

Owrzodzenia podudzi i trudno gojące się rany

Venous ulcers and difficult-to-heal wounds

dr n. med. Anna Citko

Indywidualna Praktyka Lekarska, Białystok

ORCID: 0000-0001-9668-0554

Nr art. Lek.202206.01

■ **Słowa kluczowe:** owrzodzenia podudzi, rany trudno gojące się, strategia TIME, molekula TIAB.

■ **Keywords:** venous ulcers, difficult-to-heal wounds, TIME strategy, TIAB molecules.

■ **Abstract:** In Poland, the most common types of difficult-to-heal wounds include: venous ulcers, pressure ulcers, ulcers associated with the diabetic foot syndrome, ischemic (arterial) ulcers and neoplastic wounds. In the local management of chronic wounds, the TIME strategy should be used (T – tissue and debridement – tissue preparation; I – infection and inflammation control – infection and inflammation control; M – moisture balance – wound moisture balance; E – edges – wound edges – no healing progress or undermining the edge of the wound and epidermization stimulation). The TIME strategy pays particular attention to reducing the risk of wound infection. The treatment of TIAB molecules [titanium-argentum-benzoicum] in the treatment of chronic wound infection may be among the measures taken to reduce the risk of chronic wound infection. The introduction of nanotechnology and the combination of ionic silver nanoparticles with titanium dioxide by covalent bonds in the TIAB complex, revolutionized the effect of silver, many times increasing its antibacterial and antifungal properties, and removing its toxic effect by preventing accumulation in tissues. The precipitation of metallic silver from ionic compounds resulted in the loss of activity of the preparations and, with prolonged use, could lead to tissue damage. The patented form of TIAB silver on the titanium core has only an ionic / stable form of silver which is not reduced by exposure to light, as well as organic and inorganic compounds. TIAB silver is available in the form of a spray and cream, and has a proven effect on pressure ulcers and ulcers that heal difficult to heal. At the same time, it does not show any allergy to silver with prolonged use. The use of the TIAB molecule in the treatment of ulcers with symptoms of colonization was presented at the congress of the European Wound Treatment Society in 2012 in Vienna as a new and highly effective solution.

■ Wprowadzenie

Rana przewlekła to taka, której gojenie się nie przebiega zgodnie z fizjologicznym wzorcem składającym się z następujących faz: hemostazy, zapalenia, proliferacji i przebudowy.

W Polsce najczęstszymi typami ran trudno gojących się są: owrzodzenia żylna, odleżyny, owrzodzenia związane z zespołem stopy cukrzycowej, owrzodzenia o etiologii niedokrwiennej (tętniczej) oraz rany nowotworowe.

Do miejscowych czynników hamujących proces leczenia ran trudno gojących się należą:

- odwodnienie rany;
- obrzęk i nadmierny wysięk;
- duża ilość martwicy;
- miejscowe niedotlenienie;
- zakażenie;
- ciała obce i nadmiar metabolitów;
- powtarzające się urazy [1].

Ze względu na takie czynniki jak: starzenie się społeczeństwa, podróże zagraniczne, zażywanie leków, współwystępowanie kilku schorzeń przewlekłych, te nietypowe rany przewlekłe spotyka się coraz częściej [2]. Na podstawie obecnego stanu badań dotyczących ran trudno gojących się można stwierdzić, że nie wszystkie systemy lecznicze są w pełni skuteczne [3]. Z tego względu wymagają one specjalnego postępowania. Należy bowiem pamiętać, że niewłaściwe leczenie ran przewlekłych sprawia, iż nie goją się one przez dłuższy czas [2,3].

Charakterystyka najczęściej spotykanych ran trudno gojących się Owrzodzenia goleni

Jednym z najczęściej występujących rodzajów ran trudno gojących się są owrzodzenia goleni, które stanowią najpoważniejsze powikłanie przewlekłej niewydolności żyłnej [1,4,5]. Badania epidemiologiczne wykazały, że czynne owrzodzenia żyłne goleni występują u 0,3% dorosłej populacji [6].

Początek jest podstępny. W następstwie długotrwałego nadciśnienia żylnego i zalegania krwi na obwodzie kończyny powstają zmiany wsteczne. Nawet niewielki uraz w okolicy zmian wstecznych może spowodować powstanie owrzodzenia [5].

Owrzodzenia żyłne częściej dotyczą kobiet niż mężczyzn. Przyczyny różnic występujących między płciami nie zostały do końca wyjaśnione, ale sugeruje się, że wynikają one z rozwoju żylaków w ciąży i wysokiego ryzyka zakrzepicy żył głębokich [1].

Najczęstszym umiejscowieniem owrzodzeń żylnych jest okolica kostki przyśrodkowej, rzadziej okolica boczna lub tylna [1,4]. Przybiera ono postać różnokształtnego ubytku skóry, tkanki podskórnej, często również powięzi i mięśni, o średnicy od kilku milimetrów do kilkunastu centymetrów. Czasami obejmuje okężnie całą goleń [4,5]. Dno owrzodzenia jest płaskie. W fazie zapalenia i oczyszczania rana pokryta jest

martwicą, włóknikiem lub wydzieliną, a w fazie proliferacji grudkami ziarniny. W prawidłowo gojącej się ranie wydzielina jest jasna lub żółtoróżowa, przypominająca osocze, zwykle klarowna. Mętna, gęsta wydzielina o szarozółtej barwie sugeruje domieszkę ropy i może nasuwać podejrzenie miejscowego zakażenia rany. Skóra otaczająca owrzodzenie może być sucha, łuszcząca się, z objawami hiperkeratozy lub wilgotna, zmacerowana przez wysięk, przesięk osocza [4].

Owrzodzeniom żylnym może towarzyszyć obrzęk chorej kończyny rozprzestrzeniający się od kostki w kierunku proksymalnym. W początkowej fazie choroby obrzęk ustępuje po odpoczynku, a w zaawansowanym stadium jest twardy. Chora kończyna przybiera kształt „odwróconej butelki szampana”. W efekcie powstają zaniki mięśniowe i włóknisty pierścień zaciśkający obwód goleni tuż powyżej kostki [1].

Owrzodzenia żyłne mogą być pojedyncze, ale może ich być również kilka [4,5].

Zespół stopy cukrzycowej

Według danych z Wielkiej Brytanii wynika, że u ponad 5% chorych na cukrzycę typu 2 i u 2% pacjentów z cukrzycą typu 1 występuje lub będzie występował tzw. zespół stopy cukrzycowej. Natomiast amerykańskie dane, oparte na rejestrach hospitalizacji, wskazują na zapadalność na to schorzenie u ok. 5,8% wszystkich chorych na cukrzycę. Z kolei w Szwecji zachorowalność w ciągu roku wynosiła ok. 3,6%. W Polsce nie ma dokładnych danych epidemiologicznych, ale należy przyjąć, że zapadalność na tę chorobę jest porównywalna z poziomem występowania w innych krajach europejskich [7].

Zespół stopy cukrzycowej to infekcja, owrzodzenie i/lub destrukcja tkanek głębokich w połączeniu z zaburzeniami neurologicznymi oraz chorobami naczyń obwodowych, w różnym stopniu zaawansowania w obrębie kończyn dolnych, na poziomie poniżej kostki [8]. Wyróżnia się następujące czynniki etiopatogenetyczne rozwoju tego zespołu:

- neuropatyczny (neuropatia czuciowa, ruchowa i autonomiczna);
- niedokrwienny (niedokrwienie w zakresie małych i dużych naczyń);
- mechaniczny (powtarzające się mikrourazy, spowodowane zbyt ciasnymi butami lub urazem ciepłym);
- obecność infekcji [7].

Stopa neuropatyczna

Stopa neuropatyczna występuje w 70% przypadków u pacjentów z cukrzycą [8]. Jest różowa, ciepła, dobrze ukrwiona, z wyraźnie wyczuwalnym tętnem obwodowym oraz poszerzonymi naczyniami żylnymi powyżej grzbietu stopy [7,8]. Do rozwoju owrzodzenia zwykle dochodzi w obrębie części podeszwy stopy. Martwica jest na ogół wtórna do ciężkiego zakażenia tkanek [7]. Dość często występują zmiany w obrębie kości widoczne na obrazie radiologicznym (osteoliza/osteoporoza) oraz stawów stopy – neuroartropatia Charcota (zniekształcenia stopy, nadwichnięcia w obrębie stawów stępu, śródstopia i palców) [7,8].

Stopa niedokrwienna

Stopa niedokrwienna występuje w 10% przypadków u pacjentów z cukrzycą [8]. W przeciwieństwie do stopy neuropatycznej jest zwykle chłodna, z niewyczuwalnym tętnem obwodowym [7,8]. Owrzodzenia w stopie niedokrwienną najczęściej występują na jej brzegach, niekiedy także w obrębie palców stóp lub pięt. Zwykle powstają w wyniku urazu mechanicznego [7].

Odleżyna

Odleżyna to przekrwienie lub owrzodzenie martwicze skóry, tkanki podskórnej, a nawet mięśni i kości, przeważnie wtórnie zakażone [5]. Powstaje wskutek oddziaływania ucisku, sił ścinających, tarcia, wilgoci, temperatury bądź połączenia tych czynników. 70% odleżyn występuje u pacjentów w wieku 70 lat i starszych. Do miejsc powstawania odleżyn należą: okolica kości krzyżowej (43% przypadków), okolica kręta-

rzy większych kości udowej (12%), okolice pięt (11%), okolice kostek bocznych (6%), okolice guzów kulszowych (5%) [9].

Owrzodzenia niedokrwiennie

Owrzodzenia niedokrwiennie występują u chorych na miażdżycę zarostową tętnic kończyn dolnych. Dotyczą najbardziej obwodowych części kończyny: palców lub pięt. Jednak u niektórych chorych z tym rozpoznaniem owrzodzenia lokalizują się na podudziach, bez zmian na stopach. Bezpośrednią przyczyną owrzodzenia u tych chorych jest zwykle niewielki uraz w tej okolicy, na przykład przypadkowe uderzenie o mebel [2].

Strategia TIME w leczeniu ran przewlekłych a stosowanie molekuł TIAB

Niezależnie od etiologii rany przewlekłej w miejscowym postępowaniu należy uwzględnić tzw. strategię TIME [1,2], która została opracowana i przyjęta przez European Wound Management Association w 2004 r. Ze względu na złożoną patofizjologię rany przewlekłej tylko wielokierunkowe i całościowe podejście do leczenia może przynieść pożądany efekt kliniczny [2]. Obejmuje ono możliwe do wykorzystania w praktyce aspekty opieki nad środowiskiem rany:

T – *tissue and debridement* – opracowanie tkanek;
I – *infection and inflammation control* – kontrola infekcji i zapalenia;

M – *moisture balance* – równowaga wilgotności rany;
E – *edges* – brzegi rany – brak postępu gojenia lub podminowanie brzegu rany oraz *epidermization stimulation* – stymulacja naskórkowania.

Postępowanie mające na celu redukcję ryzyka zakażenia obejmuje m.in. następujące działania:

- wyeliminowanie drobnoustrojów chorobotwórczych poprzez staranne opracowanie i usunięcie z dna rany składników stanowiących pożywkę dla bakterii;
- ograniczenie stosowania miejscowych antybiotyków oraz niestosowanie środków bak-

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

teriobójczych takich jak woda utleniona, solutio rivanoli, spirytus, gencjana, etakrydyna, zieleń brylantowa – ze względu na ich cytotoksyczne działanie oraz na to, że nie działają na większość szczepów patogennych lub hamują gojenie się;

- włączenie antybiotykoterapii wyłącznie ogólnej zgodnej z wynikami badań bakteriologicznych [2,10,11].

Antyseptyki

Antyseptyki są powszechnie stosowane na skórę i błony śluzowe jako środki chemiczne hamujące namnażanie się lub niszczące drobnoustroje, co zapobiega rozwojowi zakażenia. Należy jednak pamiętać, że roztwór bakteriobójczy może powodować podrażnienia i wywoływać reakcje alergiczne, dlatego też najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie opatrunków absorpcyjnych z zawartością srebra.

Wiadomo, że roztwór podchlorynu sodu, jak większość antyseptyków, również wykazuje działanie cytotoksyczne na zdrowe tkanki, uszkadza ziarninę i proliferujące komórki *epitelium*. Dlatego zaleca się odchodzić od stosowania roztworów cytotoksycznych na owrzodzenie. Tam, gdzie jest to możliwe, stosuje się selektywne lub mniej agresywne strategie oczyszczania. Metodę chemiczną opartą na działaniu środków antyseptycznych zachowuje się wyłącznie dla ran zakażonych i zanieczyszczonych, w przypadku których występują przeciwwskazania do opracowywania chirurgicznego i intensywnie działających metod [10,11].

Preparaty srebra

Do działań mających na celu redukcję ryzyka zakażenia rany przewlekłej może należeć zastosowanie w leczeniu ran trudno gojących się molekuł TIAB (*titanum-argentum-benzoicum*).

Medycyna wykorzystuje różne formy srebra głównie ze względu na ich silne właściwości przeciwdrobnoustrojowe [12,13]. Preparaty srebra o działaniu przeciwbakteryjnym, przeciwwirusowym i przeciwwirusowym wpływają na:

- hamowanie aktywności metaloproteiny;
- aktywację procesu angiogenezy;
- działanie przeciwbakteryjne – łączenie z resztami aminokwasowymi białek, ich denaturację;
- zaburzenie replikacji DNA;
- blokadę enzymów oksydacyjnych;
- zaburzenia układu oksydacyjno-redukcyjnego (NADPH, *nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-oxidase*) – utrata związków energetycznych przez komórkę – śmierć komórki [3].

W leczeniu ran srebro stosowano w formie stałej jako lapis, w formie płynnej jako 0,2–1% azotan srebra i jako srebro koloidalne oraz w formie kremu (sulfadiazyna srebra). Wiadomo jednak, że pod wpływem światła, temperatury, związków nieorganicznych i organicznych, srebro jonowe Ag^+ szybko traci właściwości bakteriobójcze, powracając do formy metalicznej – Ag^0 . Brak stabilności jonowej związków srebra może stanowić zagrożenie dla organizmu ludzkiego. Niereaktywne srebro kumuluje się w tkankach, uszkadza je i opóźnia ziarninowanie rany.

Molekuła TIAB

(*titanum-argentum-benzoicum*)

W ostatnich latach poszukiwania naukowców pozwoliły opracować nową postać srebra – molekułę TIAB (*titanum-argentum-benzoicum*) [13]. Molekuła TIAB to kompleks dwutlenku tytanu kowalencyjnie związanego z jednowartościowymi jonami srebra i chlorku benzalkoniowego [14]. Chlorek benzalkoniowy jest aktywnym detergentem o działaniu bakteriobójczym i keratolitycznym, zwiększającym właściwości przeciwbakteryjne jonów srebra. Związek TIAB jest pozbawiony srebra niejonowego, który odpowiada za kumulację w tkankach i komórkach.

Do kompleksu TIAB wykorzystuje się srebro w formie nanocząsteczek o wielkości od 7 do 45 nm, co ułatwia dostęp do komórki drob-

noustrójów [12]. Budowa cząsteczki TIAB pozwala na zastosowanie w leczeniu ran nawet 30-krotnie mniejszej dawki srebra (niż jest to konieczne w innych preparatach), a także na skuteczne niszczenie ściany komórki drobnoustrojów: bakterii, grzybów, pleśni i wirusów [13].

Co ciekawe, na europejskim kongresie Europejskiego Towarzystwa Leczenia Ran (ang. European Wound Management Association) w 2012 r. w Wiedniu przedstawiono wykorzystanie molekuly TIAB w leczeniu owrzodzeń z objawami kolonizacji jako nowe rozwiązanie o dużej skuteczności [14]. Działanie przeciwbakteryjne kompleksu TIAB stwierdzono w stosunku do bakterii *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, czyli patogenów często kolonizujących rany przewlekłe [14,15,16,17,18,19]. Wykazano przyspieszenie czasu epitelizacji, a także znaczną łatwość stosowania produktu – żaden z pacjentów nie narzekał na ból podczas aplikacji [14].

Srebro TIAB występuje w formie aerozolu i kremu. Aerozol zapobiega maceracji ran, w szczególności ran sączących, oraz pomaga w przywróceniu warunków fizjologicznych potrzebnych do regeneracji skóry. Dzięki składnikom produktu na skórze nie powstają infekcje, które często pojawiają się w ranach z wysiękiem, w przebiegu stopy cukrzycowej czy też odleżyn. Dodatkowo jest dobrze tolerowany przez chorych, u których występują negatywne objawy po zastosowaniu preparatów srebra, a ponadto jest wygodny i bezbolesny w aplikacji.

Krem działa dwójako. Po pierwsze zabezpiecza skórę przed rozwojem drobnoustrojów, a po drugie tworzy mikrośrodowisko, które zapewnia optymalne warunki dla gojenia się rany. W ten sposób dobrze chroni skórę przed destrukcyjnym działaniem wysięku, szybko zmniejsza stan zapalny i jednocześnie uelastycznia skórę [13]. Krem został klinicznie przebadany u pacjentów z cukrzycą, jak również u pacjentów z trudno gojącymi się ranami, gdzie w ciągu 3-tygodnio-

wej obserwacji klinicznej okazał się skuteczniejszy od opatrunków jodowanych powidonem i opatrunku srebrowego [12].

Zarówno krem, jak i aerozol mają potwierdzone działanie na trudno gojące się odleżyny i owrzodzenia. Nie wykazują jednocześnie efektu uczulenia na srebro przy dłuższym stosowaniu. Jest to wynik opatentowanej struktury srebra TIAB, która na rdzeniu tytanowym posiada wyłącznie jonową/stabilną formę srebra, nieulegającą redukcji pod wpływem światła, jak również związków organicznych oraz nieorganicznych [12,13].

■ Podsumowanie

Rana przewlekła to taka, której gojenie się nie przebiega zgodnie z fizjologicznym wzorcem składającym się z następujących faz: hemostazy, zapalenia, proliferacji i przebudowy.

Do najczęstszych rodzajów ran przewlekłych, czyli trudno gojących się, należą owrzodzenia żyłne, odleżyny, owrzodzenia związane z zespołem stopy cukrzycowej, owrzodzenia o etiologii niedokrwiennej (tętnicze) oraz rany nowotworowe [1,2]. Prawidłowa opieka nad środowiskiem rany obejmuje zastosowanie tak zwanej strategii TIME (T – *tissue and debridement* – opracowanie tkanek; I – *infection and inflammation control* – kontrola infekcji i zapalenia; M – *moisture balance* – równowaga wilgotności rany; E – *edges* – brzegi rany – brak postępu gojenia lub podminowanie brzegu rany oraz *epidermization stimulation* – stymulacja naskórkowania).

Strategia TIME podkreśla znaczenie w leczeniu ran przewlekłych kontroli wystąpienia ich zakażeń [2]. Do działań mających na celu redukcję ryzyka zakażenia rany przewlekłej może należeć zastosowanie w leczeniu molekuł TIAB (*titanium-argentum-benzoicum*) [12,13,14]. Wprowadzenie nanotechnologii i połączenie nanocząsteczek srebra jonowego z dwutlenkiem tytanu wiązaniami kowalencyjnymi w kompleksie TIAB zrewolucjonizowało działanie srebra, wielokrotnie zwiększając jego działanie antybakteryjne

i przeciwgrzybicze, jednocześnie usuwając jego działanie toksyczne poprzez zapobieganie kumulacji w tkankach. Wytrącanie się srebra metalicznego ze związków jonowych powodowało zanik aktywności preparatów i przy dłuższym stosowaniu mogło prowadzić do uszkodzenia tkanek. Opatentowana forma srebra TIAB na rdzeniu tytanowym posiada wyłącznie jonową/stabilną formę srebra, która nie ulega redukcji pod wpływem światła, jak również związków organicznych i nieorganicznych. Srebro w postaci TIAB wykazuje synergistyczny i addytywny skutek działania z większością obecnie stosowanych antybiotyków i chemioterapeutyków [12]. Warto podkreślić, że srebro TIAB występuje w formie aerozolu i kremu oraz ma potwierdzone działanie na trudno gojące się odleżyny i owrzodzenia. Jednocześnie nie wykazuje efektu uczulenia przy dłuższym stosowaniu [13,14]. © P

dr n. med. Anna Citko
anka23@gmail.com
Nadesłano:19-07-2022

Piśmiennictwo:

- Jawień A (red). Przewlekłe zaburzenia żylny. Termedia Poznań 2006.
- Simka M. Leczenie trudno gojących się ran. Chirurgia Po Dyplomie 2021;3:24-33.
- Koblik T. Leczenie stopy cukrzycowej – obecny stan wiedzy. Diabetologia Praktyczna 2011;12(1):11-14.
- Noszczyk W. Żyły W: Noszczyk W (red): Chirurgia Tom 2. PZWL Warszawa 2005; 590-617.
- Noszczyk W. Chirurgia Repetytorium. PZWL Warszawa 2019.
- Potempa M, Jończyk P, Janerka M, Kucharzewski M, Krawczyk-Krupka A. Rany przewlekłe – epidemiologia i czynniki wpływające na proces gojenia się. Leczenie Ran 2014;11(2):43-50.
- Gawrońska M, Kaszuba A. Zmiany skórne w cukrzycy W: Kaszuba A (red): Zmiany skórne w chorobach ogólnoustrojowych Tom 1 Wydawnictwo Czelej Lublin 2018; 154-172.
- Strojek K, Fabian W, Koziańska-Rościszewska M, Szymczyk I. Cukrzyca: praktyka lekarza rodzinnego. PZWL Warszawa 2008.
- Skalska A. Odleżyny W: Grodzicki T, Kocemba J, Skalska A (red): Geriatria z elementami gerontologii ogólnej. Via Medica Gdańsk 2007.
- Szewczyk MT, Cwajda J, Cierznikowska K, Stodolska A. Właściwości opatrunków nowej generacji W: Jawień A, Szewczyk MT (red): Kliniczne i pielęgnacyjne aspekty opieki nad chorym z owrzodzeniem żylnym. Termedia Wydawnictwa Medyczne Poznań 2008; 117-124.
- Szewczyk MT, Cierznikowska K, Cwajda H. Opracowanie i leczenie miejscowe owrzodzeń żylnych W: Jawień A, Szewczyk MT (red): Kliniczne i pielęgnacyjne aspekty opieki nad chorym z owrzodzeniem żylnym. Termedia Wydawnictwa Medyczne Poznań 2008; 103-110.
- Krakowski W. Innowacyjna molekula srebra TIAB w leczeniu zakażeń trudno gojących się ran. Biotechnologia (online) 2016.
- Szkiler E. Nowe rozwiązania w procesie gojenia się ran – rola kompleksu TIAB w tworzeniu bariery przeciwdrobnoustrojowej. Opis przypadku. Forum Zakażeń 2016;7(4):307-312.
- Frank DN, Wysocki A, Specht-Glick DD, Rooney A, Feldman RA, St Amand AL, Pace NR, Trent JD. Microbial diversity in chronic open wounds. Wound Repair 2009;17(2):163-172. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475X.2009.00472.x>.

- Li J, Xie B, Xia K, Li Y, Han J, Zhao Ch. Enhanced Antibacterial Activity of Silver Doped Titanium Dioxide-Chitosan Composites under Visible Light. Materials (Basel) 2018;11(8):1403. doi: 10.3390/ma11081403.
- Puca V, Traini T, Guarnieri S, Carradori S, Sisto F, Macchione N, Muraro F, Mincione G, Grande R. The Antibiofilm Effect of a Medical Device Containing TIAB on Microorganisms Associated with Surgical Site Infection. Molecules. 2019;24(12):2280. doi: 10.3390/molecules24122280.
- Szewczyk M, Gospodarek E, Mościcka P, Jawień A, Cwajda- Białasik J, Cierznikowska K, Hanke E. Zakażenia ran przewlekłych – poważny problem medyczny. Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne 2015;13(03):1-6.
- Wu M, Ruan H, Huang Y, Liu Ch, Ni, Ye J, Lu Sh, Xie T. Bacteriological Investigation of Chronic Wounds in a Specialized Wound Healing Department: A Retrospective Analysis of 107 Cases. Int J Low Extrem Wounds 2015;14(2):178-182. doi: 10.1177/1534734615572825.
- Yuan Y, Ding J, Xu J, Deng J, Guo J. TiO2 nanoparticles co-doped with silver and nitrogen for antibacterial application. J Nanosci Nanotechnol 2010;10(8):4868-4874. doi: 10.1166/jnn.2010.2225.