

Leczenie owrzodzeń za pomocą jonów srebra – aspekty praktyczne

Treatment of ulcers with silver ions – practical aspects



dr n. med. Grzegorz Liczner^{1,2}, dr n. med. Piotr Ligocki¹,
dr n. med. Piotr Karbowski¹, dr n. med. Marcin Jóźwiak¹,
dr hab. n. med. Michał Wiciński²

¹Klinika Chorób Wewnętrznych, 10 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką w Bydgoszczy

²Katedra Farmakologii i Terapii, Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Grzegorz Liczner – ORCID: 0000-0003-3505-3295

Nr art. Lek.202304.02 © P

■ **Słowa kluczowe:** jony i sole srebra, srebro TIAB, stopa cukrzycowa, owrzodzenia ostre i przewlekłe, leczenie zakażeń miejscowych.

■ **Streszczenie:** Właściwości lecznicze srebra znane były już w starożytności, czego dowodem są naczynia na wodę i wino używane przez Greków do jedzenia, picia oraz przechowywania żywności. Okazuje się, że rola tego pierwiastka w medycynie jest szersza niż myśłano. Sole srebra przez wiele lat wykorzystywano w pielęgnacji ran, owrzodzeń i oparzeń, jak również w zapobieganiu infekcji miejscowych i ogólnych (zabieg Credégo). Wprowadzenie antybiotyków do leczenia przeciwdrobnoustrojowego znacznie ograniczyło zastosowanie preparatów zawierających srebro, szczególnie w farmakoterapii zakażeń miejscowych. Jednakże w dobie narastającej lekooporności i nieskuteczności konwencjonalnej antybiotykoterapii stały się niezastąpione. Biorąc pod uwagę ich wielokierunkowy mechanizm działania, który znacząco różni się od znanych nam leków syntetycznych, mogą być z powodzeniem wykorzystywane w leczeniu oparzeń, odleżyn, ran pooperacyjnych oraz owrzodzeń towarzyszących chorobom układowym i metabolicznym. Obecnie większość owrzodzeń pochodzenia cukrzycowego jest skutecznie leczona za pomocą jonów srebra z szansą na uratowanie kończyny lub długoczasowe odroczenie amputacji. Doskonałym przykładem jest wyrób medyczny srebro TIAB [titanum – argentum – benzoicum], będący kompleksem aktywnych jonów srebra, które w połączeniu z dwutlenkiem tytanu i chlorkiem benzalkoniowym wykazują silne właściwości przeciwbakteryjne, przeciwwgrzybicze i regeneracyjne.

■ **Keywords:** silver ions and salts, silver TIAB, diabetic foot, acute and chronic ulcers, treatment of local foot infections.

■ **Abstract:** The therapeutic properties of silver were already known in antiquity, as evidenced by the vessels for water and wine used by the Greeks to eat, drink and store food. As it transpires, the role of this element in medicine is greater than previously thought. Silver salts have been used for many years in the care of wounds, ulcers and burns, as well as in the prevention of local and general infections (Credé procedure). The introduction of antibiotics for antimicrobial treatment has significantly limited the use of preparations containing silver, especially in the pharmacotherapy of local infections. However, in times of increasing drug resistance and the ineffectiveness of conventional antibiotic therapy, they are particularly relevant. Taking into account their multidirectional mechanism of action, which is significantly different from the synthetic drugs known to us, they can be successfully used in the treatment of burns, pressure ulcers, postoperative wounds and ulcerations accompanying systemic and metabolic diseases. Currently, most diabetic ulcers are effectively treated with silver ions with a chance to save the limb or postpone amputation for a long time. A perfect example is the medical product silver TIAB [titanum-argentum-benzoicum], which is a complex of active silver ions, which in combination with titanium dioxide and benzalkonium chloride show strong antibacterial, antifungal and regenerative properties.

■ Wprowadzenie

Srebro – rys historyczny

Srebro (łac. *argentum*) to pierwiastek chemiczny z grupy metali przejściowych, który w przyrodzie występuje w stanie wolnym, w minerałach (agentyt, chlorargyryt, pirargyryt) oraz jako domieszka rud miedzi, miedzi z niklem, złota, ołowiu, ołowiu z cynkiem. Na przestrzeni wieków było wykorzystywane przez człowieka w zależności od potrzeb i postępów cywilizacyjnych. Już w czasach starożytnych srebro uznawano za metal szlachetny, używany do produkcji monet, biżuterii, naczyń i sztuców. Źródła historyczne i dowody archeologiczne sięgają starożytnej Grecji i Fenicji, gdzie pokrywano srebrem naczynia przeznaczone do jedzenia i picia, aby zapobiec szerzeniu się chorób [1]. Pierwszym związkiem srebra zastosowanym w medycynie był azotan srebra (AgNO_3 , *argenti nitras*, lapis), który odkrył żyjący w XIII w. niemiecki duchowny (dominikanin) Albert Wielki. W dziele *Compositum de compositis* opisał, że związek otrzymany z rozpuszczenia srebra w kwasie azotowym barwi ludzkie ręce na czarno ciężką do pozbycia się farbą, zauważając tym samym zjawisko światłoczułości związków srebra, co zostało dokładniej zbadane kilkaset lat później i do dziś jest wykorzystywane w produkcji błon fotograficznych [2].

Dopiero w 1879 r. Carl Siegmund Franz Credé (niemiecki ginekolog i położnik) wprowadził nową metodę profilaktyki rzeżączkowego zapalenia spojówek u noworodków, polegającą na zakraplaniu oczu 1% roztworem azotanu srebra, udowadniając antyseptyczne właściwości związków srebra [3]. Azotan srebra wykorzystuje się również do lapisowania zębów – techniki polegającej na nasączeniu powierzchni zęba mlecznego 40% roztworem azotanu srebra. Zabieg ten stosuje się w przypadku, gdy zniszczona przez próchnicę powierzchnia zęba nie pozwala na założenie wypełnienia. Z roztworu AgNO_3 wytrąca się wówczas wolne srebro, które wykazuje silne właściwości bakteriobójcze, co pozwala zatrzy-

mać próchnicę i uniknąć ekstrakcji (przedwczesne usuwanie zębów mlecznych grozi późniejszymi wadami zgryzu) [4]. Na uwagę zasługuje także maść Mikulicza (*Unguentum Argenti nitrici compositum*) – preparat recepturowy wprowadzony przez wrocławskiego chirurga Jana Mikulicza-Redeckiego do leczenia trudno gojących się przewlekłych ran i owrzodzeń.

Związki srebra były używane podczas I wojny światowej w zapobieganiu infekcjom, zanim pojawiły się antybiotyki. Do tego celu używano najczęściej roztworu azotanu srebra, a następnie krem zawierający sól srebrową sulfadiazyny, który wykorzystywano głównie w leczeniu oparzeń. Obecnie srebro znajduje również zastosowanie jako środek dezynfekujący i odkażający. Sól srebrową kwasu alginowego stosuje się zapobiegawczo przed zainfekowaniem ran i oparzeń [5].

■ Stopa cukrzycowa

Zespół stopy cukrzycowej jest jednym z przewlekłych powikłań cukrzycy, które w Polsce dotyka ok. 0,6% pacjentów z cukrzycą typu 1 i nawet 12–18% z cukrzycą typu 2. Jak wynika z opisów przypadków, powikłanie to rozwija się najczęściej u pacjentów z niewyrównaną cukrzycą, których wiedza na temat samej choroby i jej powikłań jest znikoma lub niewystarczająca [6]. Stopa cukrzycowa z definicji oznacza zakażenie, owrzodzenie lub destrukcję tkanek głębokich stopy (w tym również kości) u chorych na cukrzycę oraz współwystępowanie zaburzeń neurologicznych i/lub chorób tętnic obwodowych w kończynach dolnych o różnym stopniu zaawansowania [7].

Wiodącą rolę w patogenezie stopy cukrzycowej odgrywają neuropatia i zmiany naczyniowe. Neuropatia ruchowa prowadzi do zaników mięśni stopy, zaburzających współpracę prostowników i zginaczy, co sprzyja powstawaniu przykurczy. Z kolei neuropatia czuciowa (zaburzenia czucia bólu, temperatury i dotyku) naraża na powtarzające się niekontrolowane urazy, które sprzyjają powstawaniu owrzodzeń. Postępująca miażdżycą tętnic kończyn dolnych prowadzi do stopnio-

wego niedokrwienia stopy i okolicznych tkanek. Rozwija się osteoporoza miejscowa, następnie dochodzi do zapalenia kości i szpiku, martwicy jałowej, złamań, zwichnięć stawów i znacznego zniekształcenia stopy (neuroosteoartropatia Charcota) [8]. Biorąc pod uwagę sposób powstawania tego rodzaju powikłań wyróżnia się: stopę neuropatyczną (najczęstsza), stopę niedokrwinną oraz postać mieszaną (neuropatyczno-niedokrwinną). Nieodróżnienie stopy neuropatycznej od stopy niedokrwiennej niesie ze sobą poważne konsekwencje kliniczne. W tab. 1 przedstawiono różnice diagnostyczno-terapeutyczne między stopą niedokrwinną a stopą neuropatyczną.

■ Leczenie stopy cukrzycowej – uwagi ogólne

Istnieją różne metody i standardy leczenia zespołu stopy cukrzycowej. Owrzodzenia w przebiegu stopy cukrzycowej zalicza się do tzw. ran przewlekłych, choć niektóre rozwijają się szybko i w bardzo krótkim czasie prowadzą do amputacji kończyny, szczególnie gdy dojdzie do nadkażenia bakteryjnego. Do klinicznych wykładników zakażenia tkanek miękkich stopy zaliczamy owrzodzenia o ostrym przebiegu z narastającymi dolegliwościami i objawami (zaczerwienienie, bolesność, wzmożona ciepłota i obrzęk, zapalenie naczyń chłonnych, ropowica, ropny wyciek lub ropień), jak również trzeszczenia w obrębie stawu, chęłbotanie,

zwiększenie ilości cuchnącej wydzieliny. Głębokie owrzodzenie drążące do kości (widoczne lub wykazane w badaniu przedmiotowym jałową sondą) wskazuje na ryzyko zakażenia kości. Konieczne jest wówczas wykonanie rezonansu magnetycznego lub badania histologicznego kości [9]. Badanie mikrobiologiczne tkanek miękkich służy przede wszystkim do ustalenia etiologii zakażenia i wyboru leczenia przeciwdrobnoustrojowego. Dbałość o właściwe pobranie materiału do badań (najlepiej próbki tkanki położonej w głębi rany z wykonaniem biopsji tkanki lub zabiegu łyżeczkowania) pozwala wykluczyć florę kolonizującą ranę [10].

Propozycje leczenia owrzodzeń w przebiegu stopy cukrzycowej regularnie przedstawiają i aktualizują: Europejskie Towarzystwo Leczenia Ran, Europejska Grupa Robocza ds. Stopy Cukrzycowej oraz Polskie Towarzystwo Diabetologiczne w swoich corocznych zaleceniach [11,12].

Metody leczenia owrzodzeń w przebiegu stopy cukrzycowej

Leczenie stopy cukrzycowej jest długotrwałe, wymaga cierpliwości i zaangażowania chorego oraz udziału interdyscyplinarnego zespołu terapeutycznego, składającego się z diabetologa, chirurga ogólnego, chirurga naczyniowego i ortopedy. Wieloaspektowe spojrzenie na profilaktykę i leczenie powikłań cukrzycy obejmuje: wyrównanie zaburzeń metabolicznych (modyfikacja

Tabela 1. Różnicowanie stopy niedokrwiennej i neuropatycznej

Objaw	Stopa niedokrwienna	Stopa neuropatyczna
Skóra	zimna	ciepła
Tętno na kończynach dolnych	brak	obecne
Zaburzenia czucia	brak	obecne
Struktura kości	prawidłowa	uszkodzona
Ból stopy w spoczynku	występuje	brak
Ból stopy podczas ruchu	występuje	brak
Rodzaj zmiany	zgorzel	owrzodzenie
Lokalizacja zmiany	zależnie od wysokości niedokrwienia	zależnie od miejsca urazu i obszarów ciśnień
Leczenie	ruch	odciążanie

diety, zmniejszenie stężenia glukozy i lipidów we krwi), zaprzestanie palenia tytoniu, dobór odpowiedniego obuwia lub wkładek ortopedycznych, chirurgiczne opracowanie owrzodzenia, leczenie zakażonych owrzodzeń (antybiotykoterapia doustna lub dożylna oraz miejscowe stosowanie opatrunków), odciążenie kończyny (poruszanie się o kulach lub na wózku inwalidzkim), ewentualne przeszczepienie skóry w przypadku dużych ubytków po oczyszczeniu owrzodzenia [13].

W leczeniu zakażeń stopy cukrzycowej podaje się antybiotyki, stosuje się zabiegi chirurgiczne w celu usunięcia zainfekowanych tkanek, jak również drenowanie i sączkowanie. Preparaty antyseptyczne stosowane miejscowo pozwalają także na ograniczenie nadużywanej antybiotykoterapii systemowej. Do najczęściej używanych antyseptyków należą preparaty zawierające jod. Ostatnio podejmuje się próby zastosowania gąbki garamycynowej (1 gąbka zawiera 50 mg siarczanu gentamycyny, co odpowiada 32,5 mg gentamycyny) i coraz bardziej popularnych preparatów srebra (TIAB) w miejscowym leczeniu infekcji różnego pochodzenia, w tym cukrzycowego [14].

Preparaty srebra

Mechanizm działania większości opatrunków ze srebrem polega na uwalnianiu tego pierwiastka do rany oraz absorpcji bakterii (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*), grzybów (*Candida albicans*, *Candida glabrata*) i pierwotniaków (*Trichomonas vaginalis*) do opatrunku przez węgiel aktywowany [15]. Skuteczność przeciwdrobnoustrojowa jonów srebra wynika z ich zdolności do wielokierunkowego (plejotropowego) oddziaływania na patogeny i otaczające je mikrośrodowisko (hamowanie aktywności metaloproteinaz, aktywacja procesu angiogenezy, łączenie się z resztami aminokwasowymi białek i ich denaturacja, łączenie się z grupami funkcyjnymi białek i kwasów nukleinowych, zaburzanie replikacji

DNA, blokada enzymów oksydacyjnych skutkująca nadprodukcją wolnych rodników uszkadzających białka i DNA, zaburzenie funkcji łańcucha oddechowego, utrata związków wysokoenergetycznych przez komórkę drobnoustroju) [16].

Na szczególną uwagę zasługuje wyrób medyczny srebro TIAB [titanum – argentum – benzoicum], będący kompleksem aktywnych jonów srebra, które w połączeniu z dwutlenkiem tytanu i chlorkiem benzalkoniowym wykazują silne właściwości przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze i regeneracyjne. Nanosrebro jako nośnik tlenu atomowego i ładunku elektrycznego wykazuje zdolność uszkadzania błony komórkowej (wywołuje zaburzenia funkcji łańcucha oddechowego) i ściany komórkowej (wbudowuje się w mureinę) bakterii. Dwutlenek tytanu (TiO_2) utrzymuje stabilność jonów srebra, ponieważ pochłania światło widzialne i promieniowanie UV, a tym samym chroni światłoczułe srebro przed przejściem w formę niejonową, która kumuluje się w tkankach i odpowiada za rozwój działań niepożądanych (srebrzyca). Chlorek benzalkoniowy przyjmuje postać białego lub żółtawobiałego proszku o silnie higroskopijnych i keratolitycznych właściwościach, który łatwo rozpuszcza się w wodzie i alkoholu etylowym. Wodne roztwory tego związku również wykazują działanie antyseptyczne i służą do odkażania błon śluzowych, skóry, narzędzi i rąk [17,18]. Rozmiar kompleksu srebra TIAB waha się w przedziale 150–250 nm, co zapewnia miejscowe działanie związku i jego bezpieczeństwo przy długotrwałym stosowaniu. Jest wykorzystywane w produkcji antyseptyków waginalnych i ocznych, maści i kremów proktologicznych, w stomatologii oraz jako składnik preparatów służących do leczenia ran.

Preparaty zawierające srebro TIAB są dostępne w formie suchego sprayu lub kremu. Suchy spray jest proszkiem tworzącym skuteczną barierę ochronną, która zapobiega maceracji ran, szczególnie ran sączących oraz pomaga w przywróceniu prawidłowych warunków fizjo-

NUMER 1 WYBRANY PRZEZ SPECJALISTÓW*,1

ARGOTIAB®

NA BAZIE AKTYWNEGO SREBRA (TIAB)

o silnym działaniu przeciwbakteryjnym, przeciwgrzybiczym i przeciwwirusowym

GOJENIE BEZ POWIKŁAŃ

W procesie leczenia:

- trudno gojących się ran
- owrzodzeń i odleżyn
- stopy cukrzycowej
- infekcji skóry
- oparzeń termicznych i chemicznych

**SREBRO JONOWE
ODKAŻA I PRZYSPIESZA
GOJENIE RAN**



Opatrunek na ranę
bez ograniczeń wiekowych.

2% krem,
tuba 50 ml

suchy spray,
125 ml

I miejsce*

innowacja roku
w leczeniu ran
i oparzeń

XVI SYMPOZJUM
OPARZENIA 2016,
POZNAŃ



Hexanova®
www.argotiab.pl

* I miejsce w XVI i XVII Ogólnopolskiej Medycynie Paliatywnej, Toruń 21 maj 2016, 27 maj 2017, I miejsce w XVIII Ogólnopolskie Sympozjum – Oparzenia 2016, Poznań 2-4 czerwiec 2016.

1. Wyniki badania klinicznego TURIN – leczenie ran przewlekłych – technologia TIAB/SIAB, październik 2012 r.

ARGO/01/03-2021

logicznych potrzebnych do regeneracji skóry. W skład sprayu, poza kompleksem srebra TIAB, wchodzi kaolin pełniący rolę absorpcyjną oraz kwas hialuronowy, który wykazuje hydrofilne (nawilżające) właściwości. Dobrane w ten sposób składniki znacząco skracają czas gojenia, redukują ból, jak również zmniejszają ryzyko powstawania blizn. Podobnie działa krem, który z jednej strony zabezpiecza ranę przed wtargnięciem i namnażaniem się drobnoustrojów, a z drugiej tworzy mikrośrodowisko zapewniające optymalne warunki dla procesów gojenia. Zarówno spray, jak i krem zostały przebadane u pacjentów z cukrzycą oraz u chorych z trudno gojącymi się ranami różnego pochodzenia. W ciągu wielotygodniowej obserwacji okazały się skuteczniejsze od klasycznych opatrunków jodowanych zarówno w zapobieganiu, jak i leczeniu zakażeń ran i owrzodzeń. Obecnie wodne roztwory antyseptyczne zawierające nanocząsteczki metalicznego srebra o wymiarach rzędu 10^{-12} , osadzonego na różnych nośnikach (krzemionkowych, tytanowych, polimerowych), są jednym z najnowocześniejszych i najskuteczniejszych środków dezynfekcyjnych [19,20].

■ Podsumowanie

Objawowe i przyczynowe leczenie ran i owrzodzeń jakiegokolwiek pochodzenia powinno przede wszystkim uwzględniać ich lokalizację i rozległość oraz towarzyszące schorzenia (choroby przewlekłe) i dolegliwości (kontrola bólu) pacjenta. Miejscowe leczenie ran przebiega wieloetapowo i dzieli się na kilka faz (oczyszczania, ziarninowania, naskórkowania). W każdym z tych etapów opatrunków powinien zapewniać odpowiednią wilgotność (zapobiegać wysuszeniu rany) i chronić uszkodzoną lub gojącą się tkankę przed zakażeniem. Nowoczesne opatrunki z użyciem aktywnych jonów srebra istotnie skracają czas leczenia ran, owrzodzeń, oparzeń i odleżyn. Wprowadzenie opatentowanej nanotechnologii (połączenie nanocząsteczek srebra jonowego z dwutlenkiem tytanu wiązaniami kowalencyjnymi) w kompleksie srebra TIAB spo-

tęgowało przeciwdrobnoustrojowe działanie tego pierwiastka i rozpowszechniło jego zastosowanie we wszystkich dziedzinach medycyny.

Nadesłano: 24-04-2023

Adres do korespondencji: redakcja@lekwpolsce.pl

Piśmiennictwo

1. J Wesley Alexander: History of the medical use of silver. Surg Infect (Larchmt). 2009; 10(3): 289-92. doi: 10.1089/sur.2008.9941.
2. Marian Kurdziałek: *Średniowiecze w poszukiwaniu równowagi między arystoteлизmem a platonizmem*. Lublin: Towarzystwo Naukowe KUL, 1996, ISBN 83-86668-30-X.
3. UB Hoyme: *Clinical significance of Credé's prophylaxis in Germany at present*. Infect Dis Obstet Gynecol. 1993;1(1):32-6. doi: 10.1155/S1064744993000080.
4. Olczak-Kowalczyk D., Wagner L., *Zapobieganie i leczenie chorób próchnicowej u dzieci*. Wydawnictwo Borgis, Warszawa 2013.
5. Waldemar Kozuszek: Jan Mikulicz-Radecki 1850-1905: współtwórca nowoczesnej chirurgii. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, 2003. ISBN 83-229-2421-6.
6. Paulina Mościcka, Maria T. Szewczyk, Justyna Cwajda-Białasik, Arkadiusz Jawień, Łukasz Woda: *Zespół stopy cukrzycowej jako najczęstsze powikłanie cukrzycy – opis przypadku*. Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne 2016; 2: 47-51.
7. Koblik T., Borys S., Korzon-Burakowska A.: *Zespół stopy cukrzycowej*. W: Sieradzki J., red.: Cukrzyca. Wyd. 2. Gdańsk, Via Medica, 2016: 808-842.
8. Godyń G, Filipek B. *Diabetic foot – pathophysiology, prevention and therapy*. Farm Pol 2007; 5: 228-234.
9. D.L. Stevens, A.L. Bisno, H.F. Chambers, E.D. Everett, P. Dellinger, E.J.C. Goldstein, S.L. Gorbach, J.V. Hirschmann, E.L. Kaplan, J.G. Montoya, J.C. Wade: *Practice guidelines for the diagnosis and management of skin and soft-tissue infections*. Clinical Infectious Diseases, 2005; 41: 1373-1406.
10. Éric Senneville, Benjamin A. Lipsky, Zulfiqarali G. Abbas, Javier Aragón-Sánchez, Mathew Diggle, John N. Embil, Shigeo Kono, Lawrence A. Lavery, Matthew Malone, Suzanne A. van Asten, Vilma Urbančič-Rovan, Edgar J.G. Peters: *Diagnosis of infection in the foot in diabetes: a systematic review*. Diabetes Metab Res Rev. 2020 Mar;36 Suppl 1:e3281. doi: 10.1002/dmrr.3281.
11. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: *Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania z chorymi na cukrzycę 2017*. Diabetol. Klin., 2017; 6 (supl. A): A31-44-A47.
12. Leczenie Ran, Oficjalne czasopismo naukowe Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran, członka Europejskiego Towarzystwa Leczenia Ran, zeszyt 1, tom 20, 2023, ISSN: 1733- 4101, e-ISSN: 1733-7607.
13. Teresa Koblik: *Zespół stopy cukrzycowej. Trudno gojące się i przewlekłe rany – istotny problem medyczny*. Diabetologia Praktyczna 2007, tom 8, 1, 22-27.
14. Wright J.B., Lam K., Burrell R.E.: *Wound management in an era of increasing bacterial antibiotic resistance; a role for topical silver treatment*. Am. J. Infect. Control 1998; 26: 572-577.
15. Demling R.H., De Santi L.: The role of silver in wound healing. Part 1: effects of silver on wound management. Wounds 2001; 13 (supl. 1): 3-15.
16. Bogusław Buszewski, Agnieszka Rogowska, Viorica Railean-Plugaru, Michał Złoch, Justyna Walczak-Skierska, Paweł Pomastowski: *The Influence of Different Forms of Silver on Selected Pathogenic Bacteria*. Materials (Basel). 2020 May 23; 13(10): 2403. doi: 10.3390/ma13102403.
17. Besinis A., De Peralta T., Handy R.D. *The antibacterial effects of silver, titanium dioxide and silica nanoparticles compared to the dental disinfectant chlorhexidine on Streptococcus mutans using a suite of bioassays*. Nanotoxicology. 2014; 8(1): 1-16.
18. Piotr Hudemowicz, Marta Pawłowska: *Srebro jako alternatywa dla antybiotyków i leków przeciwwirusowych – nowe potencjalne wykorzystanie*. Lek w Polsce 2022'05, Vol. 32 (372): 11-16.
19. Elżbieta Szkiler: *Nowe rozwiązania w procesie leczenia ran – rola kompleksu TIAB w tworzeniu bariery przeciwdrobnoustrojowej*. Opis przypadku. Forum Zakażeń 2016; 7(4): 307-312.
20. Carter, MJ, Tingley-Kelley, K, Warriner RA: *Silver treatments and silver-impregnated dressings for the healing of leg wounds and ulcers: a systematic review and metaanalysis*. Journal of the American Academy of Dermatology 63 (4): 668-679.