyków w tkance w chwili rozpoczęcia operacji. Te same wytyczne zalecają 48-godziną profilaktykę antybiotykową u pacjentów kardiochirurgicznych. Wyjątek stanowią zabiegi z zastosowaniem hipotermii i krążenia pozaustrojowego, gdzie czas trwania APO przedłuża się maksymalnie do 48 godzin po operacji, oraz operacje z pozostawieniem otwartego mostka. W takiej sytuacji okołoperacyjną profilaktykę antybiotykową utrzymuje się do czasu odroczonego zamknięcia mostka [51, 52]. Istnieją również badania opisujące korzyści z dożyłnej profilaktyki antybiotykowej z zastosowaniem cefalosporyny I generacji, która trwa przynajmniej 24 godz. [2]. Co ciekawe, metaanaliza z 2017 r. podważa powszechnie akceptowany 60-minutowy czas profilaktycznego podania antybiotyku – brak różnic w ryzyku wystąpienia ZMO w porównaniu z podaniem antybiotyku w ciągu 120 min przed nacięciem skóry [16, 57]. Według aktualnych badań zastosowanie profilaktycznej antybiotykoterapii przez ponad 48 godz. nie przynosi efektów. Potwierdziło to m.in. badania kliniczne z randomizacją (*randomized controlled trial* – RCT) autorstwa Vos i wsp. [2]. Niemniej badanie pilotażowe przeprowadzone w 2018 r. przez Oostveen i wsp. wskazuje, że profilaktyka antybiotykowa powyżej 24 godz. może wpływać korzystnie na zapobieganie ZMO, ale istnieje ryzyko błędu systematycznego oraz jednorodności zastosowanych antybiotyków w poszczególnych badaniach [50]. Wybór profilaktyki antybiotykowej może się różnić w poszczególnych ośrodkach kardiochirurgicznych. Przedłużona terapia antybiotykowa według Harbarth i wsp. może być związana z toksycznością leków, zakażeniem *Clostridium difficile*, pojawieniem się opornych szczepów bakteryjnych oraz zwiększonymi

kosztami opieki zdrowotnej [58]. Lador i wsp. wskazują, że czas działania krótszy niż 24 godz. profilaktycznej antybiotykoterapii pooperacyjnej może być związany ze wzrostem wskaźnika DSWI [59]. Badania te przytoczyli w przeglądzie z 2020 r. Phoon i Hwang [16]. Niemniej Vos i wsp. w swojej metaanalizie nie wskazali wyraźnych danych potwierdzających, że czas podania antybiotyku krótszy bądź dłuższy jest mniej lub bardziej skuteczny [2]. U pacjentów, u których stwierdzono nosicielstwo szczepów opornych na metycylinę (*methicillin-resistant Staphylococcus aureus* – MRSA) w APO stosuje się wankomycynę. Należy pamiętać, że mimo aktywności tego leku w stosunku do MRSA jest on mniej korzystny w zapobieganiu ZMO wywołanym przez szczepy metycylinowrażliwe (*methicillin-susceptible Staphylococcus aureus* – MSSA) [60]. W niektórych klinikach kardiochirurgicznych u pacjentów skolonizowanych przez MRSA stosuje się wankomycynę w połączeniu z cefazoliną. Wielodyscyplinarna ocena każdego pacjenta, z zaangażowaniem specjalistów chorób zakaźnych i kardiochirurgów, pozostaje kluczowa dla zrównoważenia zarówno krótkoterminowych, jak i długoterminowych zagrożeń oraz korzyści związanych z ewentualną ponowną interwencją chirurgiczną w połączeniu z celowaną farmakoterapią [61].

## Leczenie miejscowe

### Opatrunki aktywne

W kardiochirurgii preparaty antyseptyczne są powszechnie stosowane w celu zmniejszenia kontaminacji oraz krytycznej kolonizacji bakterii [62]. Środki antyseptyczne są toksyczne dla drobnoustrojów, dlatego stosuje się je przede wszystkim w celu zapobiegania zakażeniu rany operacyjnej. W profilaktyce pierwotnej zaleca się dbałość o czystość skóry – toaleta ciała, kąpiel, strzyżenie to podstawowe miejscowe działania prewencyjne. W przeglądzie Franco i wsp. [63] oraz Webster i wsp. [64] zastosowanie 4% chlorheksydyny nie wpłynęło istotnie na spadek wskaźnika ZMO [16, 63, 64]. Wytyczne *European Association for Cardio-Thoracic Surgery* (EACTS) zalecają stosowanie mydła podczas kąpieli czy prysznic w dniu zabiegu, a wytyczne *Association for Thoracic Surgery* (AATS) sugerują, że chlorheksydyna może być przydatna w ograniczeniu bakteryjnej infekcji skóry [16]. Niemniej nie został wskazany żaden konkretny środek antyseptyczny, który mógłby mieć silną rekomendację. Wiele badań wykazało, że mycie skóry wieczorem poprzedniego dnia lub rano w dniu zabiegu zdecydowanie zmniejsza liczbę zakażeń chirurgicznych [39]. Należy również pamiętać o sposobie przygotowania klatki piersiowej przed zabiegiem. Według wytycznych CDC dotyczących zapobiegania ZMO zalecane jest przycinanie włosów np. za pomocą strzygarki zamiast klasycznej maszynki do golenia [5, 62]. Istnieją dowody z dużych RCT, że mupirocyna podawana donosowo dwa razy na dobę przez 4 dni przed operacją kardiochirurgiczną znacznie zmniejsza ryzyko ZMO u pa-

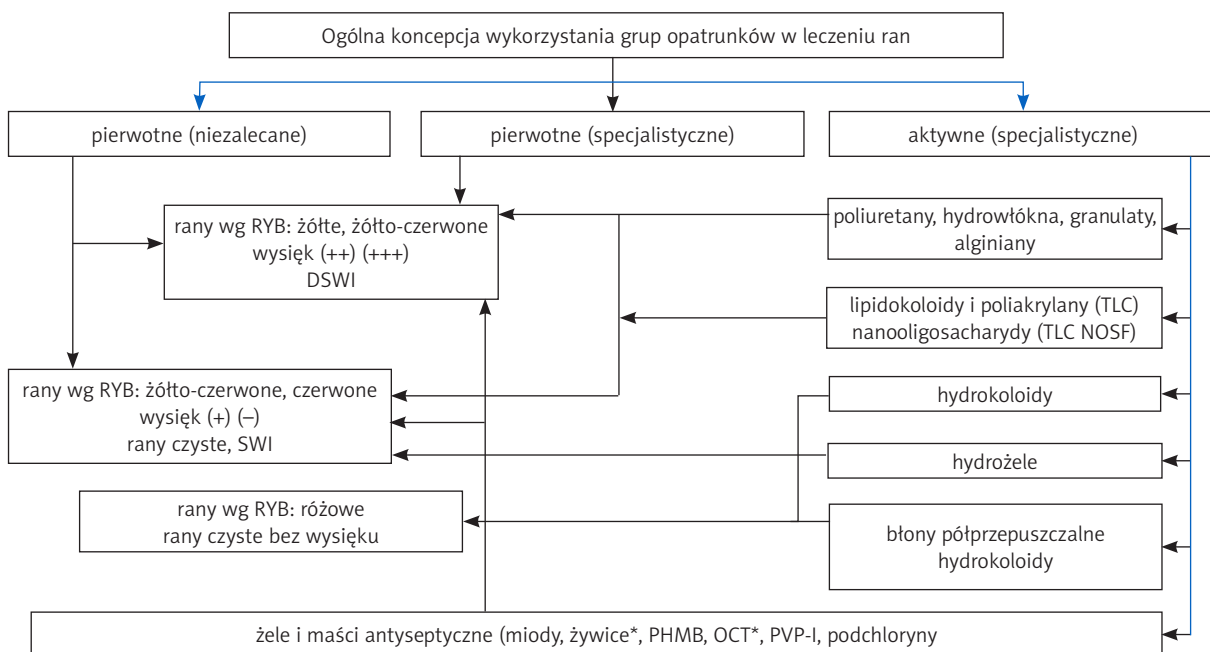


Ryc. 2. Zastosowanie opatrunku hydrowłóknowego w pierwszych dobach na ranę mostka (materiał własny)

cjentów, u których wiadomo o kolonizacji jamy nosowo-gardłowej przez *Staphylococcus aureus* [65, 66]. Autorzy metaanalizy z 2017 r. nie wykazali jednak oczywistych korzyści z takiego postępowania [67]. Szczegółowe wytyczne dotyczące opieki nad pacjentem chirurgicznym w zakresie profilaktyki okooperacyjnej i profesjonalnej opieki znalazły się w zaleceniach Polskiego Towarzystwa

Pielęgniarstwa Angiologicznego (PTPA), których autorzy szczegółowo (15 zaleceń) przeanalizowali i wskazali kierunki działań w opiece nad chorym w okresie okołoperacyjnym [68].

Duże wyzwanie w leczeniu ran pooperacyjnych stanowi przemyślany dobór opatrunku na ranę. Obecnie na rynku jest bardzo dużo różnego rodzaju wyrobów medycznych (opatrunki aktywne, hydrożele antyseptyczne, płyny i maści antyseptyczne). Według wytycznych opracowanych przez ekspertów Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran (PTLR) w przypadku rany zagrożonej infekcją w pierwszej kolejności należy zastosować preparat, który poza substancją antybakteryjną zawiera surfaktant [68, 69]. Surfactanty to związki chemiczne, które wykazują zdolność do adsorpcji. Są wykorzystywane w przemyśle spożywczym, chemicznym i w medycynie. Biosurfaktanty to związki powierzchniowo czynne, które uzyskano podczas procesów biosyntezy mikrobiologicznej dzięki bakteriom oraz drożdżom. Jako związki amfifilowe redukują napięcie powierzchniowe [70]. Wybór opatrunku dla konkretnej rany jest bardzo istotny, gdyż celem jest uzyskanie szybszego efektu gojenia [71]. Przy doborze opatrunku należy wziąć pod uwagę stan rany, ilość wysięku, ryzyko, już obecne cechy infekcji oraz preferencje pacjenta. Wytyczne i konsensusy światowych i krajowych towarzystw naukowych (PTLR, Stowarzyszenie Naukowe Leczenia Ran – SNLR) wskazują na możliwość zastosowania określonych wyrobów medycznych w zależności od fazy gojenia i potencjalnej infekcji rany [72–74].



\*Nie stosować w ranach penetrujących do kości bez możliwości swobodnego odpływu

Ryc. 3. Podział i ogólna koncepcja wykorzystania opatrunków aktywnych w leczeniu zakażenia miejsca operowanego i głębokiego zakażenia rany mostka (opracowanie własne)



**Ryc. 4.** Zastosowanie larwoterapii w oczyszczeniu głębokiego zakażenia rany mostka. **A** – Forma zamknięta – Biofenicia® (Biomantis, Kraków). **B** – Forma luźna (Biolab, Kędzierzyn Koźle) (materiał własny)

Popularność biomateriałów określanych w medycynie jako nowoczesne, aktywne opatrunki czy opatrunki specjalistyczne wynika z biokompatybilności determinującej przyspieszenie procesu gojenia, immunostymulacji, eliminacji biofilmu, regulacji środowiska rany i ochrony nowo powstałych tkanek. W połowie lat 90. syntetyczne opatrunki zostały rozszerzone o różne grupy produktów – syntetyczne opatrunki piankowe, hydrożele, hydrokoloidy, hydrowłókna (ryc. 2), alginiany, paroprzepuszczalne folie przylepne, opatrunki zawierające srebro i kolagen. Obecnie panel wyrobów medycznych jest znacznie szerszy, zestawienie przedstawia rycina 3 [71]. Nowoczesne opatrunki na ranę zostały opracowane, aby wspomagać gojenie w zależności od rodzaju rany i jej przyczyny. Na rynku jest dostępnych wiele produktów, dlatego odpowiedni dobór jest trudnym zadaniem dla personelu medycznego [75].

W 2007 r. Segers i wsp. opublikowali wyniki badań porównujących opatrunki nieprzepuszczalne z przepuszczalnymi u pacjentów po zabiegach kardiochirurgicznych. W badaniu wzięło udział 1185 osób wybranych losowo. Wskaźnik ZMO wyniósł 2,6–3,3%. Nie potwierdzono, by nieprzepuszczalny opatrunek zapobiegał ZMO [76].

Kilka lat wcześniej Wynne i wsp. przedstawili wyniki badań, w których porównali działanie opatrunków hydrokoloidowych, hydroaktywnych i suchochłonnych. Nie odnotowali istotnej statystycznie różnicy w częstości występowania głębokiej infekcji rany mostka ani

powierzchnowego zakażenia rany. Dlatego nie stwierdzono efektywności opatrunków hydroaktywnych czy hydrokoloidowych w zapobieganiu ZMO [77]. Vos i wsp. [2] w swoim przeglądzie literatury opartej na 48 RCT uwzględnili wyniki obu wspomnianych prac [76, 77] i sformułowali wniosek, że profilaktyka antybiotykowa z użyciem cefalosporyn I generacji przez co najmniej 24 godz., zastosowanie miejscowo gentamycyny przed zamknięciem klatki piersiowej, zamknięcie mostka za pomocą stalowych drutów ósemkowych oraz pooperacyjne podparcie klatki piersiowej za pomocą gorsetu lub kamizelki to skuteczne metody profilaktyki zakażeń mostka. Zaopatrzenie rany opatrunkiem sekwestrującym wysięk (alginian, hydrowłókno, poliuretan) i mającym działanie antyseptyczne hamujące rozwój biofilmu bakteryjnego, co niewątpliwie zmniejsza ryzyko miejscowej infekcji. Biorąc pod uwagę rekomendacje dotyczące wykorzystania larwoterapii (*maggot debridement therapy* – MDT) w ranach o cechach infekcji, należy rozważyć zastosowanie larw medycznych (ryc. 4). Działanie przeciwdrobnoustrojowe czerwi zaobserwowano również w przypadku bakterii charakteryzujących się dużą opornością na antybiotyki, takich jak *Pseudomonas aeruginosa* i *Staphylococcus aureus*. Eliminacja biofilmu w tych przypadkach jest szczególnie ważna ze względu na wysoką odporność na penetrację i działanie układu immunologicznego człowieka oraz na antybiotyki [78, 79]. Chociaż nie odnaleziono szczegółowych danych w zakresie zastosowania MDT w DSWI,





Ryc. 5. Zastosowanie terapii podciśnieniowej u pacjentki w warunkach bloku operacyjnego (materiał własny)

koncepcja wykorzystania tej metody i doświadczenia eksperckie zachęcają do zgłębienia tej problematyki. Palfreyman założył, że decyzje dotyczące miejscowego i systemowego leczenia ran różnią się wśród chirurgów i często opierają się na opiniach ekspertów, dokonat metaanalizy przeglądów systematycznych Cochrane (CSR) i wysunął wnioski dotyczące skuteczności: metod oczyszczania miejscowego, miodu medycznego, profilaktyki antybiotykowej, kompresji, kremu lidokainowo-prilokainowego, przeszczepów skóry, antyseptyków, tlenoterapii hiperbarycznej [80].

#### Lokalne zastosowanie antybiotyku

Pomimo ciągłego rozwoju prewencji okołoperacyjnej i technik chirurgicznych ryzyko zakażenia rany jest stałym zagrożeniem w procesie leczenia i profesjonalnej opieki. Występowanie głębokich infekcji, zwłaszcza wywołanych florą Gram-ujemną, może wymagać leczenia miejscowego. Wykorzystanie miejscowe pewnych grup antybiotyków jest kontrowersyjne, ale aminoglikozydy znalazły uznanie, zwłaszcza w przypadku wrażliwej flory bakteryjnej, w tym *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa* [81]. W ostatnich latach popularne staje się zastosowanie gąbek z gentamycyną i kolagenem (Geramicin®) oraz preparatów na bazie siarczanu wapnia (Stimulan®). W 2015 r. Kowalewski i wsp. w metaanalizie wykazali, że zastosowanie gąbki z gentamycyną i kolagenem przed zamknięciem mostka zmniejszyło o ok. 40,0% częstość występowania zakażeń po sternotomii [82]. Powyższe wyniki miały odzwierciedlenie w metaanalizie z 2018 r. przeprowadzonej przez Vos i wsp., która wykazała zmniejszenie DSWI w przypadku zastosowania miejscowo gentamy-

cyny przed zamknięciem mostka [2]. W prospektywnym badaniu z randomizacją Eklund i wsp. porównali grupę pacjentów po implantacji gąbki z gentamycyną i kolagenem przed zamknięciem mostka z grupą kontrolną. Wszyscy zakwalifikowani pacjenci otrzymali dożylną profilaktykę przeciwbakteryjną – cefuroksym lub cefuroksym z wankomycyną. Pooperacyjne wystąpienie ZMO nie było istotne statystycznie w obu grupach. Ponieważ istnieją liczne czynniki ryzyka zakażenia, zaleca się zastosowanie dodatkowych środków u pacjentów należących do grupy najwyższego ryzyka. W tej grupie miejscowe środki przeciwbakteryjne – gąbka z gentamycyną i kolagenem – mogą mieć korzystny wpływ [81]. Zgodnie z aktualnymi wytycznymi zaleca się miejscową antybiotykoterapię wzdłuż brzegów rany mostka [3]. Miejscowe zastosowanie wankomycyny na brzegi mostka w połączeniu ze ścisłą kontrolą glikemii i APO pomaga wyeliminować zakażenia ran u pacjentów kardiochirurgicznych [83]. Pomimo tych doniesień wciąż istnieją silne obawy dotyczące pojawienia się szczepów opornych na antybiotyki.

#### Zastosowanie kamizelki

Lazar i wsp. zasugerowali zastosowanie zewnętrznej kamizelki, której zadaniem jest stabilizowanie klatki piersiowej i ograniczenie ryzyka infekcji [3]. Skuteczność kliniczną wzmocnienia mostka za pomocą kamizelki *pas torako* potwierdzili w 2009 r. Golritzer i wsp. W grupie 455 pacjentów noszących kamizelkę przez 6 tygodni po zabiegu kardiochirurgicznym odnotowali pozytywny wynik w zapobieganiu braku stabilności mostka, a ryzyko DSWI znacznie się zmniejszyło [84]. Tewarie i wsp. porównali bandaż elastyczny z gorsetem podtrzymującym u pacjentów z wysokim ryzykiem. W tych badaniach również odnotowano spadek DSWI. Powyższe badania zostały uwzględnione w metaanalizie Vos i wsp. [2]. Dodatkowo Lemaigen i wsp. w swojej pracy zasugerowali, że napięcie piersi u kobiet po zabiegu kardiochirurgicznym może być dodatkowym czynnikiem ryzyka opóźnienia gojenia rany i wysięku, a w konsekwencji może powodować ZMO [4].

#### Terapia kontrolowanym podciśnieniem

Oprócz stosowania wyrobów medycznych o działaniu antyseptycznym i stymulującym procesy regeneracyjne na uwagę zasługuje kontrolowane ujemne ciśnienie (*negative pressure wound therapy* – NPWT). Jest to małoinwazyjna, powszechnie akceptowana, fizykalna metoda wspomagająca miejscowe leczenie ran otwartych o różnej etiologii. W ranach pooperacyjnych i trudno gojących się wykorzystanie NPWT daje duże możliwości terapeutyczne, szczególnie w ranach głębokich z cechami infekcji i dużym wysiękiem (ryc. 5). Pozytywny wpływ na gojenie się ran jest uwarunkowa-

ny czterema mechanizmami podstawowymi (makrodeformacja, mikrodeformacja, usuwanie płynów, zmiany środowiska rany) oraz mechanizmami wtórnymi (neurogeneza, angiogeneza, modulacja zapalenia, zmiany obciążenia biologicznego) [85–87]. Kontrolowane podciśnienie może być wykorzystane w ramach profilaktyki ZMO (zaopatrzenie rany na bloku operacyjnym zestawem PICO®, Avelle®, Advence Solo®), a także w procesie leczenia infekcji mostka (system Vivano®, ActiVac®, VacUltra®, Renasys®) [39, 87]. Technika ta sprzyja gojeniu się ran, stabilizuje tkanki w obrębie mostka poprzez ciągłe usuwanie zdewitalizowanych tkanek i wysięku. Ujemne ciśnienie stymuluje perfuzję w obrębie rany i sprzyja tworzeniu ziarniny, dodatkowo rana jest zamknięta, a mostek stabilny, co powoduje zmniejszenie bólu oraz ułatwia choremu chodzenie i wstawanie. Coraz więcej oddziałów kardiologii wdraża NPWT zarówno w profilaktyce, jak i w przypadku infekcji mostka [53, 87, 88]. Cierznikowska i wsp. przebadali 39 osób po zabiegach kardiologicznych (1554 zabiegi w latach 2016–2019), u których wystąpiło ZMO (ok. 5,0%). Średni czas utrzymania NPWT na ranie mostka wyniósł 17,61 ±14,0 dni, średni czas hospitalizacji 39,43 ±29,0 dni. Zwrócono uwagę, że zakażenie miejsca operowanego wywoływał najczęściej *Staphylococcus epidermidis* w grupie mężczyzn. Stosowanie NPWT w obrębie mostka wydłużyło hospitalizację, niestety autorzy nie odnieśli się do korzyści związanych z wdrożeniem NPWT [24].

## Podsumowanie

Działania prewencyjne prowadzone przez personel medyczny (pielęgniarki, lekarze) zmniejszają ryzyko DSWI. Pielęgniarki opatrunkowe i prowadzące opiekę profesjonalną powinny być odpowiedzialne za codzienną kontrolę chorego z raną pooperacyjną, dokumentowanie wyników obserwacji i pomiarów. Wczesne rozpoznanie zakażenia miejscowego pozwala na wdrożenie szybkiego leczenia. Prowadzenie szeroko pojętej edukacji i poradnictwa dla chorego i/lub jego rodziny w zakresie postępowania z raną pooperacyjną w warunkach domowych i sytuacji wymagających konsultacji z chirurgiem powinno być wdrożone przed wypisem ze szpitala. Ocena przygotowania chorego do samoopieki i samokontroli oraz przekazanie choremu materiałów edukacyjnych w formie pisemnej są rekomendowanymi działaniami w procesie opieki i leczenia każdego chorego chirurgicznego [68].

## Wnioski

Zakażenie rany mostka jest poważnym powikłaniem operacji kardiologicznej, które zwiększa czę-

stość hospitalizacji, koszty leczenia i śmiertelność. Opieka nad pacjentem kardiologicznym wymaga zaangażowania całego zespołu terapeutycznego przed zabiegiem, w trakcie oraz po zabiegu. Stosowanie rekomendowanych środków i technik zaopatrzenia rany zmniejsza ryzyko powikłań.

*Autorzy deklarują brak konfliktu interesów*

## Piśmiennictwo

- Diez C, Koch D, Kuss O i wsp. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery – a retrospective analysis of 1700 patients. *J Cardiothorac Surg* 2007; 20: 2-23.
- Vos RJ, Van Putte B, Kloppenburg G. Prevention of deep sternal wound infection in cardiac surgery: a literature review. *J Hosp Infect* 2018; 100: 411-420.
- Lazar HL, Vander Salm T, Engelman R i wsp. Prevention and management of sternal wound infections. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2016; 152: 962-972.
- Lemaigen A, Birgand G, Ghodhbane W. Sternal wound infection after cardiac surgery: incidence and risk factors according to clinical presentation. *Clin Microbiol Infect* 2015; 21: 611-674.
- Berrios-Torres S, Umscheid SA, Bratzler DW i wsp. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the prevention of surgical site infection. *JAMA Surg* 2017; 152: 784-791.
- Sharif M, Chris Ho Ming Wong Ch, Harky A. Sternal wound infections, risk factors and management – how far are we? A literature review. *Heart Lung Circ* 2019; 19: 835-843.
- Fry DE. Fifty ways to cause surgical site infections. *Surg Infect* 2011; 12: 497-500.
- Atkin L, Bučko Z, Conde Montero E i wsp. Implementing TIMERS: the race against hard-to-heal wounds. *J Wound Care* 2019; 28 (3 Suppl 3): 1-49.
- James GA, Swogger E, Wolcott R i wsp. Biofilms in chronic wounds. *Wound Repair Regen* 2008; 16: 37-44.
- Romling U, Balsalobre C. Biofilm infections, their resilience to therapy and innovative treatment strategies. *J Intern Med* 2012; 272: 541-561.
- Enker IC, Pietrowski D, Vohringer L i wsp. Surgical debridement, vacuum therapy and pectoralis plasty in poststernotomy mediastinitis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009; 62: 1479-1483.
- Malone M, Bjarnsholt T, McBainet i wsp. The prevalence of biofilms in chronic wounds: A systematic review and meta-analysis of published data. *J Wound Care* 2017; 26: 20-25.
- Brandenburg KS, Calderon DF, Kierski PR. Novel murine model for delayed wound healing using a biological wound dressing with *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Microb Pathog* 2018; 122: 30-33.
- Ariyaratnam P, Bland M, Loubani M. Risk factors and mortality associated with deep sternal wound infections following coronary bypass surgery with or without concomitant procedures in a UK population: A basis for a new risk model? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010; 11: 543-546.
- Ridderstolpe L, Gill H, Granfeldt H i wsp. Superficial and deep sternal wound complications: incidence, risk factors and mortality. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20: 1168-1175.
- Phoon PHY, Hwang NC. Deep sternal wound infection: diagnosis, treatment and prevention. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2020; 34: 1602-1613.
- Trick WE, Scheckler WE, Tokars JL i wsp. Modifiable risk factors associated with deep sternal site infection after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119: 108-114.
- Furnary AP, Wu Y. Eliminating the diabetic disadvantage: The Portland Diabetic Project. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 18: 302-308.

19. Balachandran S, Lee A, Denehy L i wsp. Risk factors for sternal complications after cardiac operations: a systematic review. *Ann Thorac Surg* 2016; 102: 2109-2117.
20. Atkins ZB, Wolfe WG. Sternal Wound complications following cardiac surgery. W: *Special Topics in Cardiac Surgery*. Narin C (red.). IntechOpen 2012; 283-308.
21. Paulis R, Notaris S, Scaffa R i wsp. The effect of bilateral internal thoracic artery harvesting on superficial and deep sternal infection: The role of skeletonization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 129: 536-543.
22. Matros E, Aranki SF, Bayer LR i wsp. Reduction in incidence of deep sternal wound infections: Random or real? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139: 680-685.
23. Crabtree TD, Codd JE, Fraser VJ i wsp. Multivariate analysis of risk factors for deep and superficial sternal infection after coronary artery bypass grafting at a tertiary care medical center. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 16: 53-61.
24. Cierzniańska K, Kozłowska E, Popow A i wsp. Zastosowanie terapii podciśnieniowej w gojeniu ran po zabiegach kardiologicznych. *Leczenie Ran* 2020; 17: 79-87.
25. Darouiche RO. Treatment of infections associated with surgical implants. *N Engl J Med* 2004; 350: 1422-1429.
26. Bianchi T, Wolcott RD, Peghetti A i wsp. Recommendations for the management of biofilm: a consensus document. *J Wound Care* 2016; 25: 305-317.
27. Gurjala AN, Geringer MR, Seth AK i wsp. Development of a novel, highly quantitative in vivo model for the study of biofilm impaired cutaneous wound healing. *Wound Repair Regen* 2011; 19: 400-410.
28. Jakob HG, Borneff-Lipp M, Bach A i wsp. The endogenous pathway is a major route for deep sternal wound infection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17: 154-160.
29. Morisaki A, Hosono M, Murakami T i wsp. Effect of negative pressure wound therapy followed by tissue flaps for deep sternal wound infection after cardiovascular surgery: propensity score matching analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2016; 23: 397-402.
30. Kotnis-Gąska A, Mazur P, Olechowska-Jarząb A i wsp. Sternal wound infections following cardiac surgery and their management: a single-centre study from the years 2016-2017. *Kardiochir Torakochir Pol* 2018; 15: 79-85.
31. Ennker IC, Malkoc A, Pietrowski D i wsp. The concept of negative pressure wound therapy (NPWT) after poststernotomy mediastinitis – a single center experience with 54 patients. *J Cardiothorac Surg* 2009; 4: 5.
32. Cutrell JB, Barros N, McBroom M i wsp. Risk factors for deep sternal wound infection after cardiac surgery: Influence of red blood cell transfusions and chronic infection. *Am J Infect Control* 2016; 44: 1302-1309.
33. Banbury MK, Brizzio ME, Rajeswaran J i wsp. Transfusion increases the risk of postoperative infection after cardiovascular surgery. *J Am Coll Surg* 2006; 202: 131-138.
34. Wang FD, Chang CH. Risk factors of deep sternal wound infections in coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiovasc Surg* 2000; 41: 709-713.
35. Sakamoto H, Fukuda I, Oosaka M i wsp. Risk factors and treatment of deep sternal wound infection after cardiac operation. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 9: 226-232.
36. Filsoufi F, Castillo JG, Rahmanian PB i wsp. Epidemiology of deep sternal wound infection in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009; 23: 488-494.
37. Tegnell A, Aren C, Ohman L. Coagulase-negative staphylococci and sternal infections after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1104-1119.
38. Rogowski J, Jarmoszewski K, Siondalski P i wsp. Opieka pooperyacyjna po zabiegach kardiologicznych. *Choroby Serca i Naczyń* 2006; 3: 115-122.
39. Abu-Omar Y, Kocher GJ, Bosco P i wsp. European Association for Cardio-Thoracic Surgery expert consensus statement on the prevention and management of mediastinitis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; 51: 10-29.
40. Eklund AM, Lyytikäinen O, Klemets P i wsp. Mediastinitis after more than 10,000 cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 1784-1789.
41. Gudbjartsson T, Jeppsson A, Sjögren J i wsp. Sternal wound infections following open heart surgery – a review. *Scand Cardiovasc J* 2016; 50: 341-348.
42. Sjögren J, Gustafsson R, Nilsson J i wsp. Negative-pressure wound therapy following cardiac surgery: bleeding complications and 30-day mortality in 176 patients with deep sternal wound infection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011; 12: 117-120.
43. Baillet R, Cloutier D, Montalin L i wsp. Impact of deep sternal wound infection management with vacuum-assisted closure therapy followed by sternal osteosynthesis: a 15-year review of 23,499 sternotomies. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 37: 880-887.
44. Tarzia V, Carrozzini M, Bortolussi G i wsp. Impact of vacuum-assisted closure therapy on outcomes of sternal wound dehiscence-dagger. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014; 19: 70-75.
45. Goh SSC. Post-sternotomy mediastinitis in the modern era. *J Card Surg* 2017; 32: 556-566.
46. Juhl AA, Hody S, Videbaek TS i wsp. Deep sternal wound infection after open-heart surgery: A 13-year single institution analysis. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2017; 23: 76-82.
47. Sears ED, Wu L, Waljee JF i wsp. The impact of deep sternal wound infection on mortality and resource utilization: a population-based study. *World J Surg* 2016; 40: 2673-2680.
48. Graf K, Ott E, Vonberg RP i wsp. Economic aspects of deep sternal wound infections. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 37: 893-896.
49. Gelijns AC, Moskowitz AJ, Acker MA i wsp. Management practices and major infections after cardiac surgery. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64: 372-381.
50. Oostveen RB, Romero-Palacios A, Richard Whitlock R i wsp. Prevention of Infections in Cardiac Surgery study (PICS): study protocol for a pragmatic cluster-randomized factorial crossover pilot trial. *Trials* 2018; 17-19: 688.
51. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM i wsp. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm* 2013; 70: 195-283.
52. Jaworski R, Dzierżanowska-Fangrat K. Okołooperacyjne stosowanie antybiotyków w profilaktyce zakażeń. *Chirurgia po Dyplomie* 2021; 16.
53. Garey KW, Lai D, Dao-Tran TK i wsp. Interrupted time series analysis of vancomycin compared to cefuroxime for surgical prophylaxis in patients undergoing cardiac surgery. *Antimicrob Agents Chemother* 2008; 52: 446-451.
54. Sousa-Uva M, Head SJ, Milojevic M i wsp. 2017 EACTS Guidelines on perioperative medication in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2018; 53: 5-33.
55. Gudbjartsson T, Jeppsson A. [Wound infections following open heart surgery - review]. *Laeknabladid* 2019; 105: 177-182.
56. Sommerstein R, Atkinson A, Kuster SP i wsp. Antimicrobial prophylaxis and the prevention of surgical site infection in cardiac surgery: an analysis of 21 007 patients in Switzerland. *Eur J Cardiothorac Surg* 2019; 56: 800-806.
57. Jonge SW, Gans SL, Ateama JJ i wsp. Timing of preoperative antibiotic prophylaxis in 54,552 patients and the risk of surgical site infection: a systematic review and meta-analysis. *Medicine* 2017; 96: 903.
58. Harbarth S, Cosgrove S, Carmeli Y. Effects of antibiotics on nosocomial epidemiology of vancomycin resistant enterococci. *Antimicrob Agents Chemother* 2002; 46: 1619-1628.
59. Lador A, Nasir H, Mansur N i wsp. Antibiotic prophylaxis in cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. *J Antimicrob Chemother* 2012; 67: 541-550.
60. Bull AL, Worth LJ, Richards MJ. Impact of vancomycin surgical antibiotic prophylaxis on the development of methicillin-sensitive staphylococcus aureus surgical site infections: report from Australian Surveillance Data (VICNISS). *Ann Surg* 2012; 256: 1089-1092.
61. Giacobbe DR, Silvia Corcione S, Salsano A i wsp. Current and emerging pharmacotherapy for the treatment of infections following open-heart surgery. *Expert Opin Pharmacother* 2019; 20: 751-772.

62. Bryan CS, Yarbrough WM. Preventing deep wound infection after coronary artery bypass grafting: a review. *Tex Heart Inst J* 2013; 40: 125-139.
63. Franco LM, Cota GF, Pinto T i wsp. Preoperative bathing of the surgical site with chlorhexidine for infection prevention: Systematic review with meta-analysis. *Am J Infect Control* 2017; 45: 343-349.
64. Webster J, Osborne S. Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; (2): CD004985.
65. Allegranzi B, Bischoff P, de Jonge S i wsp. New WHO recommendations on preoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis* 2016; 16: 276-287.
66. Bode LGM, Kluytmans JAJW, Wertheim HFL i wsp. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med* 2010; 362: 9-17.
67. Liu Z, Norman G, Iheozor-Ejiofor Z i wsp. Nasal decontamination for the prevention of surgical site infection in *Staphylococcus aureus* carriers. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 5: CD012462.
68. Szewczyk M, Mościcka P, Cwajda-Białasik J i wsp. Recommendations for the prevention of surgical site infections during postoperative nursing care in surgery departments. *Pielęg Chir Angiol* 2015; 9: 73-91.
69. Bazaliński D, Szymańska P, Skórka M. Zastosowanie poliheksametylen biguanidu z poloksamerem 188 w miejscowym leczeniu ran przewlekłych o etiologii naczyniowej – doświadczenia własne. *Leczenie Ran* 2021; 18: 1-8.
70. Selvaraj D, Viswanadha VP, Elango S. Wound dressings – a review. *Biomedicine (Taipei)* 2015; 5: 22.
71. Kramer A, Dissemmond J, Kim S i wsp. Consensus on wound antiseptics: update 2018. *Skin Pharmacol Physiol* 2018; 31: 28-58.
72. Mospan B, Junka A, Bartoszewicz M. Nowe oblicze znanych związków w postępowaniu miejscowym w ranach przewlekłych. *Leczenie Ran* 2018; 15: 79-83.
73. Bartoszewicz M, Banasiewicz T, Bigda J i wsp. Zasady postępowania miejscowego i ogólnego w ranach/owrzodzeniach objętych procesem infekcji. *Forum Zakażeń* 2019; 10: 1-30.
74. Sopata M, Jawień A, Mrozikiewicz-Rakowska B i wsp. Wytyczne postępowania miejscowego w ranach niezakażonych, zagrożonych infekcją oraz zakażonych – przegląd dostępnych substancji przeciwdrobnoustrojowych stosowanych w leczeniu ran. *Zalecenia Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran*. *Leczenie Ran* 2020; 17: 1-21.
75. Degreef HJ. How to heal a wound fast. *Dermatol Clin* 1998; 16: 365-375.
76. Segers P, Jong AP, Spanjaard L i wsp. Randomized clinical trial comparing two options for postoperative incisional care to prevent poststernotomy surgical site infections. *Wound Repair Regen* 2007; 15: 192-196.
77. Wynne R, Botti M, Stedman H i wsp. Effect of three wound dressings on infection, healing comfort, and cost in patients with sternotomy wounds: a randomized trial. *Chest* 2004; 125: 43-49.
78. Sun X, Chen J, Zhan J i wsp. Maggot debridement therapy promotes diabetic foot. Wound healing by up-regulation of endothelial cell activity. *J Diabetes Complications* 2016; 30: 318-322.
79. Van der Plas MJ, Jukema GN, Wai SW i wsp. Maggot excretions/secretions are differentially effective against biofilms of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antimicrob Chemother* 2008; 61: 117-122.
80. Palfreyman S. Evidence-based decisions for local and systemic wound care. *Br J Surg* 2012; 99: 1172-1183.
81. Eklund AM. Prevention of sternal wound infections with locally administered gentamicin. *APMIS* 2007; 115: 1022-1024.
82. Kowalewski M, Pawliszak W, Zaborowska K i wsp. Gentamicin-collagen sponge reduces the risk of sternal wound infections after heart surgery: meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015; 149: 1631-1640.
83. Lazar HL, Ketchedjian A, Haime M i wsp. Topical vancomycin in combination with perioperative antibiotics and tight glycemic control helps to eliminate sternal wound infections. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014; 148: 1035-1040.
84. Grolitzer M, Folkmann S, Meinhart J i wsp. A newly designed thorax support vest prevents sternum instability after median sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36: 335-335.
85. Banasiewicz T. NPWT sentenced to success. *Negat Press Wound Ther* 2014; 1: 1-4.
86. Dowsett C, Davis L, Henderson V, Searle R. The economic benefits of negative pressure wound therapy in community-based wound care in the NHS. *Int Wound J* 2012; 9: 544-552.
87. Apleqvist J, Willy C, Fagerdahl AM i wsp. EWMA Document: Negative Pressure Wound Therapy. *J Wound Care* 2017; 26 (Suppl. 3): 1-154.
88. Thorup CB, Hougaard M, Blindum PF i wsp. Hospitalised patients' experiences during Negative Pressure Wound Therapy due to surgical site infection after vascular and cardiac surgery. *Int Wound J* 2018; 15: 707-716.