

WYTYCZNE

## POSTĘPOWANIE Z CHORYM Z ZESPOŁEM STOPY CUKRZYCOWEJ – WYTYCZNE POLSKIEGO TOWARZYSTWA LECZENIA RAN 2021: CZĘŚĆ 3

BEATA MROZIKIEWICZ-RAKOWSKA<sup>1</sup>, ARKADIUSZ JAWIEŃ<sup>2</sup>, MARIA T. SZEWCZYK<sup>3,4</sup>, MACIEJ SOPATA<sup>5</sup>, ANNA KORZON-BURAKOWSKA<sup>6</sup>, PIOTR DZIEMIDOK<sup>7,8</sup>, DARIA GORCZYCA-SIUDAK<sup>8</sup>, ANNA TOCHMAN-GAWDA<sup>8</sup>, ZBIGNIEW KRASIŃSKI<sup>9</sup>, OLGIERD ROWIŃSKI<sup>10</sup>, ZBIGNIEW GAŁĄZKA<sup>11</sup>, SŁAWOMIR NAZAREWSKI<sup>12</sup>, PIOTR SZOPIŃSKI<sup>13</sup>, TOMASZ OSTROWSKI<sup>11</sup>, RADOSŁAW BILSKI<sup>13</sup>, DOROTA ZOZULIŃSKA-ZIÓŁKIEWICZ<sup>14</sup>, MACIEJ MAŁECKI<sup>15</sup>, LESZEK CZUPRYNIAK<sup>1</sup>, KRZYSZTOF J. FILIPIAK<sup>16,17</sup>, FILIP M. SZYMAŃSKI<sup>18</sup>, SEBASTIAN BORYS<sup>15</sup>, PIOTR LISZKOWSKI<sup>19</sup>, PRZEMYSŁAW LIPIŃSKI<sup>20</sup>, JOLANTA MAŁYSZKO<sup>21</sup>, TOMASZ STOMPÓR<sup>22,23</sup>, ALEKSANDRA ARASZKIEWICZ<sup>14</sup>, JAROSŁAW WOROŃ<sup>24,25</sup>, ADAM WĘGRZYŃSKI<sup>9</sup>, MICHAŁ STANISZCZAK<sup>14,26</sup>, MARCIN TUSIŃSKI<sup>27</sup>, STANISŁAW KŁĘK<sup>28</sup>, PIOTR WIERZBIŃSKI<sup>29</sup>, MARCIN MAŁKA<sup>30</sup>, KRZYSZTOF CZAJKOWSKI<sup>31</sup>, ANNA SOBIESZEK-KUNDRO<sup>32</sup>, PAULINA MOŚCICKA<sup>3,4</sup>, TOMASZ BANASIEWICZ<sup>33</sup>, ŁUKASZ KOŁODZIEJ<sup>34</sup>, MARTA BAKOWSKA<sup>35</sup>, IZABELA KUBERKA<sup>36</sup>, JUSTYNA KAPUŚCIOK<sup>37</sup>, IRENA SAMSON<sup>38</sup>, MAŁGORZATA LEWANDOWSKA-SZUMIEŁ<sup>39,40</sup>, BEATA GORALSKA<sup>41</sup>

<sup>1</sup>Klinika Diabetologii i Chorób Wewnętrznych, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>2</sup>Klinika Chirurgii Naczyniowej i Angiologii, Szpital Uniwersytecki nr 1, *Collegium Medicum* w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>3</sup>Katedra Pielęgniarstwa Zabiegowego, Wydział Nauk o Zdrowiu, *Collegium Medicum* w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>4</sup>Poradnia Leczenia Ran Przewlekłych, Szpital Uniwersytecki nr 1, *Collegium Medicum* w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>5</sup>Katedra i Klinika Medycyny Paliatywnej, Hospicjum Stacjonarne Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

<sup>6</sup>Zakład Dydaktyki i Prewencji, Katedra Nadciśnienia Tętniczego i Diabetologii, Gdański Uniwersytet Medyczny

<sup>7</sup>Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

<sup>8</sup>Klinika Diabetologii, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

<sup>9</sup>Klinika Chirurgii Naczyniowej, Wewnętrzznacyniowej, Angiologii i Flebologii, Instytut Chirurgii, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

<sup>10</sup>II Zakład Radiologii Klinicznej, Centralny Szpital Kliniczny, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

<sup>11</sup>Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Chorób Naczyń, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>12</sup>Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyniowej i Transplantacyjnej, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

<sup>13</sup>Klinika Chirurgii Naczyniowej, Instytut Hematologii i Transfuzjologii w Warszawie

<sup>14</sup>Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Diabetologii, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

<sup>15</sup>Katedra i Klinika Chorób Metabolicznych, *Collegium Medicum* Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

<sup>16</sup>Uczelnia Medyczna im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie

<sup>17</sup>Prezes Polskiego Towarzystwa Postępów Medycyny – Medycyna XXI

<sup>18</sup>Wydział Medyczny, *Collegium Medicum*, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

<sup>19</sup>Poradnia Stopy Cukrzycowej przy Klinice Chorób Wewnętrznych i Diabetologii, Szpital im. Franciszka Raszei w Poznaniu

<sup>20</sup>Pracownia Leczenia Ran, Centrum Medyczne ARGO, Łódź

<sup>21</sup>Katedra i Klinika Nefrologii, Dializoterapii i Chorób Wewnętrznych, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>22</sup>Klinika Nefrologii, Hipertensjologii i Chorób Wewnętrznych, Katedra Chorób Wewnętrznych, Wydział Lekarski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>23</sup>Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Olsztynie

<sup>24</sup>Zakład Farmakologii Klinicznej, Katedra Farmakologii, Wydział Lekarski, *Collegium Medicum* Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

<sup>25</sup>Oddział Kliniczny Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Uniwersytecki w Krakowie

<sup>26</sup>Angiodiabetica, Poznań

<sup>27</sup>Centrum Medyczne Celeris, Kraków

<sup>28</sup>Klinika Chirurgii Onkologicznej, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Krakowie

<sup>29</sup>Centrum Medyczne SPORTO, Łódź

<sup>30</sup>PODOS Klinika Leczenia Ran, Warszawa

<sup>31</sup>III Katedra i Klinika Położnictwa i Ginekologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>32</sup>Oddział Dermatologiczny, Wojewódzki Szpital Zespolony w Elblągu

<sup>33</sup>Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

<sup>34</sup>Katedra i Klinika Ortopedii, Traumatologii i Onkologii Narządu Ruchu, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

<sup>35</sup>Specjalistyczny Ośrodek Leczenia Ran i Zespołu Stopy Cukrzycowej MAGMA-MED, Rzeszów

<sup>36</sup>Zakład Pielęgniarstwa Klinicznego, Zakład Chorób Układu Nerwowego, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

<sup>37</sup>Zespół ds. Diabetologii w Okręgowej Izbie Pielęgniarek i Położnych w Katowicach

<sup>38</sup>Komisja ds. Leczenia Ran, Okręgowa Izba Pielęgniarek i Położnych, Gdańsk

<sup>39</sup>Laboratorium Badawcze Banku Komórek, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>40</sup>Katedra i Zakład Histologii i Embriologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>41</sup>Szpital Morski im. PCK w Gdyni, Szpitale Pomorskie Sp. z o.o.

#### **ADRES DO KORESPONDENCJI**

dr hab. med. Beata Mrozikiewicz-Rakowska, Klinika Diabetologii i Chorób Wewnętrznych, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1A, 03-242 Warszawa, e-mail: klindiab@wum.edu.pl

Oddajemy do Państwa rąk trzecią część wytycznych Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran poświęconych postępowaniu u chorych z zespołem stopy cukrzycowej. Znajdą w nich Państwo zalecenia w zakresie stosowania terapii podciśnieniowej w tym wskazaniu, zasad racjonalnego korzystania z terapii addytywnych, znaczenia leczenia żywieniowego, zasad profilaktyki powstawania zespołu stopy cukrzycowej, a także opieki psychiatrycznej w tej grupie chorych. Zachęcamy wszystkich specjalistów do poszukiwania w tym opracowaniu odpowiedzi na pytania, które będą się pojawiały podczas terapii pacjentów z tym niezwykle traumatyzującym powikłaniem cukrzycy.

Troską autorów wszystkich części wytycznych jest propagowanie wiedzy na temat leczenia zespołu stopy cukrzycowej. Oddając w Państwa ręce poniższy dokument, dziękujemy za zaangażowanie wszystkim ekspertom, którzy przyczynili się do jego powstania. Mamy nadzieję, że spowoduje on zmniejszenie liczby amputacji z powodu zespołu stopy cukrzycowej w Polsce.

W imieniu Zarządu Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran  
dr hab. med. Beata Mrozikiewicz-Rakowska

## ROLA I WSKAZANIA DO ZASTOSOWANIA TERAPII PODCIŚNIENIOWEJ W LECZENIU ZESPOŁU STOPY CUKRZYCOWEJ

Terapia podciśnieniowa ran (*negative pressure wound therapy* – NPWT) i różnego rodzaju zaburzeń gojenia jest coraz powszechniej stosowaną metodą leczenia, zwiększa się nie tylko liczba prowadzonych terapii, lecz także zakres wskazań do jej stosowania. Wynika to z uniwersalnego mechanizmu działania terapii podciśnieniowej, który wydaje się szczególnie korzystny w ranach na podłożu zespołu stopy cukrzycowej (ZSC), o złożonej etiologii i trudnych w leczeniu. Podstawowe mechanizmy NPWT wraz z ich rolą w leczeniu stopy cukrzycowej zostały przedstawione w tabeli 1.

Inne zalety terapii podciśnieniowej to: możliwość zmniejszenia częstości zmian opatrunku, zmniejszenie uciążliwości dla pacjenta (takich jak wysięk, nieprzyjemny zapach, brudzenie odzieży), zmniejszenie ryzy-

ka wtórnych zakażeń, kontrola objętości wydzielania w czasie, możliwość połączenia z płukaniem rany, dobra akceptacja przez pacjenta (szczególnie systemów jednorazowych).

Niemal od początku stosowania terapii podciśnieniowej dyskutowana jest jej użyteczność w leczeniu stopy cukrzycowej. Pierwsze zalecenia dotyczące tego zagadnienia to pochodzący z 2004 r. tzw. konsensus ekspertów z Tucson „Wytyczne dotyczące terapii podciśnieniowej ran (NPWT) w stopie cukrzycowej”.

W kolejnych latach pojawiały się kolejne opracowania porządkujące i uzupełniające uzasadnienie stosowania NPWT w praktyce klinicznej w ZSC. W pierwszym dokumencie podsumowującym stosowanie NPWT w leczeniu ran stworzonym przez zespół ekspertów *European Wound Management Association* (EWMA) zagadnienie ZSC jest tylko wspomniane jako potencjalne zastosowanie NPWT. W kolejnym, znacznie szerszym

**TABELA 1.** Mechanizmy działania terapii podciśnieniowej i ich znaczenie w leczeniu stopy cukrzycowej

Mechanizm	Znaczenie w leczeniu stopy cukrzycowej z uwzględnieniem siły dowodów jego efektywności
ewakuacja wysięku	istotne w ranach o dużym wydzielaniu, np. po amputacjach (znaczenie: umiarkowane)
pobudzenie miejscowe angiogenezy	szczególnie ważne w leczeniu stopy cukrzycowej – mikro- i makroangiopatia (znaczenie: bardzo ważne)
efekt tkankowy stymulujący produkcję miejscowych czynników wzrostu	istotne ze względu na zmniejszenie produkcji miejscowych czynników wzrostu – niedokrwienie, angio- i neuropatia (znaczenie: bardzo ważne)
pobudzenie lokalnej odpowiedzi immunologicznej	jw.
usuwanie bakterii, produktów ich rozpadu, cytokin prozapalnych	istotne w ranach zakażonych, konieczne jest ich wcześniejsze opracowanie (uwaga: opinia na temat efektywności terapii podciśnieniowej w ranach zakażonych w przebiegu stopy cukrzycowej nie jest jednoznaczna, brakuje odpowiedniej jakości badań) (znaczenie: niskie)
eliminacja i profilaktyka biofilmu	jw., przydatne może być zastosowanie terapii podciśnieniowej z płukaniem – głównie doniesienia kazuistyczne i małe grupy chorych (znaczenie: umiarkowane)
stymulacja ziarninowana i naskórkowania	ważne w późnych fazach gojenia, warunkiem jest odpowiednie ukrwienie tkanek i aktywacja czynników stymulujących proliferację (znaczenie: umiarkowane)
optymalizacja środowiska rany	szczególnie ważne w ranach „suchych” lub z nadmiernym wydzielaniem, wspomaganie odpowiedniej wilgotności rany, izolacja od czynników zewnętrznych, w tym potencjalnego zakażenia (znaczenie: niskie)
zmniejszenie obrzęku	ważne w przypadku obrzęku przed rozpoczęciem leczenia chirurgicznego, u chorych otyłych, z retencją płynów; bardzo istotne po zabiegach amputacji, zarówno stosowane na ranę pierwotnie zamkniętą, jak i otwartą (znaczenie: bardzo ważne)
zbliżenie brzegów rany	ważne po amputacjach, szczególnie dystalnych, oszczędzających, przy deficycie skóry zdrowej, często pozwalające na etapowe zamknięcie rany (znaczenie: duże)
profilaktyka zakażenia rany zamkniętej	szczególnie istotne w wybranych grupach chorych z dużym ryzykiem zaburzeń gojenia (choć sama obecność cukrzycy jest już czynnikiem ryzyka zaburzeń gojenia) (znaczenie: duże)

omówieniu tej organizacji z 2017 r. stopie cukrzycowej poświęcono osobny rozdział, wskazując wiele publikacji uzasadniających stosowanie NPWT w tym wskazaniu. Warto wspomnieć, że w tym dokumencie przywoływane są publikacje wskazujące nie tylko na efektywność kliniczną (sprzyja proliferacji ziarniny i przyspiesza gojenie ran), ale także ekonomiczną stosowania NPWT w ZSC.

W 2016 r. NPWT znalazła się w zaleceniach *Wound Healing Society* (WHS) dotyczących leczenia stopy cukrzycowej jako metoda poprawiająca wyniki leczenia (zalecenie 7.2.1) poprzez zmniejszanie obrzęku, usuwanie bakterii i produktów ich rozpadu, zbliżanie brzegów rany. Jej stosowanie zalecono jednak w przypadkach, gdy inne metody okazały się niewystarczająco skuteczne.

W zaleceniach światowej grupy roboczej leczenia stopy cukrzycowej (*International Working Group on the Diabetic Foot – IWGDF*) można znaleźć niewiele informacji na temat NPWT. Eksperti nie zalecają rutynowego jej stosowania w ranie zakażonej (w tym z płukaniem lub bez płukania) ze względu na słabą jakość badań i zaleceń. Nie rekomendują również wykorzystywania NPWT w ZSC nieleczonej chirurgicznie. W zaleceniach znajdują się jednak informacje o rozważeniu zastosowania NPWT w celu zmniejszenia wielkości rany pooperacyjnej.

Zalecenia dotyczące stosowania NPWT w ZSC zostały chyba najpełniej omówione w wytycznych przygotowanych pod auspicjami *Burns, Trauma and Tissue Repair Committee*. Terapię podciśnieniową określono tam jako jedną z najefektywniejszych metod leczenia ZSC, o stale rosnącym zakresie wskazań. W publikacji tej omówiono również szczegółowo aspekty kliniczne i praktyczne stosowania tej formy leczenia w ZSC (zakresy ciśnień, tryby terapii, częstości zmiany opatrunku).

W literaturze polskiej zagadnienie skuteczności NPWT w leczeniu stopy cukrzycowej omawiane jest od wielu lat, ze wskazaniem na pozytywne aspekty jej stosowania. W zaleceniach dotyczących organizacji opieki nad chorymi z ZSC terapia podciśnieniowa wymieniona jest jako jedna z najważniejszych metod leczenia wspomagającego, również w sytuacjach trudnych klinicznie (ryc. 1).

Warto również wspomnieć, że w dokumencie z 2018 r. „Leczenie stopy cukrzycowej” opracowanym na potrzeby Agencji Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji NPWT jest wymieniana jako metoda szczególnie wskazana w leczeniu ZSC ze względu na mechanizmy działania. Autorzy zakładają jej stosowanie w warunkach szpitalnych, a posiadanie urządzenia do NPWT



**RYC. 1.** Przykład użycia terapii podciśnieniowej w trudnej sytuacji klinicznej u pacjenta z zespołem stopy cukrzycowej o etiologii mieszanej



**RYC. 2.** Dostępne w Polsce jednorazowe systemy terapii podciśnieniowej

jest jednym z wymogów kwalifikacji do programu leczenia ZSC.

Przedstawiając poniżej szczegółowe zalecenia, zwracamy uwagę, że leczenie stopy cukrzycowej jest procesem złożonym, wymagającym opieki kompleksowej i holistycznej, w którym terapia podciśnieniowa jest tylko jednym z elementów. Do pełnego powodzenia niezbędne jest prawidłowe leczenie cukrzycy, odpowiednie opracowanie rany, w tym techniki rekonstrukcyjne, właściwe ukrwienie, zaopatrzenie ortopedyczne, wsparcie żywieniowe sprzyjające gojeniu, antybiotykoterapia w sytuacjach koniecznych czy inne techniki wspomagające, takie jak komora hiperbaryczna, osocze bogatopłytkowe czy komórki macierzyste.

#### **Sposób użycia NPWT (leczenie szpitalne, ambulatoryjne, domowe)**

Zdecydowana większość publikacji z tego zakresu opiera się na badaniach prowadzonych w warunkach



**RYC. 3.** Przykładowe użycie systemu stacjonarnego ze zbiornikiem 300 ml

szpitalnych i/lub ambulatoryjnych. Prowadzenie NPWT w warunkach szpitalnych nie budzi wątpliwości, zwykle wykorzystywane są systemy stacjonarne. Coraz częściej terapia podciśnieniowa stosowana jest w trybie ambulatoryjnym. Optymalny zakres jej zastosowań to leczenie zmian wczesnych, których skuteczne opracowanie jest możliwe w trybie poradnianym, oraz kontynuacja leczenia szpitalnego i gojenie ran po pełnym opracowaniu chirurgicznym i/lub amputacjach. Użyteczne w tym zakresie mogą być zarówno systemy stacjonarne (kanistrowe), jak i jednorazowe. Stosowanie terapii podciśnieniowej w warunkach domowych wciąż budzi pewne wątpliwości, podkreśla się możliwość wystąpienia problemów technicznych czy brak wiedzy pacjenta i domowników na temat terapii. Wydaje się jednak, że stosowanie NPWT w warunkach domowych nie tylko jest możliwe, lecz może być postępowaniem z wyboru, szczególnie w przypadku systemów jednorazowych. Prostota ich stosowania, intuicyjność obsługi i możliwość stosunkowo łatwego przeszkolenia użytkowników sprzyja ich upowszechnieniu. Choć podkreśla się brak odpowiedniej jakości badań, to w publikacjach coraz częściej pojawiają się informacje o celowości i efektywności stosowania NPWT w warunkach domowych.

#### **Rodzaj użytego sprzętu**

W leczeniu ZSC mogą być stosowane wszystkie istniejące systemy terapii podciśnieniowej, zależnie od specyfiki rany. W doborze należy brać pod uwagę przede wszystkim objętość wysięku. Systemy jednorazowe bez kanistrów oraz z małymi kanistrami są efektywne przy wysięku do 100 ml, przy większym wygodniejsze w obsłudze są systemy stacjonarne wyposażone w kanistry o objętości 300–800 ml (ryc. 2, 3).

Istotne są również zakres ciśnień (część systemów jednorazowych posiada stałe podciśnienie ok. 80 mm Hg) oraz prostota i bezpieczeństwo obsługi. Nie ma jednak sztywnych ograniczeń dotyczących stosowania żadnego z systemów w warunkach szpitalnych, ambulatoryjnych i domowych.

### Rozpoczęcie terapii

Podstawowym warunkiem włączenia NPWT jest odpowiednie opracowanie rany, przede wszystkim usunięcie tkanki martwiczej oraz opanowanie infekcji, rewizja rany, zwłaszcza w przestrzeniach leżących głębiej, zapewnienie odpływu wysięku (patrz: część 2 wytycznych, ryc. 6). Należy starannie ocenić ryzyko niedokrwienia, warunkiem włączenia NPWT jest odpowiednia perfuzja rany i dystalnej części kończyny (pożądane parametry:  $TcpO_2 > 40$  mm Hg, ABI 0,9–1,3 lub TBI  $\geq 0,6$ ). Ważna, nie tylko w leczeniu ZSC, jest kontrola ryzyka krwawienia. W przypadku aktywnego krwawienia NPWT nie powinna być stosowana, podobnie w znacznego stopnia zaburzeniach układu krzepnięcia (INR nie powinno być wyższe niż 2). Terapia podciśnieniowa może być użyta na każdym etapie leczenia chirurgicznego, również jako profilaktyka w przypadku rany zamkniętej.

### Zakres ciśnień

Zalecany zakres ciśnień w leczeniu ZSC to 80–125 mm Hg. W leczeniu chirurgicznym z użyciem NPWT stosuje się częściej podciśnienie bliższe 125 mm Hg, a w uzasadnionych przypadkach (np. problemy z uszczelnieniem) nawet wyższe. W przypadku dolegliwości bólowych zgłaszanych przez pacjenta można próbować zmniejszyć ciśnienie. W przypadku zaburzeń ukrwienia (rozważyć, czy można włączyć NPWT!) ciśnienie należy zmniejszyć do wartości 80 mm Hg lub 60 mm Hg. We wspomaganiu wgajania przeszczepu skóry (zarówno pełnego, jak i pośredniej grubości) zalecane są ciśnienia w zakresie 80–100 mm Hg. Należy zwrócić uwagę, że ciśnienie może być zmieniane w trakcie terapii zależnie od sytuacji klinicznej. Zalecany optymalny zakres ciśnień powinien być brany pod uwagę przy doborze systemu NPWT (urządzenia jednorazowe mają jeden fabrycznie ustawiony parametr).

### Tryb terapii (ciągła, przerywana, zmiennociśnieniowa)

Najczęściej obecnie używanym typem NPWT jest terapia ciągła. W systemach jednorazowych najczęściej jest to fabrycznie ustawiony tryb terapii. Systemy sta-

cjonarne mają możliwość jej zmiany na tryb przerywany (zadane podciśnienie – przerwa bez podciśnienia) lub zmiennociśnieniowy (wyższa wartość podciśnienia – niższa wartość podciśnienia). Nie wykazano istotnych przewag którejś z powyższych form nad innymi, co wskazuje na preferowanie trybu stałego jako najprostszego. Wydaje się, że terapia ciągła jest najlepiej tolerowana przez pacjentów. Terapia zmiennociśnieniowa może pobudzać i stymulować ranę do gojenia (efekt mechaniczny, mikrodeformacje tkankowe), jej efektywność zależy od gradientu ciśnień. Należy pamiętać, że im mniejszy gradient, tym z jednej strony mniejsza skuteczność efektu zmiennego podciśnienia, ale z drugiej mniejsze dolegliwości bólowe i dyskomfort pacjenta oraz ryzyko rozszczelnienia opatrunku. Zazwyczaj cykle obejmują 2–5 minut. Terapia przerywana z czasowym całkowitym brakiem generowania podciśnienia z jednej strony nasila efekt stymulujący, z drugiej jednak może być przyczyną złej tolerancji leczenia oraz rozszczelnienia systemu. W warunkach ambulatoryjnych wiąże się ona z większym ryzykiem rozszczelnienia opatrunku. Z tego powodu terapia przerywana i zmiennociśnieniowa nie są zalecane przy dużym wysięku oraz w trybie ambulatoryjnym. Mogą być one metodami z wyboru przy ranach anergicznym. Stosowanie różnych trybów terapii powinno być realizowane, jeśli są wskazania, przez osoby z doświadczeniem w prowadzeniu NPWT.

### Zastosowanie NPWT z podażą płynu (płukanie, namaczanie)

Połączenie podciśnienia z płukaniem rany jest strategią stosowaną od lat. Do jej zalet zalicza się łatwiejsze usuwanie wysięku, zwłaszcza w przypadku gęstej wydzieliny, rany głębokiej, kieszeniowej, z ryzykiem czy tworzeniem biofilmu. Obecnie stosowane są dwa rodzaje podaży płynu do systemu NPWT – namaczanie (podaż płynu z tego samego portu, z którego generowane jest podciśnienie, w trakcie podaży płynu następuje przerwa w wytwarzaniu podciśnienia) oraz płukanie (podaż płynu z osobnego portu, płyn może być podawany w trakcie aktywnego podciśnienia). Brakuje wytycznych czy rekomendacji dotyczących leczenia stopy cukrzycowej za pomocą NPWT z podażą płynu. Istnieją publikacje wskazujące na celowość takiego postępowania, wciąż jednak mało jest badań odpowiedniej jakości.

Rozważania na temat optymalnego płynu przekraczają ramy tego opracowania. Często stosowane są sól fizjologiczna i płyn wieloelektrolitowy, uzasadnione



**RYC. 4.** Aplikacja warstwy pośredniej pod gąbkę NPWT

wydarza się wykorzystanie płynów antyseptycznych mogących pozostawać dłużej w ranie połączonych z surfaktantem (tzw. lawaseptyki). Najczęściej stosuje się podaż 2–3 razy na dobę, objętość zależy od wielkości i głębokości rany.

#### Częstość wymiany opatrunków

Częstość wymiany opatrunków NPWT należy określić na podstawie stanu rany. W przypadku stosowania gąbki poliuretanowej bez warstwy pośredniej przy braku zakażenia, czynnego krwawienia lub niedokrwienia tkanek zaleca się wymianę opatrunku po 3–5 dniach. W razie niewielkiego wysięku w dobrze oczyszczonej ranie częstość wymiany można zmniejszyć do 7 dni, jeśli stosujemy warstwę pośrednią (ochronną – patrz punkt poniżej) lub systemy jednorazowe o odpowiedniej strukturze zapobiegającej wrastaniu opatrunku. Utrzymanie opatrunku podciśnieniowego do 7 dni jest jak najbardziej uzasadnione w przypadku profilaktycznego stosowania NPWT. W razie nieszczelności systemu, krwawienia, cech niedokrwienia, zmiany charakteru wydzieliny, poszerzenia się zakresu martwicy czy zapalenia poza opatrunek powinien być on zmieniony natychmiast, natomiast w przypadku braku takiej możliwości, zdjęty, a rana zabezpieczona standardowym opatrunkiem i jak najszybciej sprawdzona klinicznie, opracowana chirurgicznie i ewentualnie leczona kolejnym cyklem NPWT. Należy zwrócić uwagę na charakterystyczny ropny zapach, który może oznaczać, że wydzielina ropna nie jest całkowicie odprowadzana przez system podciśnienia. W początkowym okresie leczenia trudnych, zakażonych, złożonych ran przy pierwszym założeniu opatrunku podciśnieniowego dobrze jest wykonać pierwszą zmianę opatrunku nieco szybciej (2–3 dni). Wybrane problemy techniczne związane ze zmianami opatrunków przedstawiono w tabeli 2. Autorzy odradzają utrzymywanie opatrunku bez jego zmiany powyżej 7 dni.

#### Stosowanie innych opatrunków w połączeniu z NPWT

Prowadzenie NPWT pozwala na równoczesne stosowanie innych opatrunków. Najczęściej wykorzystuje się tzw. warstwę pośrednią, działającą ochronnie na ranę, zapobiegającą wrastaniu gąbki, podrażnieniu lub uszkodzeniu naczyń krwionośnych, nerwów czy delikatnych struktur leżących w obrębie rany (ścięgna, chrząstka, elementy stawowe). Warstwa pośrednia powinna charakteryzować się przede wszystkim przepuszczalnością dla wysięku oraz brakiem wrastania opatrunku w ranę (np. siatki silikonowe, siatki ze srebrem) (ryc. 4).

W ranach głębokich, kieszeniowych czy tunelowych można wykorzystywać tę grupę opatrunków wprowadzonych w te przestrzenie, jak również opatrunki chłonne, na przykład alginiany, również z dodatkiem srebra. Może to być uzasadnione w przypadku ran uprzednio zakażonych, z dużym ryzykiem zakażenia. W takiej sytuacji można również stosować opatrunki z garamycyną (po ich sperfumowaniu).

#### Ocena skuteczności terapii i jej kontynuacja/zakończenie

Wykładnikami skuteczności NPWT są najczęściej: wzrost nowej ziarniny, poprawa ukrwienia rany, zmniejszanie wykładników infekcji lub zmniejszenie powierzchni rany z otaczającym nabłonkiem. Terapię podciśnieniową można kontynuować do czasu przygotowania miejsca do przeszczepu (i dalej jako zabezpieczenie przeszczepu), do wynaskórkowania rany lub stworzenia warunków do kontynuacji leczenia za pomocą standardowych opatrunków (spłycenie rany, zmniejszenie wydzielania, obecność zdrowej, prawidłowo ukrwionej tkanki) (ryc. 5).

Wskazaniami do przerwania NPWT są nasilająca się infekcja, krwawienie, nietolerancja przez pacjenta (ból lub z innych przyczyn), niedokrwienie, postępowanie martwicy. Uważa się również, że brak postępów gojenia po 2–3 zmianach NPWT jest sygnałem, by za-





**RYC. 5.** Przykład przygotowania rany w przebiegu zespołu stopy cukrzycowej do położenia PSPG i jego aplikacja z zabezpieczeniem opatrunkiem podciśnieniowym

**TABELA 2.** Najczęstsze problemy i powikłania terapii podciśnieniowej (NPWT) oraz sugestie ich rozwiązania

Potencjalne powikłania i problemy techniczne	Przyczyna	Rozwiązanie
krwawienie	nieprawidłowa hemostaza, zaburzenia układu krzepnięcia	natychmiastowe przerwanie NPWT, ocena rany lub miejsca krwawienia pod kątem zaopatrzenia chirurgicznego; wyrównanie zaburzeń krzepnięcia; po eliminacji krwawienia i jego przyczyn można rozważyć powrót do NPWT
dolegliwości bólowe w trakcie terapii	tryb przerywany lub zmiennociśnieniowy, zbyt wysokie wartości ciśnień, niekontrolowana infekcja w ranie	użycie trybu ciągłego, rozważenie zmniejszenia ciśnienia, w sytuacjach koniecznych ponowna ocena rany
dolegliwości bólowe przy zmianie, wrastanie gąbki	zbyt długi czas utrzymania opatrunku, tkanka szczególnie wrażliwa, zbyt gwałtowne usunięcie gąbki	skrócenie czasu pomiędzy zmianami opatrunku, zastosowanie innego rodzaju opatrunku (tzw. biała gąbka – alkohol poliwinylowy, warstwa pośrednia), delikatne usuwanie opatrunku, stosowanie miejscowych środków przeciwbólowych; jeśli to konieczne, zmiana w sedacji
nieszczelność systemu	nieprawidłowe założenie, trudności anatomiczne, duży wysięk ze skóry w pobliżu rany	korzystne stosowanie uszczelniaczy przy zakładaniu opatrunku (pasty stomijne, silikonowe), zwiększenie ciśnienia, dociśnięcie przy pierwszym uruchomieniu; stosowanie siatek silikonowych i wtórnie gąbki NPWT na zmacerowaną skórę wokół rany
zbieranie się wydzieliny w opatrunku (gąbce) obserwowane przy zmianie	zbyt rzadka zmiana opatrunku, nieprawidłowe oczyszczenie rany, pozostawienie tkanek martwiczych, przestąpienie ropnych	staranne oczyszczenie rany, częstsze zmiany opatrunku, można rozważyć zastosowanie płukania ( <i>instillation</i> )
cechy obwodowego niedokrwienia lub martwicy	niewłaściwa ocena ukrwienia przed założeniem NPWT, zbyt wysokie ciśnienie	usunięcie opatrunku! po ocenie stanu ukrwienia z jego obiektywizacją możliwe jest kontynuowanie NPWT z niższym ciśnieniem
podrażnienie, zaczerwienienie, zmiany zapalne skóry wokół rany pod folią	reakcje alergiczne na stosowane opatrunki, zbieranie się płynu (wysięku) pod folią	usunięcie opatrunku, ocena skóry wokół rany, ewentualna przerwa w NPWT lub inny system (przy reakcji alergicznej); lepsze uszczelnienie (pasty silikonowe, stomijne wokół rany) ze zmniejszeniem powierzchni przylegania folii; stosowanie siatek silikonowych i wtórnie gąbki NPWT na zmacerowaną skórę wokół rany

prześć jej powtarzania. Terapia podciśnieniowa może być kontynuowana po rewaskularyzacji w przypadku niedokrwienia, po głębszym opracowaniu chirurgicznym (czasem amputacji) czy zmianie strategii (np. włączenie podaży płynów do rany). Wybrane problemy techniczne wymagające przerwania terapii podciśnieniowej przedstawiono w tabeli 2.

#### Sytuacje szczególne

W przypadku rany w przebiegu stopy cukrzycowej obejmującej kości i/lub ścięgna NPWT można wykorzystać do poprawy stanu miejscowego lub pobudzenia ziarninowania w celu stworzenia odpowiednich warunków do przeniesienia płata skóry lub przeszczepu skóry. W ranach w ZSC z zapaleniem kości i szpiku wymagane jest dokładne oczyszczenie rany, usunięcie zdewitalizowanych tkanek, często również ogólnoustrojowa antybiotykoterapia przez 2–4 tygodnie. Terapię podciśnieniową należy stosować do czasu skutecznego opóźnienia infekcji. Podczas procesu leczenia wymagana jest ciągła ocena i ścisła obserwacja pod kątem miejscowego zakażenia rany, a NPWT powinna być prowadzona przez osoby z odpowiednim doświadczeniem, przy stałym nadzorze rany. Podobne zalecenia dotyczą również stopy Charcota.

#### Podsumowanie

Terapia podciśnieniowa może być cennym uzupełnieniem leczenia zespołu stopy cukrzycowej, szczególnie po jej chirurgicznym opracowaniu, w ranach powikłanych, po amputacjach (zarówno w przypadku rany otwartej, jak i zamkniętej), reinterwencjach chirurgicznych oraz jako przygotowanie rany do położenia przeszczepu skóry oraz asekuracja podczas jego wganiania. Dobór sprzętu oraz zakres ciśnień ustalany jest indywidualnie z uwzględnieniem rodzaju i stanu rany oraz doświadczenia personelu. Warunkiem włączenia NPWT jest odpowiednie opracowanie rany (usunięcie martwicy) oraz brak wykładników niedokrwienia.

Wciąż mało jest badań wysokiej jakości, wydaje się jednak, że NPWT może skracać czas leczenia, zwiększać odsetek wyleczonych ran, zmniejszać odsetek amputacji i wpływać pozytywnie na jakość życia pacjentów. Terapia podciśnieniowa może być stosowana w leczeniu szpitalnym (głównie systemy stacjonarne, rzadziej jednorazowe), ambulatoryjnym (obydwa systemy) i wspomagająco w opiece domowej (głównie systemy jednorazowe). Schemat na rycinie 6 przedstawia algorytm wyboru NPWT w leczeniu ZSC po wcześniejszym

podjęciu decyzji o ewentualnej konieczności rewaskularyzacji.

#### TERAPIE ADDYTYWNE W LECZENIU MIEJSCOWYM ZESPOŁU STOPY CUKRZYCOWEJ

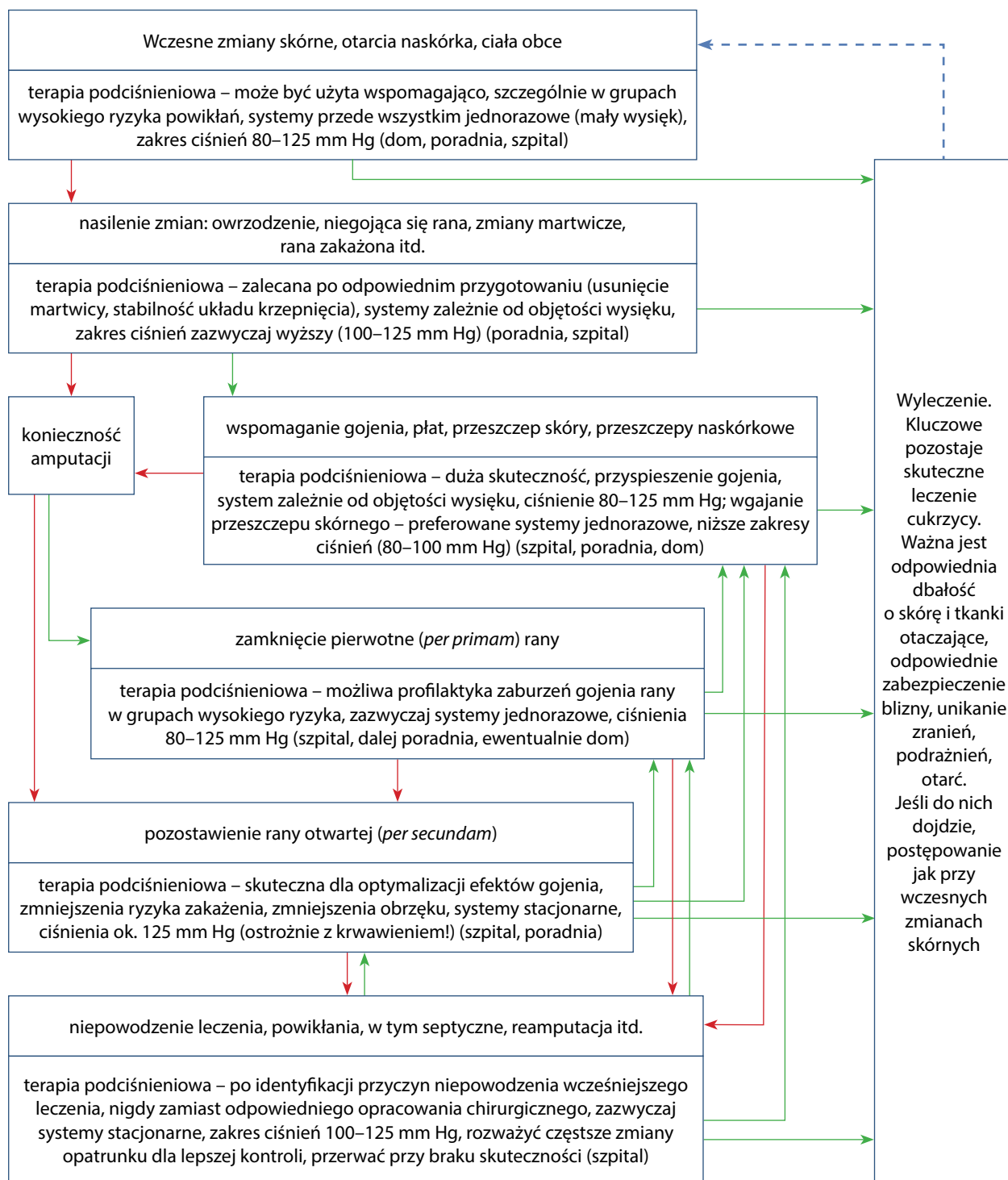
Poza opisaną w poprzednim podrozdziale terapią podciśnieniową istnieje szereg innych metod, które znajdują zastosowanie w leczeniu miejscowym ZSC po wykorzystaniu tzw. metod standardowych (poprawa ukrwienia, leczenie cech zakażenia, odciążenie, leczenie chorób współistniejących). W przypadku wielu z tych metod brakuje wystarczających dowodów, by zaliczyć je do standardu terapii, jednak w określonych sytuacjach klinicznych mogą stanowić element addytywny, stąd ich ogólna nazwa – terapie addytywne. W opisie poniższych metod posłużono się stanowiskiem IWGDF z 2019 r. oraz stanowiskiem ekspertów przedstawionym w artykule zamieszczonym w czasopiśmie „Journal of Wound Care” w 2017 r. (*Use of oxygen therapies in wound healing, with special focus on topical and hyperbaric oxygen treatment*) oraz opublikowanymi w 2021 r. zaleceniami *Guidelines for the use of topical oxygen therapy in the treatment of hard-to-heal wounds based on a Delphi consensus*. Należy podkreślić, że toczące się aktualnie badania mogą wpłynąć na zmianę stanowiska w zakresie danego typu terapii addytywnych. Ocenę siły zaleceń oraz ich jakość (podane w nawiasach kwadratowych) zaczerpnięto z zaleceń IWGDF i dostarczonej w tym dokumencie bibliografii – odpowiednio – siła zaleceń: silna/umiarkowana/słaba, jakość dowodów z badań: wysoka/średnia/niska.

1. Ogólnoustrojowa terapia hiperbaryczna (*hyperbaric oxygen therapy* – HBO).

Eksperti IWGDF zalecają rozważenie HBO jako terapii addytywnej w niegojących się owrzodzeniach o etiologii niedokrwiennej pomimo zastosowania terapii standardowych [słaba, średnia].

2. Miejscowe terapie poprawiające utlenowanie rany (*topical oxygen therapies* – TOT).

Wśród miejscowych terapii poprawiających utlenowanie łożyska rany należy wymienić metody ciągłej aplikacji tlenu bez wymuszania ciśnieniowego, metody dostarczania tlenu pod niskim ciśnieniem w postaci zamkniętych komór, podawanie tlenu w postaci opatrunków lub żeli czy preparaty zawierające nośnik tlenu, np. hemoglobinę. Obecnie brak silnych dowodów umożliwia stworzenie zaleceń dotyczących stosowania miejscowych TOT. Z tego powodu eksperci IWGDF nie zalecali TOT ani jako pierwszorazowej formy terapii, ani jako terapii addytywnej [słaba, niska].



**RYC. 6.** Algorytm wyboru terapii podciśnieniowej w leczeniu zespołu stopy cukrzycowej po wcześniejszym podjęciu decyzji o ewentualnej konieczności rewaskularyzacji

Dyskusję nad rolą utlenowania łożyska rany podjęła w 2021 r. grupa ekspertów, która w swoim stanowisku opartym na metodzie Delphi wskazała zasadność stosowania TOT w owrzodzeniach, takich jak ZSC, żyłne owrzodzenia goleni i owrzodzenia o etiologii niedokrwiennej. W randomizowanym badaniu klinicznym, w którym do standardowej terapii chorych z ZSC doda-

wano hemoglobinę w aerozolu lub placebo, wykazano istotne statystycznie zmniejszenie powierzchni rany o 53% w grupie stosującej hemoglobinę.

### 3. Terapie komórkowe.

Eksperti IWGDF zalecają rozważenie wykorzystania produktów pozyskiwanych z owodni w terapii addytywnej ZSC dodatkowo do terapii standardowej, jeżeli

terapia standardowa nie wpływa na redukcję wielkości rany [słaba, niska].

Doświadczenia kilku ośrodków badawczych i klinicznych na świecie, w tym w Polsce, wskazują na potencjał regeneracyjny alogenicznych komórek macierzystych pozyskiwanych z tkanki tłuszczowej w leczeniu ZSC o etiologii neuropatycznej i neuropatyczno-niedokrwiennej jako uzupełnienie terapii standardowej, jeżeli ta nie wpływa na redukcję wielkości rany.

Eksperti IWGDF nie zalecają następujących form terapii wpływających na poprawę warunków gojenia preferencyjnie w stosunku do terapii standardowej: stosowanie czynników wzrostu, autologiczny żel płytkowy, substytuty skóry produkowane metodami bioinżynierii, ozon, miejscowo stosowany dwutlenek węgla i tlenek azotu [słaba, niska].

Eksperti IWGDF zalecają rozważenie wykorzystania zawiesiny autologicznych leukocytów, płytek krwi i fibryny jako terapii addytywnej dodatkowo do terapii standardowej w przypadku niezakażonych owrzodzeń w ZSC, które charakteryzują się upośledzonym potencjałem gojenia [słaba, średnia].

#### 4. Terapie wykorzystujące właściwości fizyczne.

Eksperti IWGDF nie zalecają terapii wpływających na poprawę gojenia poprzez wykorzystanie pola elektrycznego, magnetycznego, ultradźwięków i fali uderzeniowej preferencyjnie w stosunku do terapii standardowych [silna, niska].

## NEUROOSTEOARTROPATIA CHARCOTA – LECZENIE OPERACYJNE

Stosowane obecnie algorytmy postępowania operacyjnego w neuroosteoartropatii Charcota (*Charcot neuro-osteoarthropaty* – CN) oparte są wyłącznie na badaniach retrospektywnych niewielkich grup pacjentów oraz opiniach ekspertów. Dotychczas nie udało się uzyskać danych naukowych opracowanych zgodnie z zasadami *evidence-based medicine* oraz konsensusu precyzującego wskazania, rodzaje operacji czy sposoby oceny wyników różnych metod i koncepcji leczenia operacyjnego.

Leczenie operacyjne CN jest zwykle zarezerwowane dla późniejszych okresów choroby (okres konsolidacji i utrwalonej deformacji wg Eichenholtza), choć w wyjątkowych przypadkach może być zastosowane wcześniej (w okresach zapalnych, to jest od 0 do 2).

Celem operacji jest uzyskanie stopy funkcjonalnej, stabilnej, zdolnej do równomiernego obciążania podszwy, bez tworzenia się owrzodzeń czy ich nawro-

tów, pozwalającej na stosowanie obuwia i/lub ortezy, zapobieganie amputacjom oraz umożliwienie pacjentom powrotu do normalnego trybu życia.

Pomimo wypracowania metod leczenia zachowawczego z zastosowaniem unieruchomienia i odciążenia (TCC, ortezy itp. – patrz: część 2 wytycznych, rozdział o sposobach odciążania ran), których wyniki zostały potwierdzone w licznych badaniach, nie zawsze umożliwia ono osiągnięcie pożądanego kształtu, a tym samym funkcji stopy, pozwalającego na jej obciążanie czy stosowanie obuwia bez nawrotów owrzodzenia. Na tym etapie choroby wskazane może być przeprowadzenie korekcji operacyjnej zniekształcenia stopy i stawu skokowo-goleniowego.

Stosowanych jest kilka typów operacji – od procedur wykonywanych na tkankach miękkich, takich jak wydłużenie ścięgna piętowego, tenotomia ścięgien zginaczy palców czy przeniesienie przyczepów ścięgien, przez ostektomie (egzostektomie) wyniosłych fragmentów kostnych aż do złożonych procedur opartych na artrodezach stawów stopy z towarzyszącą korekcją wielopłaszczyznowych deformacji, wymagających zastosowania przeznaczonych specjalnie do stopy Charcota stabilizatorów zewnętrznych i/lub wewnętrznych (płyt, śrub, stabilizacji wewnątrzszpikowej).

Pacjenci z NC charakteryzują się współistnieniem wielu powikłań cukrzycy oraz chorób towarzyszących, mających negatywny wpływ na wyniki leczenia operacyjnego i gojenie się tkanek w obrębie stopy. W miarę postępu wiedzy na temat operacji rekonstrukcyjnych stopy Charcota coraz częściej proponowana jest obiektywna, przedoperacyjna, punktowa ocena stanu pacjenta, np. *Charcot Reconstruction Preoperative Prognostic Score* – CRPPS (Rettedal i wsp.), na podstawie wieku, wskaźnika masy ciała, lokalizacji anatomicznej, aktywności choroby, obecności owrzodzenia, zapalenia kości oraz stężenia HbA<sub>1c</sub>.

W kolejnym z opublikowanych przedoperacyjnych systemów kwalifikacji i ustalania wskazań do leczenia operacyjnego wyróżniono trzy poziomy (od A do C) ze względu na stan funkcjonalny i mobilność oraz wybrane objawy kliniczne. Poziom A to pierwotne (najlepiej udokumentowane i potwierdzone) wskazania do operacji, poziom B – wskazania wtórne (względne), a poziom C – wskazania kontrowersyjne. Do najważniejszych wskazań z poziomu A należą: znacznego stopnia niestabilność stawów stopy i stawu skokowo-goleniowego, obecność infekcji lub długotrwałych, niegojących się lub nawracających owrzodzeń, zwichnięcie

stawów stopy lub stawu skokowo-goleniowego, niepowodzenie dotychczasowego leczenia zachowawczego. Wskazania względne (poziom B) to: postęp istniejącej deformacji i jej nasilenie, *osteomyelitis*, brak możliwości obciążania kończyny. Wskazaniem kontrowersyjnym (poziom C) w opinii ekspertów są operacje przeprowadzane w aktywnych, zapalnych (początkowych) okresach choroby. Jedynie operacyjne wydłużenie ścięgna piętowego, jako postępowanie obarczone stosunkowo niewielką liczbą powikłań, wydaje się znajdować uzasadnienie u wybranych pacjentów na wczesnych etapach CN. Operacyjne uwolnienie nerwu piszczelowego tylnego i/lub jego gałęzi jako procedura mająca na celu ograniczenie neuropatii nie znajduje uznania ani akceptacji ekspertów.

Otyłość olbrzymia (powyżej 40 kg/m<sup>2</sup>) nie stanowi przeciwwskazania do leczenia operacyjnego, jeśli pacjent jest w stanie nie obciążać stopy podczas poruszania się. Niestety większość pacjentów nie jest w stanie zapewnić nieobciążania stopy w okresie pooperacyjnym, co stanowi jedno z głównych przeciwwskazań do operacji. Należy także pamiętać o wielu współistniejących problemach okołoperacyjnych (np. anesteziologicznych) związanych z otyłością.

#### **Techniki operacyjne stosowane w neuroosteoartropatii Charcota – wskazania i możliwe powikłania**

Wydłużenie ścięgna piętowego lub kompleksu mięśnia brzuchatego łydki

Cukrzyca jest samoistnym czynnikiem predysponującym do skracania się tkanek w obrębie kompleksu mięśnia brzuchatego łydki i ścięgna Achillesa. Tak zwane końskie ustawienie stopy i brak możliwości uzyskania zgięcia grzbietowego powoduje istotny wzrost nacisków na przodostopie, a tym samym zwiększa ryzyko powstawania wtórnych deformacji i owrzodzeń u pacjentów z neuropatią. Kliniczny test Silferskiolda jest najważniejszym wskaźnikiem określającym zakres tej operacji (ograniczonej do mięśnia brzuchatego łydki lub obejmującej cały kompleks mięśnia trójgłowego). Opisano wiele technik wydłużania kompleksu mięśnia brzuchatego łydki i ścięgna Achillesa, na kilku poziomach anatomicznych, w tym procedury przezskórne. Operacyjne wydłużenie mięśnia brzuchatego łydki lub ścięgna Achillesa ma potwierdzone wskazanie w nawracających, niegojących się owrzodzeniach w okolicy przodostopia oraz jest jednym z zasadniczych elementów operacji w przypadkach innych rozległych korekcji stopy Charcota. Do powikłań związanych z tą techniką

należy powstanie tzw. stopy piętowej spowodowanej nadmiernym wydłużeniem przykurczonych struktur anatomicznych, co wiąże się z ryzykiem tworzenia się wtórnych owrzodzeń na pięcie. Operacje w okolicy ścięgna piętowego związane są ponadto ze zwiększonym ryzykiem infekcji miejsca operowanego.

#### **Ostektomie (egzostektomie)**

Ostektomie to grupa procedur polegających na operacyjnym usunięciu wyniosłości kostnych prowadzących do powstawania oraz nawrotów owrzodzeń i problemów z noszeniem obuwia i obciążaniem stopy. Zabiegi te, jako powodujące różnego stopnia destabilizację stopy, powinny być wykonywane wyłącznie w stopie stabilnej. Bezwzględny przeciwwskazaniem są wczesne okresy stopy Charcota (1–2) oraz zaawansowane PAD i upośledzone ukrwienie tkanek stopy. Dostęp operacyjny do ostektomii może być bezpośredni, przez istniejące owrzodzenie z jego pierwotnym lub odroczonym zamknięciem, lub przez dodatkowe cięcie w obrębie typowych linii dostępu operacyjnych do stopy i stawu skokowo-goleniowego. Procedura ta może być łączona z innymi, np. wydłużeniem ścięgna piętowego lub mikrochirurgicznym pokryciem ubytku tkanek za pomocą płata (przeszczepu). Do możliwych powikłań tej techniki operacyjnej należą zbyt rozległa resekcja i wtórna destabilizacja struktur stopy oraz problemy z gojeniem się dojścia operacyjnego.

#### **Artrodezy**

Najważniejszym celem artrodezy (usztywnienia) w obrębie stopy i stawu skokowo-goleniowego jest jej stabilizacja i odtworzenie możliwości obciążania. Procedury te obejmują usunięcie resztkowych powierzchni stawowych, sklerotycznej, awitalnej i/lub zainfekowanej kości, redukcję istniejącej deformacji, próbę odtworzenia kształtu stopy i jej ostateczną stabilizację. W celu zwiększenia stabilności zwykle obszarem usztywnienia obejmuje się stawy sąsiadujące, nieobjęte pierwotnym procesem chorobowym. Do najważniejszych wskazań należą: niestabilność stawów stopy, nawracające owrzodzenia, zaawansowane deformacje oraz niepowodzenia wcześniejszego leczenia nieoperacyjnego i operacyjnego. Artrodezy są heterogenną grupą zabiegów operacyjnych, w których wykorzystuje się liczne techniki stabilizacji kości. Przeprowadzając artrodezę w stopie neuropatycznej, należy zastosować najbardziej stabilną z dostępnych metod usztywnienia.

### Stabilizacja zewnętrzna

Stabilizacja zewnętrzna umożliwia przeprowadzenie stopniowej lub jednoczesnej korekcji deformacji i stabilizacji w obecności owrzodzenia i/lub zapalenia kości. W przypadkach powikłań infekcyjnych usunięcie stabilizatora zewnętrznego jest proste i nie pozostawia metalowych implantów pokrytych biofilmem bakteryjnym wewnątrz stopy, jak przy zastosowaniu stabilizacji wewnętrznej. Druty i groty stabilizatorów zewnętrznych mogą i powinny być wprowadzane z dala od ognisk infekcji, uszkodzonych i zdeformowanych stawów stopy. Słaba jakość tkanki kostnej (osteopenia i osteoporoza) towarzysząca stopie Charcota nie ma tak istotnego wpływu jak w przypadkach zastosowania implantów wewnętrznych.

Szczególnym wskazaniem do korekcji i stabilizacji zewnętrznej za pomocą aparatów typu Ilizarowa, ramy Taylora (*Taylor spatial frame* – TSF) lub podobnych są ostre zwichnięcia stopy, do których może dojść w początkowych i zapalnych etapach choroby. Choć większość specjalistów preferuje nieoperacyjne metody postępowania w początkowych etapach CN, ostre zwichnięcie stawu Lisfranca, Choparta czy też stawu skokowego może być niezwykle trudne do leczenia za pomocą opatrunku gipsowego czy ortezy i stać się wskazaniem do leczenia operacyjnego, to jest stopniowej repozycji i stabilizacji z zastosowaniem stabilizatora zewnętrznego. W wybranych przypadkach ze współistniejącą osteopenią, owrzodzeniem, zmianami zapalnymi i obrzękiem tkanek miękkich stopy i stawu skokowo-goleniowego (charakteryzujące wczesne stadia CN) wybór okrężnego stabilizatora zewnętrznego może być opcją umożliwiającą zachowanie anatomicznego ustawienia stopy. Zastosowanie tej techniki wymaga jednak dużego doświadczenia i powinno być zarezerwowane dla wybranych ośrodków dysponujących odpowiednim sprzętem.

Należy pamiętać, że aktywne zapalenie, towarzyszący obrzęk tkanek miękkich we wczesnych stadiach choroby Charcota stanowi podstawowe wskazanie do leczenia zachowawczego i jest przeciwwskazaniem do operacji.

Oba rodzaje stabilizacji (zewnętrzna i wewnętrzna) mogą być stosowane jednocześnie w celu uzyskania maksymalnej możliwej stabilizacji odłamów kostnych.

### Stabilizacja wewnętrzna

Współcześnie do stabilizacji stawów stopy w przypadkach CN stosowane są najczęściej implanty prze-

znaczone do stopy i stawu skokowo-goleniowego, takie jak: gwoździe śródszpikowe odpiętowe, pręty i śruby do stabilizacji śródszpikowej stawu Lisfranca i Choparta oraz płyty rekonstrukcyjne z możliwością blokowania łba śruby w płycie pod stałym bądź zmiennym kątem. Zasadniczym wskazaniem do zastosowania stabilizacji wewnętrznej są osteotomie i artrodezy stawów stopy przy braku uszkodzeń otaczających tkanek miękkich lub po uzyskaniu pełnego wygojenia istniejących owrzodzeń. Implanty tego typu zapewniają stabilne zespolenie, możliwość kompresji odłamów i wcześniejszego rozpoczęcia częściowego obciążania stopy. Stanowią dobre uzupełnienie dalszych etapów leczenia po zagojeniu owrzodzenia i stabilizacji deformacji stopy uzyskanej w przypadkach stosowania unieruchomienia gipsowego i wcześniejszej stabilizacji zewnętrznej, bez ryzyka wtórnych infekcji wstępujących po grotach i drutach stabilizatora zewnętrznego. Są podstawową formą stabilizacji odłamów kostnych w przypadku stóp leczonych pierwotnie nieoperacyjnie, za pomocą TCC oraz po osteotomiach i artrodezach. Ta forma stabilizacji odłamów kostnych jest znacznie wygodniejsza dla pacjenta, a po uzyskaniu zrostu kostnego i usztywnienia w pożądanym ustawieniu nie wymaga dalszych działań operacyjnych. Powikłania, takie jak brak zrostu kostnego, zrost w nieprawidłowym ustawieniu i destabilizacja zespolenia, są obserwowane do 38% przypadków (średnio 14%). Około 6% pacjentów może wymagać amputacji w razie wystąpienia powikłań leczenia operacyjnego w następstwie niepowodzeń artrodezy.

### Postępowanie pooperacyjne

Do najważniejszych zaleceń postępowania pooperacyjnego należy utrzymanie unieruchomienia gipsowego i odciążanie kończyny przez minimum 6 tygodni, a następnie, jeśli kontrolne radiogramy potwierdzają postępujący zrost kostny i stabilność zespolenia, kontynuowanie stosowania ortezy przez 1–6 miesięcy. Minimalny okres niezbędny do uzyskania zrostu kostnego to 3 miesiące.

### OPTIMALIZACJA ŻYWIENIA CHOREGO Z ZESPOŁEM STOPY CUKRZYCOWEJ

Regeneracja i gojenie się uszkodzonej tkanki to niezbędny warunek przeżycia po chorobach i urazach związanych z uszkodzeniami fizycznymi, chemicznymi, infekcyjnymi lub immunologicznymi. Jest to precyzyjnie regulowany proces, kontrolowany przez wiele czynników humoralnych i komórkowych. U ssaków

(w tym ludzi) rany goją się bez tworzenia blizn tylko we wczesnym okresie płodowym. W późniejszych fazach płodowych i w okresie poporodowym gojenie się rany nie jest całkowite (*ad integrum*), a zmienne fragmenty uszkodzonej tkanki zastępowane są tkanką bliznowatą. Wynika to ze stanu zapalnego, który odgrywa kluczową rolę w gojeniu się ran. Składniki niezbędne do procesu gojenia pochodzą zwykle z zapasów organizmu, zwłaszcza tkanki mięśni szkieletowych. Rozległe rany lub długotrwałe procesy gojenia ran prowadzą do wyczerpania białka organizmu. Z tego właśnie powodu ocena stanu odżywienia i leczenie żywieniowe powinny być nieodzownym elementem kompleksowej opieki nad pacjentami z rozległymi i trudno gojącymi się ranami.

Proces gojenia się ran to szereg złożonych zdarzeń, które rozpoczynają się od urazu i mogą trwać od miesięcy do lat. Płód ma zdolność gojenia ran poprzez regenerację nie tylko normalnego naskórka, lecz także głębszych struktur, takich jak skóra właściwa, z całkowitym przywróceniem struktury macierzy zewnątrzkomórkowej, siły i funkcji, bez zapalenia. W okresie poporodowym gojenie się ran zawsze wiąże się ze stanem zapalnym i można je podzielić na trzy podstawowe fazy. Co istotne, proces ten nie zawsze jest liniowy, a fazy gojenia się rany mogą być modyfikowane przez wiele czynników miejscowych i zewnętrznych.

#### Faza I – krzepnięcie i stan zapalny

Te dwa procesy są ze sobą ściśle powiązane. Mechanizmy i szlaki hemostatyczne rozpoczynają się natychmiast po uszkodzeniu skóry, aby zapobiec utracie krwi. Zapewnia to odruchowe zwężenie naczyń krwionośnych i zainicjowanie zewnętrznej kaskady krzepnięcia przez czynniki tkankowe, wapń, aktywny czynnik VII, a następnie całą kaskadę krzepnięcia, z ewentualnym krzepnięciem krwi. Jednocześnie mediatory związane z procesem krzepnięcia (czynniki krzepnięcia, czynniki płytkowe, hormony miejscowe) również inicjują procesy miejscowego zapalenia. Po początkowym zwężeniu naczyń pojawiają się klasyczne objawy zapalenia: rumień, guz, stan podgorączkowy, ból i utrata funkcji.

Zapalenie tworzy barierę przed inwazją drobnoustrojów. Jest to potęgowane przez wrogie środowisko, czynniki humoralne (enzymy, dopełniacz i lizozym) i granulocyty, z niektórymi limfocytami i makrofagami. Stan zapalny rozpoczyna również proces gojenia. Pod koniec cyklu zapalnego ewoluujące środowisko eikozanoidów w ranie oddziałuje na obecne w niej typy

komórek, powodując syntezę kolagenu, macierzy pozakomórkowej i tkanki ziarninowej przez fibroblasty (dzięki zwiększonemu stosunkowi prostaglandyny F2 do PGE2). Dodatkowo czynniki wzrostu pochodzące z makrofagów znajdują się na optymalnym poziomie, silnie oddziałując na napływ do rany najpierw fibroblastów i keratynocytów, a następnie komórek śródbłonna.

#### Faza II – proliferacja

Komórki jednojądrzaste nadal zastępują białe krwinki i makrofagi, fibroblasty zaczynają migrować z brzegów rany do wewnątrz na macierz fibrynową. Są one stymulowane przez podstawowy czynnik wzrostu fibroblastów (bFGF) i transformujący czynnik wzrostu  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) z makrofagów oraz płytkowy czynnik wzrostu (PDGF) z płytek krwi. Fibroblasty wytwarzają glikozaminoglikany (kwas hialuronowy), proteoglikany i kolagen. Produkty te są głównymi składnikami zewnątrzkomórkowymi tkanki ziarninowej. Następnie fibroblasty stają się komórkami głównymi, które zaczynają produkować TGF- $\beta$ , bFGF, czynnik wzrostu keratynocytów oraz insulinopodobny czynnik wzrostu 1 (IGF-1) o działaniu autokrynnym. Fibroblasty łączą również cząsteczki kolagenu we włókna, które są usieciowane i zorganizowane w wiązki. Kolagen staje się w konsekwencji głównym składnikiem pozakomórkowym gojącej się rany, a jego zawartość koreluje ze wzrostem wytrzymałości na rozciąganie.

W tej fazie widoczna jest również proliferacja keratynocytów i komórek śródbłonna. Komórki te wytwarzają autokrynne czynniki wzrostu, które podtrzymują ich rozwój. Synchroniczna ekspansja śródbłonna przyczynia się do angiogenezy, ponieważ nieuszkodzone naczynia wytwarzają pączki w tkance ziarninowej. Nowe naczynia dostarczają tlen, niezbędne składniki odżywcze oraz cytokiny potrzebne do gojenia się ran. Równocześnie komórki nabłonka kontynuują migrację od brzegu rany ku środkowi, aż do pokrycia ubytku. Na tym etapie zablokowanie kontaktu wywołuje transformację fibroblastów w miofibroblasty, które zawierają kurczliwe włókna aktyny i są odpowiedzialne za obkurczanie się rany. Następnie kwas hialuronowy zostaje zastąpiony siarczanem chondroityny i kolagenem.

#### Faza III – dojrzewanie

Nowo zsyntetyzowany kolagen, który odkładał się bezładnie w tkance ziarninowej, jest następnie przebudowywany w bardziej zorganizowaną strukturę

o zwiększonej wytrzymałości. Dzieje się tak dlatego, że kolagen typu I zastępuje kolagen typu III, aż do osiągnięcia prawidłowej proporcji skóry 4 : 1. Synteza kolagenu i kolagenoliza (z udziałem metaloproteinaz macierzy) osiągają stan równowagi w miarę trwania przebudowy. Wytrzymałość rany na rozciąganie osiąga 80% pierwotnej wytrzymałości ok. 1 roku po urazie.

#### Zaburzenia gojenia ran

Na proces gojenia się ran może negatywnie wpływać wiele czynników zarówno ogólnoustrojowych, jak i miejscowych. Czynniki te mogą opóźnić proces gojenia i ostatecznie doprowadzić do rozwoju rany przewlekłej lub niegojącej się. Stale nasilona proteoliza jest typowa dla ran przewlekłych. Większość proteaz (głównie elastaza) jest uwalniana przez neutrofile efektorowe, a to zmniejsza rozpoznawalność i późniejsze usuwanie komórek przez makrofagi. Sprzyja to rozpadowi martwiczemu. Rozpuszczalne fragmenty elastazy gospodarza degradują receptory chemokinowe (CXCR1), które mogą stymulować receptory toll-podobne 2 (TLR2), produkując dodatkowe cytokiny prozapalne (PCs), które podsycają cykl zapalny i rekrutują dodatkowe neutrofile. Ten nieustanny cykl wraz z tworzeniem inflammasomu wywołuje i podtrzymuje podwyższony poziom stanu zapalnego, który utrudnia gojenie się ran. Wspomniane mechanizmy rozwoju ran przewlekłych są szczególnie widoczne w przypadku owrzodzeń żylnych, tętniczych, owrzodzeń stopy cukrzycowej, owrzodzeń ciśnieniowych oraz ran spowodowanych chorobami autoimmunologicznymi. Również niedożywienie może opóźnić gojenie się ran i prowadzić do przewlekłego przebiegu mimo stosowania nowoczesnych metod leczenia miejscowego. Ponadto obecność zapalenia związanego z raną zwiększa utratę masy komórek ciała i powoduje oporność anaboliczną.

Rana przewlekła, która utrzymuje się dłużej niż 6 tygodni, stanowi wyzwanie medyczne, ponieważ może prowadzić do innych powikłań, w tym zakażenia, sepsy czy destrukcji sąsiednich tkanek. Obecność rany przewlekłej powoduje stały stan zapalny z konsekwencjami metabolicznymi i żywieniowymi. Ze względu na ból rana przewlekła może powodować zmniejszenie aktywności fizycznej, co w połączeniu z przewlekłym stanem zapalnym może być przyczyną utraty masy mięśniowej i rozwoju sarkopenii, otyłości sarkopenicznej lub wyniszczenia.

Nasilenie proliferacji komórek, syntezy białek i aktywności enzymów podczas procesu gojenia się ran

wymaga miejscowego gromadzenia energii i substratów budulcowych. Ogólnie rzecz biorąc, aminokwasy są uwalniane z zapasów białek w organizmie (zwłaszcza z mięśni szkieletowych), podczas gdy glukoza jest produkowana w wątrobie. Utlenianie glukozy jest niskie we wczesnym okresie gojenia się ran, prawdopodobnie z powodu powstawania nowych komórek i przepływu glukozy do szlaków syntetycznych (i nieutleniających), takich jak cykl pentozowy. W ten sposób w glikolizie wytwarzany jest ATP, a mleczan przekształcany w wątrobie w glukozę w cyklu Corich.

Osoby niedożywione, bez rezerw tłuszczowych, są narażone na opóźnione gojenie się ran i rozwój ran przewlekłych. Gdy niedożywienie jest związane z ogólnoustrojowym stanem zapalnym, gojenie się ran może być prawie niemożliwe. Niedożywienie utrudnia gojenie się ran oraz dodatkowo: opóźnia powstawanie neowaskularyzacji i zmniejsza syntezę kolagenu, przedłuża fazę zapalenia, zmniejsza fagocytozę przez leukocyty, wywołuje dysfunkcję komórek B i T.

Pojawia się również mechanizm błędnego koła, ponieważ szczególnie w przypadku niedożywionych osób starszych gojenie się ran jest opóźnione, a to z kolei zwiększa stopień niedożywienia. Wykazano, że odżywki wysokobiałkowe zmniejszają częstość występowania odleżyn.

Z tego powodu ocena stanu odżywienia i monitorowanie przyjmowania pokarmów powinny być istotną częścią opieki nad pacjentami z ranami. Spożycie pokarmu musi zawsze pokrywać dzienne zapotrzebowanie na energię (30–35 kcal/kg m.c.) i białko (1–1,5 g/kg m.c.). U pacjentów już niedożywionych lub z niegojącymi się ranami należy zwiększyć dzienne spożycie energii i białka odpowiednio do 35–40 kcal/kg m.c. i 1,5–2,0 g/kg m.c.

Często, szczególnie u pacjentów hospitalizowanych i niedożywionych, takie spożycie nie może być zapewnione w standardowej diecie i konieczne jest podawanie suplementów diety. Suplementy powinny być jak najlepiej dostosowane do występującego u pacjenta niedoboru składników odżywczych. Należy uwzględnić białko, mikroelementy i witaminy oraz substraty, które ulegają szybkiej przemianie (np. arginina). Wykazano, że arginina poprawia funkcje immunologiczne, a także stymuluje gojenie się ran. W prospektywnym, randomizowanym badaniu z podwójnie ślepą próbą specjalny suplement wzbogacony w energię i białko zawierający zwiększoną ilość argininy, cynku, witaminy C i antyoksydantów



przyspieszył gojenie się odleżyn u niedożywionych pacjentów.

Odpowiednia podaż białka jest niezbędna do podziału komórek i prawidłowego gojenia się ran. Ze względu na fakt, że kolagen jest dominującym białkiem produkowanym w gojącej się ranie, brak białka zmniejsza syntezę kolagenu i produkcję fibroblastów. Chociaż wszystkie aminokwasy proteogenne są równie ważne podczas gojenia się ran, istnieją dowody na to, że niektóre aminokwasy są szczególnie istotne dla tego procesu. Metionina i cysteina biorą udział w syntezie tkanki łącznej oraz kolagenu. Uważa się, że arginina ma duży wpływ na proliferację kolagenu oraz na poprawę reakcji immunologicznej.

Kwasy tłuszczowe są ważnymi składnikami błon komórkowych i substratem do syntezy eikozanoidów, które sprzyjają procesowi zapalnemu. Stwierdzono, że miejscowe i ogólnoustrojowe stosowanie kwasów tłuszczowych  $\omega$ -3 poprawia gojenie się ran. Co zaskakujące, suplementacja tymi kwasami tłuszczowymi zwiększa miejscowy stan zapalny w ranach doświadczalnych. Ostatnio wykazano, że sprzężony kwas linolowy (CLA) poprawia zamykanie ran u zwierząt doświadczalnych. Znaczenie kliniczne kwasów tłuszczowych w procesie gojenia się ran nie zostało jeszcze określone.

Kwas askorbinowy jest niezbędny do hydroksylacji proliny i lizyny w syntezie kolagenu, gdzie tworzy wiązania krzyżowe i stabilizuje strukturę potrójnej helisy kolagenu. Jest on również niezbędny do optymalnej odpowiedzi immunologicznej, mitozy komórek i migracji monocytów do tkanki rany, które przekształcają się w makrofagi podczas fazy zapalnej gojenia się rany.

Cynk jest kofaktorem dla wielu reakcji enzymatycznych, które biorą udział w biosyntezie RNA, DNA i białek, dlatego jest niezbędny dla wszystkich proliferujących komórek, a niski poziom cynku zmniejsza zamknięcie i ciśnienie robocze rany oraz hamuje proces zapalny. Skuteczność i ryzyko stosowania suplementacji cynkiem w leczeniu ran jest przedmiotem wielu dyskusji w literaturze, a ogólne przekonanie jest takie, że suplementacja cynkiem jest korzystna w przypadku niedoboru tego pierwiastka u pacjenta, ale nie w przypadku jego braku.

Żelazo jest kofaktorem enzymów hydrolizy prolylu i lizylu, które są niezbędne do syntezy kolagenu. Dlatego też poważny niedobór żelaza silnie zaburza proces gojenia się ran.

Inne mikroelementy, takie jak witaminy (A, B i E) oraz pierwiastki śladowe (selen, miedź i mangan), odgrywają szczególną rolę w gojeniu się ran. Niedobór

tych składników odżywczych jest związany z występowaniem zmian skórnych, dlatego uzupełnianie i zapobieganie niedoborom jest ważne w leczeniu wszystkich dużych lub niegojących się ran.

#### Podsumowanie

Proces gojenia się ran składa się z zapalenia, proliferacji i dojrzewania. Wpływ licznych czynników lokalnych i ogólnoustrojowych (w tym niedożywienia) może hamować jego przebieg. Miejscowe leczenie ran oraz leczenie ogólnoustrojowego stanu zapalnego i terapia żywieniowa są niezbędne do skutecznego gojenia się ran i zapobiegania rozwojowi ran przewlekłych.

### PROFILAKTYKA ZESPOŁU STOPY CUKRZYCOWEJ

#### Obserwacja i pielęgnacja stóp

Profilaktyka ZSC jest kluczowym elementem zwiększenia szans na uratowanie kończyny przed infekcją i innymi powikłaniami. Do istotnych powikłań cukrzycy należą w sferze fizycznej urazy mechaniczne, zakażenia, amputacje, a w sferze psychicznej depresja oraz alienacja społeczna pacjentów. W profilaktyce ZSC ogromne znaczenie ma pielęgnacja stóp oraz umiejętność obserwacji i szukania rozwiązań, np. w zakresie doboru obuwia, pielęgnacji skóry i ochrony stóp. Należy jednak pamiętać, aby poszczególne działania były świadomym wyborem naszych pacjentów, opartym na dążeniu do samodzielności i odpowiedzialności za własne zdrowie.

#### Ochrona stóp – zalecenia ogólne

Zalecane jest używanie dobranych pod względem rozmiaru pończoch i rajstop oraz skarpet bezszwowych i nieuciskowych, wykonanych z naturalnych włókien, np. bambusowych, z wełny z merynosa lub bawełnianych z dodatkiem alg, srebra, miedzi.

Pacjenci z neuropatią powinni unikać wyiębiania stóp ze względu na możliwość wystąpienia zaburzeń krążenia oraz ogrzewania stóp bezpośrednimi źródłami ciepła, takimi jak termofory, piece, kaloryfery, poduszki elektryczne itp.

Zalecana jest aktywność fizyczna dostosowana do możliwości pacjenta oraz ćwiczenia stóp w postaci np. ruchu marszowego, jak również wykorzystanie urządzeń treningowych pod kontrolą fizjoterapeuty. Regularna aktywność fizyczna wpływa na poprawę kondycji, zwiększenie zakresu ruchomości w stawach, poprawę czucia powierzchniowego i głębokiego oraz zapobiega dysfunkcji stóp.

### Obserwacja i kontrola stanu stóp

Przy współistniejącej neuropatii cukrzycowej ocena wzrokowa stóp przez chorego jest jedyną metodą pozwalającą na wczesne wykrycie zmian na stopie prowadzących do powstania ZSC. Stopy należy oglądać codziennie przy dobrym oświetleniu. Jeżeli występują trudności w samodzielnej ocenie stóp przez pacjenta, należy skorzystać z lusterka lub z pomocy członka rodziny. Powinno się zwracać uwagę na kolor skóry, obecność haluksów, obrzęków i innych objawów pojawiających się przed wystąpieniem owrzodzenia.



**RYC. 7.** Ubytek powierzchniowej warstwy skóry pomiędzy palcami, który u chorego na cukrzycę może stanowić podstawę rozwoju zakażenia



**RYC. 8.** Modzel stopy tworzący powierzchowne owrzodzenie

Podczas oceny stóp należy zwrócić szczególną uwagę na:

- skórę pomiędzy palcami – możliwość wystąpienia np. odparzeń, maceracji,
- paznokcie – możliwość pojawienia się zmian w obrębie płytki paznokciowej, np. jej pogrubienia, wrastania paznokci, drobnych uszkodzeń okołopaznokciowych powstałych podczas czynności pielęgnacyjnych,
- skórę na podeszwie stopy – możliwość pojawienia się np. zmian hiperkeratotycznych, pęknięć, modzeli wynikających z nieprawidłowego obciążenia stóp,
- palce stopy – zniekształcenia w postaci widocznych wyrostków kostnych, palców młoteczkowatych, możliwość pojawienia się nagniotków wynikających z braku dopasowania obuwia do stopy.

Ważne jest obserwowanie występowania nadwrażliwości na dotyk lub braku czucia i zgłoszenie tych i innych problemów podczas wizyt kontrolnych u lekarza lub pielęgniarki.

Na rycinach 7–10 przedstawiono przykłady zmian urazowych na stopach u chorych na cukrzycę.

### Zabiegi higieniczno-pielęgnacyjne stóp

Należy codziennie dokładnie oglądać swoje stopy i myć w bieżącej wodzie (zalecana letnia), włącznie z ich częścią podeszwową. Temperaturę wody powinno się kontrolować termometrem kąpielowym – wskazana temperatura 35–37° C. Zalecanym sposobem toalety ciała i stóp jest korzystanie z natrysku w czasie



**RYC. 9.** Paluch koślawy w przebiegu zespołu stopy cukrzycowej stwarzający ryzyko powstania owrzodzeń (na zdjęciu dwa na wysokości głowy I kości śródstopia)

nieprzekraczającym 15 minut. Nie zaleca się kąpać stóp w nieprzepływającej wodzie, np. moczyć w misce, ponieważ zbytne zmiękczenie skóry pod ogniskami zrogowacenia lub w okolicy pęknięć sprzyja rozprzestrzenianiu się bakterii do głębiej położonych tkanek, inicjując infekcję. W przygotowaniu do samoopieki pacjenta i w przypadku trudności w samodzielnym myciu stóp można skorzystać z przyrządów – delikatnych szczotek typu np. *easy feet*, które ułatwiają tę czynność. Osuszanie kończyn dolnych po kąpielach powinno być wykonywane bardzo delikatnie i dokładnie poprzez dotykanie skóry miękkim ręcznikiem (nie poprzez jej pocieranie). Szczególną uwagę należy zwracać na osuszanie i obserwację przestrzeni między palcami. Do mycia zalecane są hipoalergiczne mydła (przeznaczone dla dzieci) o fizjologicznym pH (5,5) bądź specjalistyczne preparaty dla diabetyków lub do skóry wrażliwej. Wzmacniając barierę ochronną skóry, stosuje się kremy nawilżające (np. nienasycone kwasy tłuszczowe). W ich składzie nie powinno być barwników i sztucznych zapachów. W dużej części kosmetyki powinny być emolientami, które dbają o właściwe nawilżenie, natłuszczenie i odżywienie skóry (uwaga: u diabetyków częściej istnieje konieczność natłuszczenia skóry). Kremy o wysokim stężeniu mocznika należy stosować tylko w miejscach na stopie pokrytych tkanką hiperkeratotyczną.

#### Pielęgnacja paznokci

Płytkę paznokciową powinna być równa lub minimalnie dłuższa niż opuszka palca, ponieważ paznokcie pełni funkcję ochronną przed urazem. Z uwagi na zaburzenia czucia chorym należy zalecić bezwzględną rezygnację z metalowych, ostrych przyborów do pielęgnacji stóp, takich jak żyletki, brzytwy, nożyczki, metalowe pilniki. Paznokcie należy skrać przy użyciu papierowego pilnika, a nie nożyczek lub zdecydować się na wizytę u podologa w celu pielęgnacji stopy i skrócenia paznokci. Paznokcie powinny być obcinane pod kątem prostym (zapobiega to ich wrastaniu), bez pozostawiania ostrych krawędzi płytki, które mogłyby uszkodzić sąsiednie palce. Przy obecności powikłań w narządzie wzroku lub ograniczeniu ruchowym chorego wskazane jest skorzystanie z pomocy pielęgniarzki lub podologa. W przypadku gdy płytkę paznokciową jest pogrubiała i twarda, przed skracaniem paznokci należy je zmiękczyć przy użyciu preparatów specjalistycznych (nie należy moczyć stóp w wodzie). Z uwagi na postępujące zmiany troficzne płytki paznokciowej zabiegi pielęgnacyjne



RYC. 10. Owrzodzenie na palcu młoteczkowatym

gnacyjne powinny być wykonywane regularnie przez profesjonalistów.

#### Obuwie profilaktyczne

Zaleca się noszenie pełnego obuwia z szerokimi palcami. Buty powinny być o 1–2 cm większe, najlepiej skórzane z twardą podeszwą. Powinno się unikać zbyt ciasnego i zbyt luźnego obuwia. Należy kupować obuwie w godzinach popołudniowych i bez pomocy przyrządów, np. łyżki do butów. Szerokość obuwia powinna być równa szerokości stopy w śródstopiu. Wysokość obuwia powinna zapewnić wystarczająco dużo miejsca dla wszystkich palców stóp. Każdorazowo przed założeniem obuwia należy sprawdzić, czy nie doszło do podwinięcia wkładki oraz czy nie wpadło do niego żadne ciało obce (np. kamień). Specjalista powinien ocenić dopasowanie obuwia u pacjenta w pozycji stojącej, a potem w ciągu dnia podczas użytkowania obuwia ocenić skórę stopy. Nowe buty należy zawsze „rozchodzić”, nosząc je nie dłużej niż 15–20 minut dziennie.

Zaleca się unikanie otwartego obuwia oraz chodzenia na bosą stopę. Nie zaleca się zakładania obuwia na gołą stopę.

Jeśli nie można dopasować gotowego obuwia z powodu deformacji stopy, należy posilkować się specjalistycznym obuwiem odciążającym, które redystrybuuje nacisk na stopę (np. Augsburg, Flensburg, Dresden). Ortezy typu Walker oraz wkładki powinny być dobierane indywidualnie.

#### Pedobarografia, wkładki indywidualne oraz obuwie profilaktyczne

Ważną zasadą leczenia pacjentów z ZSC jest nie tylko wyrównanie metaboliczne i przeciwdziałanie dalszym powikłaniom, lecz także zapewnienie samodzielnego

funkcjonowania na każdym etapie choroby. Niezależność chorych z ZSC polega na jak najdłuższym utrzymaniu prawidłowych funkcji lokomocyjnych, które są zagrożone współistnieniem zmian mikro- i makroangiopatycznych, neuropatii i charakterystycznych dla cukrzycy zmian w obrębie stawów stopy. W zakresie diagnostyki schorzeń stóp obecnie mamy możliwość korzystania z nowoczesnych urządzeń pomiarowych do analizy sił nacisku na stronę podeszwy stóp, które można wykorzystać w badaniach przesiewowych i do analizy danych w celu wykonania wkładek i obuwia. Zaopatrzenie ortotyczne jest ważnym i nieodzownym elementem profilaktyki i terapii stopy cukrzycowej. W zakresie wspomaganie chodu pacjentów dotkniętych deficytem lokomocyjnym należy dobierać zaopatrzenie ortopedyczne do możliwości fizycznych pacjenta i przeprowadzić instruktaż nauki chodu z przyrządami. Nie wolno zapomnieć, że skuteczność terapii u każdego pacjenta zależy od ciągłego monitorowania działania zastosowanych rozwiązań ortotycznych i ortopedycznych.

#### Plantokonturografia

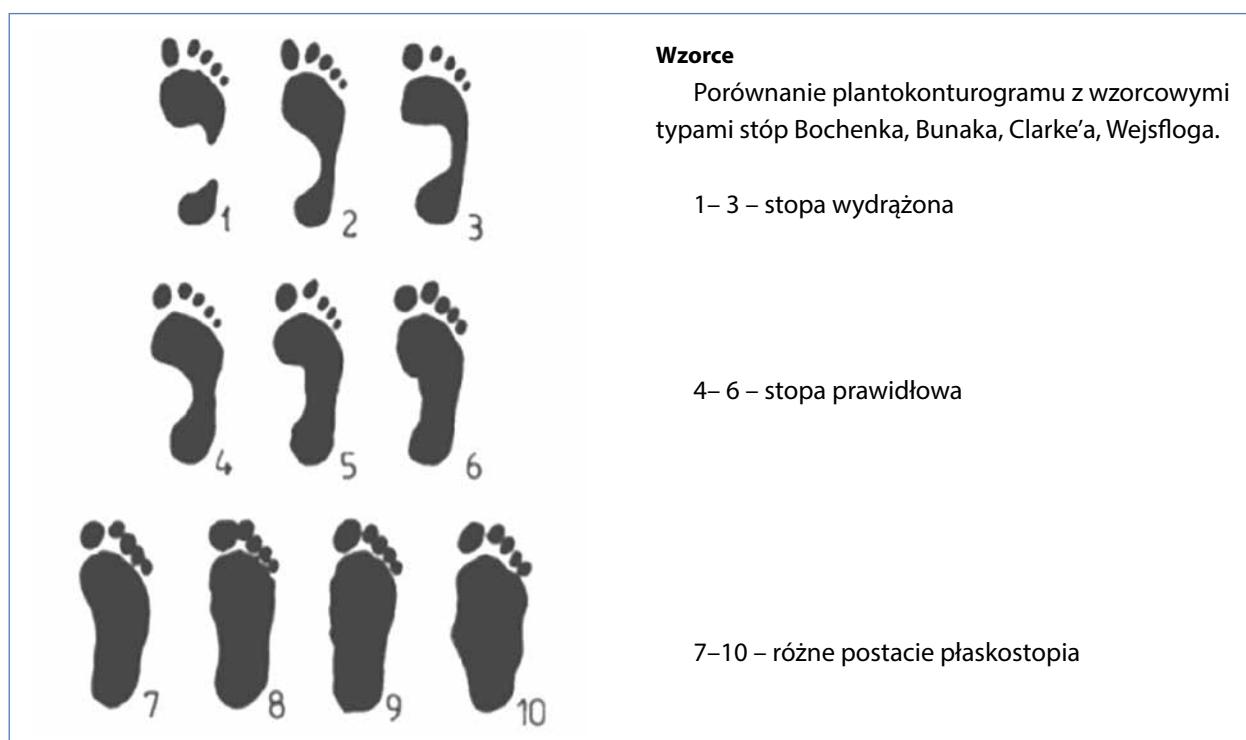
Plantokonturograf jest prostym w obsłudze urządzeniem służącym do wykonania odbitek lub odbitek wraz z obrysem podporowej powierzchni stóp, tzw. spodostopia, na papierze. Niektóre plantokonturografy o płaskiej konstrukcji pozwalają na sporządzenie odbi-

tek w warunkach statycznych (odbitka stopy w trakcie stania), jak również w warunkach dynamicznych (odbitka stopy podczas chodzenia). Zastosowane w plantokonturografie membrany z urzeźbieniem w postaci kratki o różnej wysokości w zależności od siły nacisku na membranę pozwalają na uzyskanie odbitki o jaśniejszych i ciemniejszych miejscach. Jaśniejsze miejsca powstają przy mniejszym nacisku, natomiast ciemniejsze przy większym, co pozwala na ocenę jakościową obciążenia w poszczególnych regionach stóp.

Plantokonturograf wykorzystuje się do:

- oceny ukształtowania sklepienia podłużnego, porównując z wzorcowymi typami stóp (ryc. 11),
- uzupełnienia diagnozy zaburzeń w obrębie stóp poprzez wykreślenie kątów i wskaźników diagnostycznych, w badaniach indywidualnych i populacyjnych (np. kąt Clarke'a, wskaźnik Wejsfloga),
- analizy porównawczej pod kątem zmian w budowie stóp z wiekiem, po okresie noszenia wkładek i/lub stosowania ćwiczeń.

Do wykonania plantokonturogramów można również wykorzystać jednorazowe kalki (folie Pressure-Stat™), które zastępują tradycyjny plantokonturograf. Umożliwiają one wykonanie odbitek w warunkach statycznych i dynamicznych podczas chodu. Dołączona jest do nich skala szarości, która pozwala na określenie przeciążeń w różnych regionach stopy.



RYC. 11. Sposób oceny typu stopy za pomocą plantokonturografu

### Podoskopia

Kolejnym prostym w obsłudze urządzeniem, stosowanym w badaniach stóp jest podoskop, który składa się z podświetlanej płyty, na której staje pacjent, oraz lustra, za pomocą którego widzimy odbicie podeszwy stopy. Badanie stóp przy użyciu podoskopu może być wykonane statycznie w pozycji stojącej i dynamicznie – stanie na jednej nodze oraz wykonanie przysiadu na podoskopie. Nadal jedynym obrazem, który otrzymuje się po wykonaniu badania jest odbitka stopy. Niektóre podoskopy są wyposażone w aparat fotograficzny lub kamerę rejestrującą obrazy, co umożliwia cyfrową archiwizację danych. Dzięki urządzeniu rejestrującemu i odpowiedniemu oprogramowaniu istnieje możliwość analizy uzyskanych obrazów poprzez porównanie ich z wzorcowymi typami stóp oraz wykonania pomiarów, w tym obliczenia kątów i innych wskaźników charakteryzujących zaburzenia w obrębie stóp. Obrazy podporowej powierzchni stóp uzyskane w odbiciu lustrzanym podoskopu mogą być wykorzystane do obserwacji, np. podłożenia elementu korygującego, który później ma być wbudowany we wkładkę, lub jako baza wykonania wkładek.

Kolejnym urządzeniem obrazującym spodostopie jest podskaner 2D, który służy do uzyskania i analizy dwuwymiarowych obrazów powierzchni stóp stykających się z podłożem w czasie stania. Jest wyposażony w oprogramowanie pozwalające na szybkie ich zeskanowanie, archiwizację w bazie danych, automatyczne lub ręczne wykonanie pomiarów, a także wykreślenie różnych kątów i innych wskaźników charakteryzujących budowę stóp. Uzyskane z podskanera obrazy stanowią bazę do komputerowego projektowania wkładek. Nowsze urządzenia – podskanery 3D – oprócz dokładnej odbitki obrazu podeszwy stóp dostarczają informacji o przestrzennym ukształtowaniu wysklepienia stopy.

### Pedobarografia

Najdokładniejszym badaniem, dającym najwięcej danych do analizy jest obecnie pedobarografia, która staje się coraz powszechniejszą metodą badań stosowaną w ortopedii i fizjoterapii do oceny zdrowotnego stanu stóp. Polega na badaniu rozmieszczenia nacisków na podeszwy stopy. Odmianą tego badania jest możliwość wykonania oceny nie tylko w warunkach statycznych, lecz także dynamicznych, odzwierciedlających eksploatację stóp podczas naturalnego chodu, w trakcie którego uwydatniają się różne dysfunkcje. Ponadto obrazy stóp uzyskane pod-

czas badania dostarczają informacji o kształcie stóp, dlatego mogą zastąpić badanie plantokonturograficzne i podoskopowe. Platformy do badania nacisków dzieli się na maty tensometryczne krótkie i długie, z czujnikami do badania rozkładów nacisków stóp na podłożu, oraz na wkładki z czujnikami do badania nacisków w obuwiu. Badanie rozmieszczenia nacisków informuje o sile nacisku w różnych miejscach spodostopia. Dodatkowo na podstawie uzyskanych danych liczbowych można dokonać analizy poszczególnych faz podparcia stopy w trakcie chodu. Dane te są ogromnie ważne, ponieważ wpływają na jakość zaprojektowania, wykonania i oddziaływania wkładek funkcjonalnych. Badanie rozmieszczenia nacisków na stopie ma szczególną wagę w przypadku pacjentów z cukrzycą, ponieważ w wyniku powikłania tej choroby, jakim jest neuropatia, mogą u nich wystąpić miejsca nadmiernie przeciążone. W tych obszarach może dojść do uszkodzenia tkanek, które w dalszej konsekwencji mogą prowadzić do owrzodzeń, a w skrajnych sytuacjach nawet do amputacji. Ze względu na zburzone czucie lub jego brak w przebiegu neuropatii pacjenci nie są zdolni do zidentyfikowania przeciążonych miejsc samodzielnie, dlatego konieczne jest wprowadzenie systemów obiektywnego badania nacisków u pacjentów z cukrzycą.

W celu przedstawienia tych wielkości ciśnienia w odpowiedniej perspektywie należy wspomnieć, że normalne skurczowe ciśnienie krwi mierzone na poziomie stóp w pozycji stojącej dochodzi zaledwie do 33 kPa (250 mm Hg). Zewnętrzny nacisk przewyższający ten poziom doprowadza do zastoju w tkankach. W tabeli 3 przedstawiono wartości ciśnienia pod podeszwą stopy w odniesieniu do neuropatii cukrzycowej. Prowadząc pomiary, należy mieć na uwadze, że osoby

**TABELA 3.** Wartości ciśnienia pod podeszwą stopy w odniesieniu do neuropatii cukrzycowej

Rodzaj badania	Wartość ciśnienia pod podeszwą stopy
typowe wartości ciśnienia pod podeszwą stopy w pozycji stojącej	80–100 kPa
typowe wartości ciśnienia pod podeszwą stopy w trakcie chodu	200–500 kPa
typowe wartości ciśnienia pod podeszwą stopy w niektórych formach aktywności fizycznej	1500 kPa
wartości ciśnienia pod podeszwą stopy przebiegu neuropatii cukrzycowej	1000–3000 kPa

odczuwające ból będą unikać nadmiernego obciążania bolesnej okolicy. Nie dzieje się tak natomiast w przypadku upośledzenia czucia na podeszwie stopy w wyniku neuropatii cukrzycowej. Brak odczuwania ochronnego bólu w miejscach przeciążonych u pacjentów z cukrzycą może prowadzić do powstania owrzodzeń neuropatycznych.

#### Analiza i wspomaganie chodu

Na długich matach pedobarograficznych w badaniu dynamicznym oprócz oceny nacisku można dokonać analizy chodu oraz wychwycić patologie związane z lokomocją. W chodzie fizjologicznym – prawidłowym, który stanowi punkt odniesienia w badaniu pacjentów, ocenia się spełnienie następujących warunków chodu bez większych trudności:

- swobodne przetoczenie ciężaru ciała z pięty na palce,
- utrzymanie ciężaru ciała w fazie pojedynczego podparcia zarówno na jednej, jak i na drugiej kończynie dolnej.

Zaburzenia przetaczania i utrzymania ciężaru ciała podczas chodu przez pacjenta z ZSC, które są spowodowane neuropatią i zamianami w obrębie kości i tkanek miękkich stóp, prowadzą do wystąpienia anomalii chodu charakteryzujących się pewnym stopniem asymetrii (określane, że pacjent kuleje). W przypadku asymetrii chodu według wskazań należy dokonać korekty chodu sprzętem ortotycznym lub ortopedycznym z użyciem lasek, kul lub balkonika. Celem stosowania tego sprzętu jest utrzymanie właściwej równowagi w trakcie poruszania się oraz zapobieganie zmianom przeciążeniowym w stawach kręgosłupa, kończyn dolnych i stóp po stronie podeszwy. Zastosowanie w ramach terapii pomocy ortopedycznych musi być zawsze poprzedzone instruktażem i nauką chodzenia z danym sprzętem. Należy również monitorować jakość oddziaływania tego sprzętu w całym procesie rehabilitacji i podczas dalszego użytkowania przez pacjenta.

#### Laski

Najprostszą pomocą wspomagającą chód jest zwykła laska, dzięki której można część ciężaru ciała przekazywać na podłoże poprzez nadgarstek i rękę. Ze względu na delikatną budowę tych części ciała i niewielkie możliwości siłowe zaopatrujących je mięśni wielkość i czas ich obciążenia są ograniczone i mogą pojawić się wtórne problemy w stawach nadgarstkowych, łokciowych i obręczy barkowej, które nie są dostosowane do zmagania się ze zbyt dużym obciążeniem. Dodatkowy

problem mogą stanowić ześlizgnięcia się ręki z laski, co generuje duże momenty siły związane z przejściem siły, jaką muszą wytworzyć mięśnie. W przypadku upadku spowodowanego ześlizgnięciem laski może dojść do poważnego urazu zwanego z dużą siłą wygenerowaną podczas upadku. Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie lasek o szerszej płaszczyźnie podparcia, które są zakończone trzema lub czterema nóżkami. Takie laski są zalecane pacjentom mało mobilnym, natomiast w przypadku występowania u pacjenta dużych zaburzeń równowagi można rozważyć zastosowanie dwóch lasek o trzech (tzw. trójnóg rehabilitacyjny) lub o czterech (tzw. czwórnóg rehabilitacyjny) punktach podparcia.

#### Kule

Podstawową cechą różniącą kule od lasek jest to, że mogą one transmitować znaczne siły horyzontalne. Dzieje się tak dzięki zastosowaniu lepszego uchwytu dającego większy, dwupunktowy kontakt z ciałem na wysokości ręki oraz powyżej niej, co zwiększa długość ramienia siły. Podstawowy podział kul wyróżnia dwie kategorie: pachowe i łokciowe. Kule pachowe sięgają aż pod pachę. Ich konstrukcja jest prosta, ze wspornikiem pachowym oraz uchwytem. Odległość pomiędzy dołem pachowym, a ręką jest całkiem duża, co umożliwia lokomocję przy dysfunkcji obydwu kończyn dolnych z zachowaniem ich ustawienia wyprostnego. Wadą tego typu kul jest znaczny ucisk dołu pachowego, który nie jest najlepszym miejscem do transmisji dużych obciążeń. W przypadku kul łokciowych również dostępne są różne ich odmiany. Jedną z nich jest kula łokciowa, w której punkt kontaktowy z ciałem znajduje się na wysokości ramienia, a w przypadku kul łokciowych z podparciem punkt kontaktowy z ciałem znajduje się na wysokości przedramienia.

#### Balkonik

Najbardziej stabilną pomocą ortopedyczną stosowaną w lokomocji jest balkonik, nazywany również chodzikiem, który pozwala pacjentowi na stanie i chodzenie w obrębie własnej płaszczyzny podparcia. Balkonik dobrze sobie radzi z dużymi obciążeniami pionowymi, a także umiarkowanymi siłami horyzontalnymi, pod warunkiem że generowana siła w trakcie podparcia nie opuści płaszczyzny podporowej. Podczas poruszania się do przodu najpierw wysuwany jest balkonik, po czym następuje niewielki wykrok jednej kończyny, potem drugiej, i znów przemieszcza się balkonik. Lokomocja jest niezwykle powolna. Chodzik na kółkach stano-

wi odmianę balkonika, w której przednie nóżki zostały zastąpione kółkami. Ułatwia to poruszanie do przodu z niewielkim tylko zmniejszeniem stabilności. Niektóre rodzaje chodzików posiadają kółka na wszystkich czterech nóżkach, hamulec ręczny i siodełko, z którego pacjent może skorzystać w przypadku nagłej potrzeby odpoczynku.

### Wkładki i obuwie profilaktyczne

#### Wkładki

Ortezy stopy, nazywane wkładkami, są kształtowane tak, aby umieszczać je wewnątrz obuwia. W zakresie ich wykonania obowiązuje jedna nadrzędna zasada: wkładka jest dostosowana do stopy, a nie do obuwia. Dlatego należy uwzględnić odpowiednio większy rozmiar obuwia, który pozwoli na umieszczenie wkładki w bucie, lub wymienić wkładkę w stosowanym obuwiu na wkładkę indywidualną, jeżeli istnieje taka możliwość.

Zadaniem wkładek jest:

- utrzymanie odpowiedniej pozycji stopy,
- zmiana ustawienia stopy,
- odciążenie bolesnej części stopy,
- korygowanie deformacji,
- zmiana zakresu ruchomości stopy lub poszczególnych jej odcinków.

Wkładki oddziałują bezpośrednio na stopę, jednak należy pamiętać także o ich pośrednim wpływie na miednicę, dolną część kręgosłupa, a prawdopodobnie również na obręcz barkową i kręgosłup szyjny. Mają bardzo różne kształty i formy, stosowane są ze wskazań profilaktycznych i leczniczych. Można dokonać ich podziału na wkładki:

- gotowe – peloty i podkładki do butów, wkładki płaskie, wkładki profilowane i wkładki biomechaniczne; przykładami pelot i podkładów do butów są powszechnie stosowanych podkładki metatarsalne, poduszki ochronne na zrogowacenia, wkładki podpierające podłużne sklepienie, podpiętki i poduszki pod piętę, wykonane są z różnych materiałów, takich jak filc, skóra, silikon czy żel polimerowy, wadą tego typu zaopatrzenia jest trudność ich dopasowania;

- indywidualne – akomodacyjne i czynnościowe – funkcjonalne; wkładki czynnościowe najczęściej stosowane są w przypadku deformacji elastycznych, które można poddać korekcji, a ich rola polega na zmianie sposobu kontaktu stopy z podłożem, wkładki akomodacyjne z reguły używane są w przypadku deformacji bardziej sztywnych, działają poprzez zmniejszenie nacisku na wystające elementy kostne.

Wykonanie wkładek indywidualnych odgrywa ważną rolę w profilaktyce i terapii stopy cukrzycowej. U pacjentów młodych ze świeżo rozpoznaną cukrzycą w początkowej fazie choroby, kiedy nie występują żadne objawy neuropatii, a układ więzadłowo-kostny zachowuje elastyczność stawów, należy rozważyć zastosowanie indywidualnych wkładek funkcjonalnych, szczególnie jeśli mają już cechy stopy płaskiej i/lub zniekształcenia przodostopia w formie palucha koślawego czy palców młoteczkowatych, młotkowatych lub szponiastych i są obciążeni ryzykiem tworzenia się modzeli stóp. Inaczej jest w przypadku wystąpienia u pacjentów objawów neuropatii i/lub znacznej deformacji stopy, np. w neuroartropatii Charcota lub po zakończonym leczeniu owrzodzeń w przebiegu stopy cukrzycowej. W takiej sytuacji wskazane jest wykonanie wyłącznie wkładek akomodacyjnych, których zadaniem jest rozłożenie nacisku ciężaru stopy możliwie równomiernie i niedopuszczenie do przeciążeń. Technologia wykonania wkładek akomodacyjnych na bazie odlewu gipsowego najlepiej oddaje rzeczywistą topografię tkanek miękkich podeszwy, co nie oznacza, że nie można rozważyć zastosowania innej technologii (tab. 4). U chorych z dużym ryzykiem urazów w okolicy palców stóp należy również rozważyć stosowanie indywidualnych ortez silikonowych o działaniu paliatywnym, wykonanych z miękkich silikonów podologicznych.

Wybór materiału do wykonania wkładek decyduje o ich zastosowaniu (tab. 5). Ogólnie materiały, z których wykonane są wkładki, możemy podzielić na trzy kategorie: miękkie, półsztywne i sztywne. Materiały do miękkich wkładek stosowane są w celu równomierne- go rozłożenia nacisku na podeszwę stopy oraz dopaso-

TABELA 4. Szczegóły budowy wkładki akomodacyjnej

Indywidualne ortez stopy (wkładki)	akomodacyjne	technika odlewu – odlew bezpośredni, w obciążeniu lub częściowym obciążeniu kończyny
		materiały – pianka z octanu winylu, neopren, poliuretan, korek, polietylen
		zastosowanie – ortezy całkowicie przylegające stosowane w neuropatiach, poważne zniekształcenia, odciążenie

**TABELA 5.** Wskazania do stosowania trzech głównych rodzajów wkładek

Kategoria	Wskazania
miękkie	<ul style="list-style-type: none"> <li>stopa cukrzycowa</li> <li>stopa reumatyczna</li> <li>stopa wydrążona</li> </ul>
półsztywne	<ul style="list-style-type: none"> <li>urazy sportowe</li> <li>ból stawu rzepkowo-udowego</li> <li>ból pięty</li> <li>pronacja łagodna i umiarkowana</li> </ul>
szttywne	<ul style="list-style-type: none"> <li>znaczna pronacja (stopa elastyczna płaska)</li> <li>koalicja stępu</li> <li>przewlekła niestabilność stawu skokowo-goleniowego</li> </ul>

wania do deformacji. U sportowców miękkie wkładki używane są w celu zredukowania siły uderzeniowej działającej na stopę. Większość miękkich wkładek wykorzystywanych do leczenia zaburzeń ortopedycznych zarówno wykonanych indywidualnie, jak i gotowych ma budowę wielowarstwową. Wybór odpowiednich materiałów tworzących poszczególne warstwy zazwyczaj opiera się na następujących zasadach: warstwa powierzchniowa to amortyzująca pianka lub neopren, warstwa środkowa to trwały materiał amortyzujący, np. poliuretan, warstwa dolna to twardszy, niepoddający się uciskowi materiał, np. korek, gęsta pianka albo cienki plastik. Materiały piankowe lub gumy o strukturze komórkowej mogą mieć konfigurację komórek otwartych lub zamkniętych. Pianki o strukturze komórek zamkniętych posiadają kieszonki powietrzne, które są napełniane oddzielnie i nie łączą się ze sobą. Pianki o strukturze komórek otwartych mają wspólne przestrzenie powietrzne. Pianki o komórkach otwartych rozpraszają ciepło i odprowadzają wilgoć lepiej niż pianki o komórkach zamkniętych. Zazwyczaj są też bardziej trwałe i odporne na deformacje spowodowane ścisaniem. Materiały o strukturze komórek zamkniętych są podatne na siły kompresji i dlatego używane jako warstwa powierzchniowa wkładek akomodacyjnych. Obszary zwiększonego ucisku w stopie powodują uginanie się zamkniętych przestrzeni powietrznych w tych materiałach, pozwalając na dostosowanie się wkładki w okolicy wyniosłości kostnych. Materiałem o strukturze komórek zamkniętych najczęściej używanym do wykonania wkładek jest polietylen. Pianki polietylenowe są dostępne pod różnymi nazwami handlowymi, różnią się między sobą twardością i gęstością. Do popularnych pianek stosowanych w ortopedii należą: pianka z octanu winylu (EVA) z komórkami zamkniętymi, pianka polietylenowa

(Plastazote) również z komórkami zamkniętymi, pianka poliuretanowa (Poron) i pianki neoprenowe. Wkładki półsztywne i sztywne są wykonane z materiałów łączonych, np. wkładki półsztywne mogą mieć wewnętrzne elementy wykonane z plastiku, natomiast cechą dominującą we wkładkach sztywnych jest grubość materiału, z którego wykonany jest rdzeń wkładki.

Wszyscy pacjenci z cukrzycą ze zdiagnozowanymi z zaburzeniami czucia powinni stosować miękkie wkładki wykonane z miękkich pianek. W zależności od materiałów zastosowanych do wykonania wkładek w trakcie ich użytkowania szczytowy nacisk może zostać zredukowany o 5–40%. Miękkie wkładki są narażone na szybsze odkształcenia materiałów, z jakich zostały wykonane, zbyt długa ich eksploatacja może znacznie ograniczyć planowany efekt terapeutyczny, dlatego należy monitorować eksploatację wkładek i wymieniać je na nowe w razie nadmiernego zużycia.

#### Obuwie profilaktyczne

W przypadku pacjentów z cukrzycą należy czuwać, aby noszone obuwie było przystosowane zarówno do kształtu stopy, jak i jej czynności. Brak czucia i źle dopasowane obuwie to jedna z najczęstszych przyczyn powstawania owrzodzeń neuropatycznych. Najważniejsze są cechy dynamiczne obuwia, zmieniające się z upływem czasu (obuwie nowe, obuwie używane, obuwie zużyte), które należy monitorować, aby o czasie dokonać korekty lub wymiany na nowe. Wpływ buta na organizm pacjenta z cukrzycą sięga poza samą stopę. Głównym celem obuwia jest obniżenie siły nacisku na spódstopie poniżej wartości progowych powodujących powstanie owrzodzeń. Ze względu na duże ryzyko uszkodzenia skóry u pacjentów diabetologicznych przez obuwie profilaktyczne powinno ono posiadać następujące cechy:

- cholewka wewnętrzna i wyściółka wykonana ze skóry naturalnej oraz wyścielany zapiętek,
- grubsza elastyczna podeszwa zmniejszająca ucisk i pozwalająca na swobodne przetaczanie ciężaru ciała z pięty na palce podczas chodu,
- konstrukcja buta zapewniająca pełne prowadzenie i amortyzację pięty, ponieważ pięta przejmuje najwięcej obciążeń wskutek pierwszego uderzenia o podłoże podczas chodu,
- odpowiednio szeroki i elastyczny przód cholewki buta, co zapobiega tarcia i naciskowi na grzbietową powierzchnię stopy – szczególnie zalecane dla chorych ze zniekształceniami palców,



- odpowiedni rozmiar, dobrze dopasowane, nie za małe i nie za duże, w przypadku zastosowania wkładek należy uwzględnić dodatkową przestrzeń w butach,
- łatwe do ubierania i zdejmowania, najlepiej mocowane na elastyczne rzepy,
- buty pełne, bez szwów wewnętrznych i wykonane z miękkiej skóry.

W zależności od stopnia deformacji stóp i aktywności pacjenta w celu zmniejszenia ryzyka urazu obuwie dobiera się na podstawie dopasowania buta do kształtu stopy i odpowiedniego wyściełania, a w mniejszym stopniu na korekcji biomechanicznej. Na różnych etapach choroby pacjenci mogą stosować różne obuwie, ale nie powinno ono powodować urazów i prowadzić do owrzodzeń. W sprzedaży jest wiele butów przeznaczonych do stóp wrażliwych lub dla diabetyków, lecz mogą one nie spełnić wysokich wymagań użytkowych danego pacjenta, dlatego dobrą alternatywę może stanowić adaptacja obuwia handlowego – seryjnego lub użytkowanego przez pacjenta w celach ortopedycznych. W takich butach można w łatwy sposób wykonać elementy ortopedyczne, np. zmianę obcasa, wymianę wkładki i inne drobne przeróbki. Należy również dostosować obuwie domowe do indywidualnych potrzeb pacjenta.

U osób, które prowadzą aktywny tryb życia i są bardziej narażone na urazy, rolę obuwia ochronnego mogą spełnić buty sportowe z miękką wkładką. U pacjentów z dużymi deformacjami stóp jedynym rozwiązaniem jest wykonanie butów ortopedycznych na miarę.

#### Buty lecznicze

U pacjentów z podeszwowym owrzodzeniem neuropatycznym na przodostopiu i śródstopiu, u których w danym momencie nie można zastosować opatrunków pełnokontaktowych (*total contact cast* – TCC), należy rozważyć modyfikację obuwia z wykorzystaniem indywidualnych wkładek odcciążających. Jeżeli owrzodzenie nie zostanie odcciążone, to nie dojdzie od jego wygojenia, nawet jeśli ukrwienie jest dostateczne.

Pacjentom z owrzodzeniem należy zalecić ograniczenie chodzenia do niezbędnego minimum oraz zakazać chodzenia bez dodatkowych urządzeń odcciążających. Dodatkowe odcciążenie można uzyskać, używając w zależności od skali owrzodzenia kul, chodzika, wózka inwalidzkiego lub w najbardziej poważnych wypadkach pozostając w łóżku.

#### Podsumowanie

Proste badania za pomocą palntokonturografu, podoskopu lub podoskanera mogą mieć duże znaczenie w profilaktyce ZSC. Należy rozważyć wykonanie tych badań przesiewowych stóp u wszystkich pacjentów z cukrzycą, a szczególnie u chorych z objawami neuropatii. Regularne badanie w określonych odstępach czasu pozwoli na monitorowanie zmian morfologicznych i przeciążeniowych na spodostopiu pacjenta w prosty sposób, niewymagający specjalistycznego sprzętu.

W przypadku wspomagania chodu należy optymalnie dobrać pomoce ortopedyczne do możliwości fizycznych pacjenta w celu umożliwienia bezpiecznego poruszania się, zapewniając mu instruktaż, oraz monitorować jakość ich użytkowania. Ze względu na duże ryzyko niebezpiecznego upadku o mocnej sile nie jest zalecane stosowanie przez pacjentów laski lub lasek w celu wyrównania asymetrii chodu.

Indywidualne wkładki wpływają korzystnie na zmniejszenie siły nacisków na spodostopie. Niwelowanie przeciążeń, szczególnie w okolicach przodostopia i śródstopia, ogranicza tworzenie się modzeli stóp u chorych na cukrzycę.

W celu wykonania wkładek profilaktycznych u pacjenta z niepowikłaną cukrzycą zalecane jest dynamiczne badanie na platformach pedobarograficznych. Uzyskane dane w połączeniu z komputerowym oprogramowaniem pozwalają na właściwe zaprojektowanie i wykonanie wkładek. Badanie dynamiczne w warunkach naturalnego chodu daje bezcenne informacje o rozkładaniu się nacisków na podeszwie stóp, a co za tym idzie – pozwala na właściwe dobranie i wykorzystanie materiałów o odpowiedniej elastyczności i twardości do wykonania wkładek indywidualnych. Wkładki są wykorzystywane w skomplikowanym procesie chodzenia, z czego wynika zasadność wykonania badania dynamicznego podczas chodu na matach pedobarograficznych w celu wykonania indywidualnych wkładek funkcjonalnych.

Pacjenci z cukrzycą na każdym etapie choroby nie powinni samodzielnie stosować gotowych ortez typu podkładki metatarsalne, poduszki ochronne czy wkładki podpierające podłużne sklepienie. Samodzielne stosowanie ortez może spowodować niekontrolowane zmiany w układzie więzadłowo-kostnym, które mogą prowadzić do przyspieszonego rozwoju deformacji. Jedynym właściwym rozwiązaniem w zakresie profilaktyki stopy cukrzycowej jest zastosowanie indywidualnych ochronnych ortez silikonowych.

Odpowiednio dobrane i wykonane buty profilaktyczne zmniejszają ryzyko urazów stóp. W przypadku obuwia profilaktycznego i leczniczego w pierwszej kolejności zaleca się adaptację aktualnego obuwia poprzez jego modyfikację dla celów terapeutycznych, a gdy nie jest to możliwe, należy rozważyć wykonanie indywidualnego obuwia przez specjalistę.

Wykorzystanie wkładek i obuwia u pacjentów z cukrzycą w profilaktyce ZSC ma nieocenione znaczenie terapeutyczne, chociaż brakuje mocnych dowodów naukowych, na podstawie których można by potwierdzić zakres ich działania. Brak ukierunkowanych danych naukowych nie zamyka możliwości stosowania wkładek w terapii. Można uznać, że wytworzenie i dopasowanie wkładek oraz dostosowanie obuwia do indywidualnych potrzeb pacjenta to nie sprawa nauki, ale sztuki, która polega na permanentnym monitorowaniu, korygowaniu i sprawdzaniu skuteczności tego zaopatrzenia u danego pacjenta. Wyłącznie takie postępowanie pozwala na wdrożenie tej metody jako powszechnie stosowanej i akceptowanej, a korzyści terapeutyczne, które są uzależnione od zastosowania innowacyjnych materiałów i nowych technologii, wynikają z własnych doświadczeń i obserwacji.

## EDUKACJA CHOREGO ORAZ JEGO RODZINY I OPIEKUNÓW

Edukacja terapeutyczna to ciągły proces będący integralną częścią leczenia. Obejmuje informację, naukę sprawowania samoopieki oraz wsparcie psychospołeczne. Umożliwia pacjentowi nabywanie wiedzy i umiejętności, pozwalając na utrzymanie jak najwyższej jakości życia mimo ograniczeń związanych z chorobą. Celem edukacji jest pomoc pacjentom i ich rodzinom w utrzy-

mywaniu partnerskiej współpracy z pracownikami medycznymi oraz społeczeństwem (WHO 1997). Styl życia chorego powinien być zgodny z jego świadomym wyborem, opartym na samodzielności, wiedzy, umiejętności postępowania i odpowiedzialności za siebie.

W kręgu pacjenta znajduje się jego najbliższa rodzina i opiekunowie, którzy powinni czynnie uczestniczyć w jego wspieraniu w czasie choroby, a także procesie edukacji. Edukacja zwiększa szanse na hamowanie rozwoju powikłań, a jeśli one już wystąpią, wpływa na ich przebieg i pozwala wdrożyć takie postępowanie, aby ich skutki były jak najmniej dotkliwe dla pacjenta.

Obszarami, których dotyczy edukacja, zajmujemy się w trakcie spotkań z pacjentem i jego bliskimi. Na spotkaniu omawiamy sposoby samokontroli, aktywność fizyczną, do jakiej możemy nakłonić pacjenta, sposoby odżywiania. Dotyczy to również czytania etykiet produktowych. Spotkania mają też element edukacji z zakresu przyjmowania leków, w tym podaży insuliny, organizacji dnia chorego, a także omówienia pielęgnacji całego ciała, a w szczególności zabiegów pielęgnacyjnych w obrębie stóp. Mówiąc o edukacji pacjenta i jego rodziny, nie możemy zapominać o najbliższym środowisku, które powinno być bezpieczne. Co to znaczy? Miejsce zamieszkania pacjenta powinno być tak urządzone i wyposażone, aby nie stanowiło dla niego zagrożenia np. upadkiem czy urazem. Na rycinie 12 przedstawiono przykładowe mapy pamięci, którymi można się posłużyć w procesie edukacji. Część z nich można wykorzystać w postaci naklejek, które chory może zawiesić w miejscu, gdzie codziennie przebywa. W tabeli 6 przedstawiono zasady pielęgnacji stóp i skóry całego ciała, które powinni poznać chory i jego rodzina lub opiekunowie podczas edukacji.

**TABELA 6.** Edukacja w zakresie zasad pielęgnacji stóp i skóry całego ciała

<b>Zabiegi higieniczno-pielęgnacyjne stóp</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mycie stóp w bieżącej wodzie (zalecana letnia), kontrolowanie temperatury wody termometrem kąpielowym (wskazana temperatura 35–37°C)</li> <li>• zalecanym sposobem toalety ciała jest korzystanie z natrysku w czasie nieprzekraczającym 15 minut, nie należy kąpać stóp w nieprzepływającej wodzie (misce), nie należy moczyć stóp, ponieważ zbyt miękkie skóra pod ogniskami zrogowacenia lub w okolicy pęknięć sprzyja rozprzestrzenianiu się bakterii, co może zainicjować infekcję</li> <li>• osuszanie kończyn dolnych po kąpeli powinno być wykonywane bardzo delikatnie, poprzez dotykanie skóry miękkim ręcznikiem, a nie poprzez jej pocieranie, szczególnie należy zwracać uwagę na osuszenie przestrzeni międzypalcowych</li> <li>• należy stosować hipoalergiczne mydła (przeznaczone dla dzieci) o fizjologicznym pH (5,5) bądź specjalistyczne preparaty dla chorych na cukrzycę lub przeznaczone do skóry wrażliwej</li> <li>• wzmacnianie bariery ochronnej skóry powinno się odbywać poprzez stosowanie kremów nawilżająco-natłuszczających, najlepiej o właściwościach emolientów, w ich składzie nie powinno być barwników ani substancji zapachowych</li> </ul>
---	---

TABELA 6. Cd.

<b>Obserwacja i kontrola stanu stóp</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stopy należy oglądać każdego dnia przy dobrym oświetleniu, a szczególną uwagę zwrócić na skórę pomiędzy palcami, paznokcie oraz na część podeszwową</li> <li>• przy współistniejących zaburzeniach czucia ocena wzrokowa chorego jest jedyną opcją pozwalającą na wczesne wykrycie pierwszych niepokojących zmian na stopie</li> <li>• należy poinstruować pacjenta, by podczas obserwacji korzystał z lusterka, informował o nadwrażliwości na dotyk, stwierdzeniu braku czucia dotyku, bólu czy temperatury</li> </ul>
<b>Ochrona stóp</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zalecane jest używanie bezszwowych skarpet, pończoch lub rajstóp wykonanych z naturalnych włókien, należy zmieniać je codziennie, pamiętając, by nie były zbyt ciasne, ale też nie za duże</li> <li>• pacjenci z neuropatią muszą unikać ogrzewania stóp bezpośrednimi źródłami ciepła, takimi jak termofory, piece, kaloryfery, poduszki elektryczne</li> </ul>
<b>Pielęgnacja paznokci</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• paznokcie chorego na cukrzycę wymagają szczególnej pielęgnacji, płytką paznokciową powinna być skracana tak, aby była równa lub minimalnie dłuższa aniżeli opuszka palca, ponieważ paznokcie pełni funkcję ochronną w stosunku do urazu</li> <li>• z uwagi na zaburzenia czucia chorym należy zalecić bezwzględną rezygnację z metalowych, ostrych przyborów do pielęgnacji stóp, takich jak żyletki, brzytwy, nożyczki, metalowe pilniki</li> <li>• skracanie paznokci należy wykonywać za pomocą papierowego pilnika</li> <li>• w przypadku zaburzeń ostrości widzenia lub ograniczeń ruchowych chorego wskazane jest skorzystanie z pomocy pielęgniarki lub przeszkolonej pedikiurzystki; także w przypadku gdy płytką paznokciową jest pogrubiała i twarda z uwagi na postępujące zmiany troficzne, zabiegi pielęgnacyjne muszą być wykonywane przez profesjonalistów</li> </ul>
<b>Obuwie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bezwzględnie zakazane jest chodzenie boso; stopy chorego na cukrzycę powinny być zawsze zabezpieczone obuwiem zarówno na plaży, w wodzie, jak i w mieszkaniu.</li> <li>• dobór właściwego obuwia jest bardzo ważnym elementem profilaktyki ran stóp – niewłaściwe lub źle dobrane buty są najczęstszą przyczyną urazów i zniekształceń stóp</li> <li>• obuwie chorego powinno być dopasowane pod kątem szerokości i głębokości, z reguły o rozmiar większe od noszonego zazwyczaj, i dostosowane do istniejących deformacji</li> <li>• w domu wskazane jest korzystanie z pantofli zabudowanych, o twardej, grubej podeszwie, minimalizujących ewentualne uszkodzenia stopy</li> <li>• szczególnie wskazane jest obuwie specjalistyczne z naturalnej, miękkiej skóry, z wysokimi i szerokimi noskami; najlepszą opcją jest model sznurowany, który w przypadku wystąpienia obrzęku stóp pozwoli na rozluźnienie butów i dopasowanie do aktualnego stanu stopy</li> <li>• zakupu nowego obuwia najlepiej dokonywać pod koniec dnia, by rozmiar buta uwzględnił także obrzęk stóp zmęczonych po całym dniu; nowe buty należy początkowo nosić nie dłużej niż 15–30 minut, sprawdzając, czy na stopach nie pojawiają się otarcia lub zaczerwienienie</li> <li>• przy wyborze butów należy zwracać uwagę na rodzaj materiału, z którego są wykonane, należy unikać obuwia z tworzyw sztucznych i innych materiałów nieprzepuszczających potu, preferowana jest skóra naturalna</li> <li>• szczególną uwagę należy poświęcić wnętrzu obuwia, które powinno być zawsze gładkie, pozbawione szwów, nierówności lub załamań</li> <li>• buty, które spowodowały jakiegokolwiek uszkodzenie na stopie, nie powinny być już używane przez chorego</li> <li>• nie można zakładać butów na gołe stopy, należy zawsze wkładać skarpety lub rajstopy</li> <li>• powyższe zasady dotyczą także obuwia sportowego; uprawianie sportu przez chorych na cukrzycę jest bardzo wskazane, jednak w planowaniu wysiłku fizycznego zawsze należy uwzględnić możliwości pacjenta, jego stan zdrowia i pamiętać o bezpieczeństwie stóp</li> </ul>
<b>Pielęgnacja skóry</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cukrzyca zaburza funkcjonowanie gruczołów potowych, dlatego skóra często jest przesuszona, pozbawiona odpowiedniej wilgotności, mniej elastyczna i częściej pęka; z tego powodu istnieje konieczność stałej pielęgnacji skóry, by nie dopuścić do jej przesuszenia, wskazane jest stosowanie kremów lub maści nawilżająco-natłuszczających (z pominięciem przestrzeni między palcami), maści nie wolno stosować bezpośrednio na rany</li> <li>• pacjenci z cukrzycą nie powinni stosować środków rozpuszczających zrogowacenia w postaci przylepca lub płynu (również płynów i plastrów na odciski) ze względu na ich silne działanie drażniące, mogące spowodować uszkodzenie skóry stopy</li> </ul>



**RYC. 12.** Przykładowe mapy pamięci wykorzystywane w edukacji chorych

#### PIŚMIENICTWO

1. Aalaa M, Tabatabaei Malazy O, Sanjari M i wsp. Nurses' role in diabetic foot prevention and care; a review. *J Diabetes Metab Disord* 2012; 11: 24.
2. Abe Y, Hashimoto I, Ishida S i wsp. The perifascial areolar tissue and negative pressure wound therapy for one-stage skin grafting on exposed bone and tendon. *J Med Invest* 2018; 65: 96-102.
3. Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji. Leczenie zespołu stopy cukrzycowej. [https://bipold.aotm.gov.pl/assets/files/zlecenia\\_mz/2018/038/RPT/2018.11.22\\_LZSC\\_dod\\_opr\\_doradczc.pdf](https://bipold.aotm.gov.pl/assets/files/zlecenia_mz/2018/038/RPT/2018.11.22_LZSC_dod_opr_doradczc.pdf).
4. Angele MK, Smail N, Knoferl MW i wsp. L-Arginine restores splenocyte functions after trauma and hemorrhage potentially by improving splenic blood flow. *Am J Physiol* 1999; 276: C145-C151.
5. Apelqvist J, Willy C, Fagerdahl AM i wsp. EWMA document: negative pressure wound therapy. *J Wound Care* 2017; 26 (Supl. 3): S1-S154.
6. Arenbergerova M, Engels P, Gkalpakiotis S i wsp. [Topical hemoglobin promotes wound healing of patients with venous leg ulcers]. *Hautarzt* 2013; 64: 180-186.
7. Armstrong DG, Attinger CE, Boulton AJ i wsp. Guidelines regarding negative wound therapy (NPWT) in the diabetic foot. *Ostomy Wound Manage* 2004; 50 (4B Suppl): 35-275.
8. Babaei S, Nakhaei M, Ansarihadipour H i wsp. Omegaven improves skin morphometric indices in diabetic rat model wound healing. *J Am Coll Clin Wound Spec* 2017; 9: 39-45.
9. Bakker K, Apelqvist J, Schaper NC; International Working Group on Diabetic Foot Editorial Board. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. *Diabetes Metab Res Rev* 2012; 28 Suppl 1: 225-231.

10. Banasiewicz T, Banky B, Karsenti A i wsp. Traditional and single use NPWT: when to use and how to decide on the appropriate use? Recommendations of an expert panel. *Wounds International* 2019; 10: 56-62.
11. Bobkiewicz A, Studniarek A, Drews M, Banasiewicz T. Negative pressure wound therapy with instillation (NPWTi): current status, recommendations and perspectives in the context of modern wound therapy. *Negative Pressure Wound Therapy Journal* 2016; 3.
12. Borys S, Hohendorff J, Koblik T i wsp. Negative-pressure wound therapy for management of chronic neuropathic noninfected diabetic foot ulcerations - short-term efficacy and long-term outcomes. *Endocrine* 2018; 62: 611-616.
13. Bus SA, Lavery LA, MonteiroSoares M i wsp. Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev* 2020; 36 (S1): e3269.
14. Campbell L, Raheem I, Malemud CJ, Askari AD. The Relationship between NALP3 and autoinflammatory syndromes. *Int J Mol Sci* 2016; 17: 725.
15. Cereda E, Klersy C, Seriola M i wsp.; OligoElement Sore Trial Study Group. A nutritional formula enriched with arginine, zinc, and antioxidants for the healing of pressure ulcers: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2015; 162: 167-174.
16. Clare MP, Fitzgibbons TC, McMullen ST i wsp. Experience with the vacuum assisted closure negative pressure technique in the treatment of nonhealing diabetic and dysvascular wounds. *Foot Ankle Int* 2002; 23: 896-901.
17. Cwajda-Błasik J, Szewczyk MT. Opieka nad chorym z zespołem stopy cukrzycowej. W: *Pielęgniarstwo angiologiczne*. Temedia, Poznań 2010.
18. Cybułka B. Charcot foot (neuropathic arthropathy) in diabetes as a "special needs foot". Case report of an efficient negative pressure wound therapy use. *Negative Pressure Wound Therapy Journal* 2018; 5.
19. Dale AP, Saeed K. Novel negative pressure wound therapy with instillation and the management of diabetic foot infections. *Curr Opin Infect Dis* 2015; 28: 151-157.
20. Dalla Paola L. Diabetic foot wounds: the value of negative pressure wound therapy with instillation. *Int Wound J* 2013;10 (Suppl 1): 25-31.
21. Definicja edukacji wg WHO z 1997 r., rozszerzona o założenia zespołu ekspertów European Diabetes Policy Group z 1999 r.
22. Deng W, Boey J, Chen B i wsp. Platelet-rich plasma, bilayered acellular matrix grafting and negative pressure wound therapy in diabetic foot infection. *J Wound Care* 2016; 25: 393-397.
23. DiGiovanni ChW, Greisberg J. Stopa i staw skokowo-goleniowy. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2010.
24. Dorresteyn JA, Kriegsman DM, Assendelft WJ, Valk GD. Patient education for preventing diabetic foot ulceration. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 2014: CD001488.
25. Edmonds M. Korzon-Burakowska A. Wielodyscyplinarne poradnie stopy cukrzycowej. *Diabetol Prakt* 2005; 6: 81-83.
26. European Wound Management Association (EWMA). Position Document: Topical negative pressure in wound management. MEP Ltd, London 2007.
27. Federici A, Federici G, Milani M. Use of a urea, arginine and carnosine cream versus a standard emollient glycerol cream for treatment of severe xerosis of the feet in patients with type 2 diabetes: a randomized, 8 month, assessor-blinded, controlled trial. *Curr Med Res Opin* 2015; 31: 1063-1069.
28. Godoy-Santos AL, Rosemberg LA, de Cesar-Netto C, Armstrong DG. The use of bioactive glass S53P4 in the treatment of an infected Charcot foot: a case report. *J Wound Care* 2019; 28 (Suppl 1): S14-S17.
29. Hafeez K, Ur-Rashid H, Kumar D, Kumar S. Vacuum assisted closure – utilization as home based therapy in the management of complex diabetic extremity wounds. *Pak J Med Sci* 2015; 31: 95-99.
30. Hafner NJ, Burg G. Dermatological aspects in prevention and treatment of the diabetic foot syndrome. *Praxis* 1999; 88: 1170-1177.
31. Hasan MY, Teo R, Nather A. Negative-pressure wound therapy for management of diabetic foot wounds: a review of the mechanism of action, clinical applications, and recent developments. *Diabet Foot Ankle* 2015; 6: 27618.
32. Ho CH, Powell HL, Collins JF i wsp. Poor nutrition is a relative contraindication to negative pressure wound therapy for pressure ulcers: preliminary observations in patients with spinal cord injury. *Adv Skin Wound Care* 2010; 23: 508-516.
33. Hunt SD, Haycocks S, McCardle J, Guttormsen K. Evaluating the effect of a haemoglobin spray on size reduction in chronic DFUs: clinical outcomes at 12 weeks. *Br J Nurs* 2016; 25: S59-S64.
34. Iraj B, Khorvash F, Ebneshahidi A, Askari G. Prevention of diabetic foot ulcer. *Int J Prev Med* 2013; 4: 373-376.
35. Ji S, Liu X, Huang J i wsp. Consensus on the application of negative pressure wound therapy of diabetic foot wounds. *Burns Trauma* 2021; 9: tkab018.
36. Kalinowski P, Bojakowska U, Kowalska ME. Ocena wiedzy pacjentów o powikłaniach cukrzycy. *Med Og Nauk Zdr* 2012; 18: 302-307.
37. Kivisaari J, Viheraari T, Renvall S, Niinikoski J. Energy metabolism of experimental wounds at various oxygen environments. *Ann Surg* 1975; 181: 823-828.
38. Klamczyńska M, Ciupińska M. *Podologia*. PZWL, Warszawa 2020.
39. Lansdown AB, Mirastschijski U, Stubbs N i wsp. Zinc in wound healing: theoretical, experimental, and clinical aspects. *Wound Repair Regen* 2007; 15: 2-16.
40. Larson BJ, Longaker MT, Lorenz HP. Scarless fetal wound healing: a basic science review. *Plast Reconstr Surg* 2010; 126: 1172-1180.
41. Lavery LA, Davis KE, Berriman SJ i wsp. WHS guidelines update: Diabetic foot ulcer treatment guidelines. *Wound Repair Regen* 2016; 24: 112-126.
42. Lavery LA, Murdoch DP, Kim PJ i wsp. Negative pressure wound therapy with low pressure and gauze dressings to treat diabetic foot wounds. *J Diabetes Sci Technol* 2014; 8: 346-349.
43. Lee KN, Ben-Nakhi M, Park EJ, Hong JP. Cyclic negative pressure wound therapy: an alternative mode to intermittent system. *Int Wound J* 2015; 12: 686-692.
44. Levine D, Richard J, Whittle WM. *Analiza chodu*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2014.
45. Lima RVKS, Coltro PS, Júnior FJA. Negative pressure therapy for the treatment of complex wounds. *Rev Col Bras Cir* 2017; 44: 81-93.
46. Lipsky BA, Senneville É, Abbas ZG i wsp.; International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev* 2020; 36 Suppl 1: e3280.
47. Liu S, He C, Cai Y i wsp. Evaluation of negative-pressure wound therapy for patients with diabetic foot ulcers: systematic review and meta-analysis. *Ther Clin Risk Manag* 2017; 13: 533-544.
48. Love NR, Ziegler M, Chen Y, Amaya E. Carbohydrate metabolism during vertebrate appendage regeneration: what is its role? How is it regulated? A postulation that regenerating vertebrate appendages facilitate glycolytic and pentose phosphate pathways to fuel macromolecule biosynthesis. *Bioessays* 2014; 36: 27-33.
49. Lowery NJ, Woods JB, Armstrong DG, Wukich DK. Surgical management of Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle: a systematic review. *Foot Ankle Int* 2012; 33: 113-121.
50. McDaniel JC, Belury M, Ahijevych K, Blakely W. Omega-3 fatty acids effect on wound healing. *Wound Repair Regen* 2008; 16: 337-345.
51. Meloni M, Izzo V, Vainieri E i wsp. Management of negative pressure wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *World J Orthop* 2015; 6: 387-393.
52. Mikami T, Kaida E, Yabuki Y i wsp. Negative pressure wound therapy followed by basic fibroblast growth factor spray as a recovery technique in partial necrosis of distally based sural flap for calcaneal osteomyelitis: a case report. *J Foot Ankle Surg* 2018; 57: 816-820.
53. Mishra SC, Chhatbar KC, Kashikar A, Mehndiratta A. Diabetic foot. *BMJ* 2017; 359: j5064.

54. Molnar JA, Vlad LG, Gumus T. Nutrition and chronic wounds: improving clinical outcomes. *Plast Reconstr Surg* 2016; 138: 71S-81S.
55. Montechi JMN, Barros WLP, Macedo RS i wsp. Charcot arthropathy of the foot and ankle: an update. *J Foot Ankle* 2021; 15: 83-91.
56. Mościcka P, Szewczyk MT, Cwajda-Białasik JC. Zespół stopy cukrzycowej jako najczęstsze powikłanie cukrzycy – opis przypadku. *Pielęgniarstwo Angiologiczne* 2016; 10: 47-51.
57. Mrozikiewicz-Rakowska B, Jawień A, Sopata M i wsp. Organizacja opieki nad chorymi z zespołem stopy cukrzycowej. *Wytyczne Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran. Leczenie Ran* 2015; 12: 83-112.
58. Mrozikiewicz-Rakowska B, Bucior E, Kania J i wsp. Modern alternative or first-line treatment: how to safely use negative pressure wound therapy in diabetic foot syndrome? *Negative Pressure Wound Therapy Journal* 2015; 2.
59. Ng MF. Cachexia – an intrinsic factor in wound healing. *Int Wound J* 2010; 7: 107-113.
60. Oszkinis G, Gabriel M, Pułacki F, Majewski W. *Leczenie ran trudnych gojących się*. Blackhorse, Warszawa 2006.
61. Park NY, Valacchi G, Lim Y. Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation on early inflammatory responses during cutaneous wound healing. *Mediators Inflamm* 2010; 2010: 342328.
62. Pinzur MS, Slovenkai MP, Trepman E i wsp. Guidelines for diabetic foot care: recommendations endorsed by the Diabetes Committee of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society 2005; 26: 113-119.
63. Posthauer ME. The role of nutrition in wound care. *Adv Skin Wound Care* 2006; 19: 43-52.
64. Quain AM, Khardori NM. Nutrition in wound care management: a comprehensive overview. *Wounds* 2015; 27: 327-335.
65. Robson MC, Hill DP, Woodske ME, Steed DL. Wound healing trajectories as predictors of effectiveness of therapeutic agents. *Arch Surg* 2000; 135: 773-777.
66. Robson MC. The role of growth factors in the healing of chronic wounds. *Wound Repair Regen* 1997; 5: 12-17.
67. Shingel KI, Faure MP, Azoulay L i wsp. Solid emulsion gel as a vehicle for delivery of polyunsaturated fatty acids: implications for tissue repair, dermal angiogenesis and wound healing. *J Tissue Eng Regen Med* 2008; 2: 383-393.
68. Smud-Orehovec S, Mance M, Haluzan D i wsp. Defect reconstruction of an infected diabetic foot using split- and full-thickness skin grafts with adjuvant negative pressure wound therapy: a case report and review of the literature. *Wounds* 2018; 30: E108-E115.
69. Sobotka L, Allison SP, Forbes A i wsp. *Basics in Clinical Nutrition*. Galen, Prague 2019.
70. Stechmiller JK. Understanding the role of nutrition and wound healing. *Nutr Clin Pract* 2010; 25: 61-68.
71. Szewczyk MT, Jawień A. *Leczenie ran przewlekłych*. PZWL, Warszawa 2019; 156-157.
72. Takeo M, Lee W, Ito M. Wound healing and skin regeneration. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2015; 5: a023267.
73. *The surgical management of neuropathic (Charcot) foot; A practical guidelines; 1st Ed, Printed with the support Orthofix srl.*
74. Thomas DR. The role of nutrition in prevention and healing of pressure ulcers. *Clin Geriatr Med* 1997; 13: 497-511.
75. Thompson C, Fuhrman MP. Nutrients and wound healing: still searching for the magic bullet. *Nutr Clin Pract* 2005; 20: 331-347.
76. van Anholt RD, Sobotka L, Meijer EP i wsp. Specific nutritional support accelerates pressure ulcer healing and reduces wound care intensity in non-malnourished patients. *Nutrition* 2010; 26: 867-672.
77. van Netten J, Lazzarini PA, Armstrong DG i wsp. Diabetic Foot Australia guideline on footwear for people with diabetes. *J Foot Ankle Res* 2018; 11: 2.
78. Walczak DA, Jaguścik R, Ptasieńska K i wsp. The use of NPWT in combination with silver dressing in diabetic foot syndrome – case report. *Negative Pressure Wound Therapy Journal* 2014; 1.
79. Wild T, Rahbarnia A, Kellner M i wsp. Basics in nutrition and wound healing. *Nutrition* 2010; 26: 862-866.
80. Witte MB, Barbul A. Arginine physiology and its implication for wound healing. *Wound Repair Regen* 2003; 11: 419-423.
81. Yao M, Fabbi M, Hayashi H i wsp. A retrospective cohort study evaluating efficacy in high-risk patients with chronic lower extremity ulcers treated with negative pressure wound therapy. *Int Wound J* 2014; 11: 483-488.
82. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę. *Clin Diabetol* 2020; 9: 1-101.
83. Zognis T. *Surgical reconstruction of the diabetic foot and ankle*. 2<sup>nd</sup> Ed. Wolters Kluwer, Philadelphia 2018.
84. [www.iwgdfguidelines.org](http://www.iwgdfguidelines.org).