

Rehabilitacja przyspieszająca gojenie się ran

mgr Aneta Porębińska

zoofizjoterapeuta
FizjoVet – Centrum Rehabilitacji Zwierząt
w Częstochowie

Niniejszy artykuł pokrótce opisuje rodzaje oraz metodykę zabiegów przyspieszających regenerację tkanek łącznych i proces naskórkowania w miejscu ubytku.

Skóra i gojenie się ran

Tkanka skórna stanowi niezwykle ważną barierę ochronną organizmu, zabezpieczającą go przed szkodliwym działaniem czynników zewnętrznych. Jest to pierwsza linia obrony organizmu, która uniemożliwia bezpośrednie проникnięcie patogenów do wnętrza ustroju, a dzięki zawartości licznych komórek odpornościowych odgrywa niezwykle ważną rolę w miejscowych reakcjach immunologicznych. Dzięki rozbudowanej sieci receptorów nerwowych odbiera i przetwarza bodźce z otoczenia, bierze udział w procesach termoregulacji, przemiany lipidów, białek, węglowodanów i związków mineralnych. Dlatego tak ważne dla zachowania homeostazy ustroju i zabezpieczenia go przed szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi jest jak najszybsze przywrócenie ciągłości tkanek okrywających (2).

Uszkodzenie tkanki uruchamia wiele następujących po sobie procesów komórkowych i biochemicznych, które ostatecznie prowadzą do zagojenia się rany. Mechanizm reparacji skóry to wieloetapowy cykl reakcji, których szybkość i efektywność w dużym stopniu zależą od siły i rodzaju uszkodzenia. Pierwsza faza to stan zapalny, który polega na ostrej reakcji naczyniowej, z następującym po niej wysiękiem komórkowym. Na tym etapie z fibryny i płytek krwi tworzy się skrzep zapobiegający przechodzeniu innych zanieczyszczeń ze środowiska i dalszej

utracie płynów i elektrolitów przez ranę. Następnie do miejsca uszkodzenia kierują się komórki żerne układu immunologicznego, które oczyszczają ranę z martwych komórek tkanki oraz mikroorganizmów, ograniczając w ten sposób ryzyko zakażenia.

Kolejny etap to faza naprawcza, charakteryzująca się odpowiedzią komórek śródbłonna i fibroblastów. W macierzy następuje intensywne syntezę włókien kolagenowych, elastyny i proteoglikanów. Komórki śródbłonna będące w okolicy rany rozpoczynają proliferację, tworząc nowe naczynia krwionośne, które wraz z gęstą siecią makrofagów i fibroblastów stanowią tkankę ziarninową.

Faza przebudowy wewnętrznej (dojrzenia) jest ostatnim stadium procesu gojenia się rany. Jest ona najważniejsza, gdyż decyduje o rozmieszczeniu sił napięcia w naprawianej tkance. Na tym etapie słabsze biomechanicznie włókna kolagenowe zastępowane są włóknami odpowiednimi dla rodzaju uszkodzonej tkanki, usuwany jest z nich nadmiar wody, dzięki czemu dochodzi do ich kompresji. Włókna układają się równolegle, przybliżają się do siebie, powstają połączenia poprzeczne, tworzące razem stabilny układ tkanki bliznowatej (5).

Niestety, w przypadku zwierząt praktyka kliniczna nierzadko mija się z teorią i niejednokrotnie mamy do czynienia z pacjentami z trudno gojącymi się ranami przewlekłymi, powstającymi najczęściej wskutek wylizywania, zakażenia bakteryjnego czy też w wyniku nieprawidłowego zaopatrzenia chirurgicznego rany (7). Zjawisko to stanowi trudny i bolesny problem zarówno dla zwierzęcia, jak i właściciela. Często

W wykorzystanie leczniczego działania czynników fizykalnych oraz umiejętne łączenie nowoczesnych metod fizjoterapeutycznych z tradycyjną farmakoterapią i prawidłowym opatrzeniem chirurgicznym daje nowe możliwości w postępowaniu terapeutycznym w przypadku trudno gojących się ran przewlekłych u pacjentów weterynaryjnych.

ryc. archiwum autorki



Ryc. 1. Elektroterapia



Ryc. 2. Ultradźwięki

chirurgiczne oczyszczanie rany, zmniejszenie opatrunków i leczenie farmakologiczne okazują się niewystarczające. Z pomocą przychodzą nowoczesne metody fizykoterapeutyczne (ultradźwięki, magnetoterapia, laseroterapia, elektroterapia i światłolecznictwo), które nie tylko są cennym uzupełnieniem tradycyjnego postępowania, ale czasami mogą być podstawą skutecznego leczenia, jak ma to miejsce między innymi w przypadku ludzi (3).

Magnetoterapia

Liczne badania kliniczne wykazują pozytywny wpływ zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości na proces gojenia się ran. Pole magnetyczne korzystnie oddziałuje zarówno na mechanizmy regeneracyjne zachodzące w samych tkankach, jak i pobudza aktywność immunologiczną oraz humoralną całego organizmu. Wywołuje liczne zjawiska biofizyczne i towarzyszące im efekty biologiczne, które w znaczący sposób przyspieszają proces reparacji skóry i tkanek miękkich. Stosowanie pola magnetycznego w zakresach terapeutycznych charakteryzuje się działaniem przeciwzapalnym, przeciwobrzętkowym i przeciwbólowym, a ponadto udowodniono jego skuteczność w angiogenezie i tworzeniu krążenia obocznego w uszkodzonej tkance.

Jednym z lepiej poznanych i zbadanych efektów biologicznych jest pobudzający wpływ magnetoterapii na proces replikacji i transkrypcji kwasów nukleinowych, a co się z tym wiąże – na syntezę białek i proliferację komórek. Wielokrotne badania naukowe

udowodniły znaczący wpływ pola magnetycznego na syntezę włókien kolagenowych w fibroblastach, poprzez obniżenie aktywności cykazy adenylowej, a tym samym stężenie cAMP. Zmienne pole magnetyczne niskiej częstotliwości nasila procesy utylizacji tlenu, oddychania tkankowego, hamując przy tym utlenianie lipidów budujących i stabilizujących błonę komórkową. Wszystkie powyższe zjawiska intensyfikują proces tworzenia ochronnej warstwy naskórkowej w miejscu zranienia i dowodzą zasadności stosowania pola magnetycznego w terapii ran przewlekłych (3, 7).

Najlepsze rezultaty dają tzw. programy naczyniowe z sinusoidalnym kształtem impulsu lub przeciwbólowe o impulsach prostokątnych. Zakres indukcji, częstotliwość i czas zabiegów dostosowujemy do obecnego charakteru rany (stan ostry, rany oparzeniowe – 25-50 Hz, 10 mT, 15-60 minut; rany przewlekłe – 5-12 Hz, 4-8 mT, 12-15 minut). Pięć pierwszych zabiegów należy wykonywać codziennie, następnie możliwa jest 2-dniowa przerwa. Codzienną terapię kontynuujemy do momentu oczyszczenia się uszkodzenia z ropnej wydzieliny lub tkanek martwiczych, potem okres między zabiegami wydłużamy o dwa lub trzy dni, aż do ostatecznego zamknięcia się rany (7).

Ultradźwięki

Kolejną metodą, jaką możemy zastosować w leczeniu ran, jest sonoterapia. Technika ta polega na zastosowaniu specjalnej głowicy ultradźwiękowej, generującej mechaniczną falę akustyczną, niosącą ze sobą energię, która po pochłonięciu przez tkankę zamienia

się w ciepło. Fala ta wywołuje zjawisko kawitacji, mechanizmy naprężeniowe i przepływy mikrostrumieniowe. Wszystkie te reakcje są źródłem wtórnych, korzystnych procesów biologicznych, takich jak poprawa ukrwienia tkanek, nasilenie procesu angiogenezy, zwiększenie stopnia proliferacji fibroblastów, stymulacja produkcji kolagenu, wzrost przepuszczalności błon komórkowych, pobudzenie syntezy ATP, protein i DNA. Istnieją również doniesienia na temat korzystnego oddziaływania ultradźwięków na oczyszczanie się z ropnej wydzieliny zakażonych ran czy owrzodzeń i sam proces ziarninowania. Fale ultradźwiękowe działają hamująco na wzrost kolonii bakteryjnych gronkowca złocistego, gronkowca skórznego oraz na pałeczki okrężnicy. Energia mechaniczna ultradźwięków wywiera wpływ na polaryzację i depolaryzację nerwów, podwyższając w ten sposób próg odczuwanego bólu (działanie analgetyczne) (8, 9).

Sonoterapię przeprowadza się za pomocą głowicy przykładanej do brzośców rany w celu nadźwiękawiania tkanek otaczających, z użyciem żelu jako substancji sprzęgającej lub w kąpieli wodnej, trzymając głowicę pod powierzchnią wody w odległości ok. 2-5 cm od dna ubytku. W praktyce klinicznej najczęściej wykorzystywanymi gęstościami mocy w nadźwiękawianiu ran są wartości od 0,5 do 1 W/cm², przy czym w metodzie podwodnej stosujemy dawki nawet do 1,2 W/cm² ze względu na rozpraszanie fali ultradźwiękowej w środowisku wodnym. Głębokość penetracji zależy od stopnia uwodnienia danej tkanki oraz częstotliwości emitowanego dźwięku.

wanych fal. Dla struktur powierzchniowych, takich jak skóra właściwa, wartością będzie 3 MHz. Czas pojedynczego zabiegu zależy od wielkości ubytku. Niewielkie rany do 2,5 cm² poddaje się zabiegowi trwającemu 5 minut, a wraz ze wzrostem powierzchni uszkodzonej skóry zwiększa się stopniowo czas ekspozycji nawet do 10 minut. W przypadku ubytków większych niż 20 cm² pole zabiegowe dzielimy na dwie części i poddajemy działaniu energii osobno. Sonoterapię wykonujemy codziennie lub co drugi dzień do pełnego wygojenia się rany (3, 8).

Elektroterapia

Elektrostymulacja wysokonapięciowa to stosunkowo nowa metoda fizykalna z dziedziny elektroterapii, która z powodzeniem może być stosowana w przypadku zaburzeń krążenia obwodowego, odleżyn, zainfekowanych ran pooperacyjnych, obrzęków czy dolegliwości bólowych. Impulsy elektryczne zmieniają przepuszczalność błon granicznych w obrębie skóry, ścian naczyń krwionośnych i błon komórkowych. Zwiększają procesy dyfuzji i osmozy, przyspieszają przemianę materii, wzmagają proliferację fibroblastów oraz syntezę kolagenu w tkankach. Poprzez intensyfikację przepływu krwi w naczyniach krwionośnych poprawiają funkcje odżywcze i natlenienie tkanek. Elektrostymulacja wysokonapięciowa wywołuje zjawisko galwanotaksji, polegające na wzmożo-

nej wędrówce makrofagów do miejsca, gdzie została przyłożona elektroda dodatnia, oraz neutrofilów do obu elektrod. Mechanizm ten napędza migrację komórek żernych do obszaru ogniska zapalnego i zwiększa ich zdolności fagocytarne, dzięki czemu elektrostymulacja pośredniczy w niszczeniu komórek bakteryjnych i oczyszczaniu rany (3).

Elektrostymulację wysokonapięciową wykonuje się przy użyciu pary płaskich elektrod z gumy węglowej, stosowanych przy innych typowych zabiegach z zakresu elektroterapii. W przypadku ubytków występujących na kończynach elektrodę czynną należy umieścić na podkładzie z gazy nasączonym solą fizjologiczną prosto na ranę, drugą elektrodę natomiast – transregionalnie po drugiej stronie kończyny. Gdy mamy do czynienia z rozległymi uszkodzeniami tkanek na ciele, w których powyższe ułożenie nie jest możliwe, elektrody umieszczamy na przeciwległych krańcach rany w ułożeniu podłużnym, zgodnie z przebiegiem włókien mięśniowych biegnących bezpośrednio pod raną. W terapii stosujemy dwa trójkątne, szybko po sobie następujące impulsy monofazowe, zwane pulsującymi impulsami podwójnymi. Łączny czas trwania tych impulsów to 0,1 ms, częstotliwość – 100 Hz, a wartość napięcia – 100 V. Stymulację przeprowadza się prądem, który nie wywołuje efektów motorycznych, a jedynie odczucie mrowienia. Zabiegi należy wykonywać codziennie przez

kilka tygodni, aż do całkowitego wygojenia się rany. Czas trwania pojedynczego zabiegu w dużym stopniu zależy od stanu klinicznego ubytku i może wynosić nawet kilkadziesiąt minut. Bardzo ważną rolę odgrywa tutaj polaryzacja elektrod. Dla osiągnięcia najlepszych efektów stosuje się tzw. polaryzację przemienną, z okresowymi zmianami polaryzacji. W początkowym etapie terapii, w celu zmniejszenia odczynu zapalnego, pobudzenia proliferacji fibroblastów i epitelizacji (naskórkowania) od brzegów rany, wykonuje się stymulację katodową. Kontynuuje się ją średnio przez 2 tygodnie, aż do oczyszczenia się ubytku z ropnej wydzieliny. Przez kolejne 5 tygodni przeprowadzamy stymulację z czynną elektrodą anodową, która przyspiesza dalsze oczyszczanie i ziarninowanie uszkodzonej tkanki. Na zakończenie terapii, w celu zabliznienia rany, zaleca się zabiegi z naprzemienną stymulacją katodowo-anodową. Jeśli nie dojdzie do pełnego zagojenia tkanek, cykl ten można powtórzyć po 1-2 miesiącach przerwy (3, 9).

Światłolecznictwo

Wykorzystanie leczenia światłem w medycynie ma stosunkowo długą historię, a pierwszym stosowanym źródłem światła było naturalne światło słoneczne. Obecnie dysponujemy szeregiem metod i urządzeń emitujących różnego rodzaju promieniowanie, które korzystnie oddziałuje na żywy or-

ganizm i wywołuje pożądane reakcje biochemiczne w tkankach.

Promieniowanie IR

Promieniowanie podczerwone (IR) to niewidzialne promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez rozgrzane ciała. Długość jego fal mieści się w zakresie od 760 do 15 000 nm, a głębokość penetracji jest odwrotnie proporcjonalna do długości i wynosi około 0,5-3 mm. Wpływ biologiczny promieniowania podczerwonego polega na działaniu ciepła, które powoduje powstanie miejscowego rumienia ciepłego. W nagrzewanych tkankach dochodzi do rozszerzenia naczyń włosowatych skóry, zwiększenia przepływu krwi, przyspieszenia przewodnictwa nerwowego, podwyższenia progu odczuwanego bólu, intensyfikacji procesów przemiany materii oraz obniżenia napięcia mięśniowego, co w znaczny sposób sprzyja regeneracji uszkodzonych struktur tkankowych.

W terapii ran przewlekłych naświetlanie wykonujemy, ustawiając promiennik w odległości 30-50 cm od pacjenta, tak aby promieniowanie równomiernie obejmowało powierzchnię zabiegową i padało na nią pod kątem prostym. Przy lampach z wymiennymi filtrami typu sollux zalecane jest używanie filtra czerwonego, przez który przenikają promienie świetlne czerwone i podczerwone, łagodzące stany zapalne i przyspieszające gojenie ran. Czas zabiegu wynosi przeciętnie 10-30 minut i powinno się go wykonywać codziennie (1).

Światło spolaryzowane

W leczeniu trudno gojących się ran zastosowanie znalazły również lampy emitujące światło spolaryzowane (np. Bioptron). Wiązki światła spolaryzowanego, które przenikają w głąb tkanki łącznej, pobudzają procesy energetyczne w komórkach, poprawiają mikrokrążenie, zwiększają zaopatrzenie odtwarzających się tkanek w tlen, a także przyspieszają syntezę kolagenu przez fibroblasty. Dzięki tej terapii hamowane są procesy pogłębiania zmian martwiczych, skraca się okres oczyszczania rany i tworzenia ziarniny, przy jednoczesnym nasileniu mechanizmów regeneracyjnych tkanki łącznej.

Światło spolaryzowane aplikujemy bezpośrednio na ranę z odległości 5-10 cm. Zabiegi wykonujemy codziennie lub dwa razy dziennie przez minimum 2 tygodnie (1, 6).

Ogromnym przełomem w światłolecznictwie było także wynalezienie i wprowadzenie do praktyki klinicznej lasera niskoenergetycznego, wykorzystywanego do biostymulacji laserowej, a następnie półprzewodnikowych diod LED o podobnym działaniu stymulacyjnym.

Laser

Zarówno w praktyce weterynaryjnej, jak i medycynie ludzkiej najczęściej stosowanymi laserami są tzw. lasery biostymulacyjne o mocy wyjściowej do 500 mW. Biostymulacja laserowa polega na wywoływaniu licznych zjawisk fotochemicznych, które następnie pobudzają określone procesy tkankowe, nie powodując przy tym ich uszkodzenia (4). Stopień absorpcji fal świetlnych w tkankach zależy od ich indywidualnych właściwości, budowy oraz zawartości fotoakceptorów, takich jak woda, hemoglobina, melatonina czy keratyna. Pochłonięte przez organizm światło lasera przyczynia się do poprawy ukrwienia i trofiki tkanek, przyspiesza regenerację naczyń krwionośnych i chłonnych, pobudza czynność erytropoetyczną szpiku oraz podnosi zawartość hemoglobiny w krwinkach. Przyspieszone zostają procesy syntezy kolagenu, białek i kwasu rybonukleinowego, podwyższeniu ulega stężenie endorfin i prostacyklin działających przeciwbólowo i rozszerzająco na naczynia krwionośne, zwiększony zostaje potencjał czynnościowy błon komórkowych, a mechanizmy fagocytozy podlegają intensyfikacji (2, 3).

Do naświetlania skóry i śluzówki wykorzystujemy sondę czerwoną, emitującą fale o długości 630-830 nm. W większości przypadków optymalną dawkę promieniowania ustalamy w zakresie: 0,1-3 J/cm² dla stanu ostrego, 3-6 J/cm² dla stanu podostrego oraz w przypadku stanów przewlekłych – 6-9 J/cm². Ogólna dzienna dawka przyjętego promieniowania laserowego nie powinna jednak przekroczyć 200 J. Najlepsze efekty stymulujące i regeneracyjne osiągane są przy stosunkowo małych

mocach sond od 0,5 do 50 mW/cm² i długim czasie naświetlania (10-20 minut), analgetyczne przy 50-200 mW/cm² oraz przeciwzapalne przy mocach 300-500 mW/cm² i krótkim czasie ekspozycji. Zakres stosowanych częstotliwości mieści się w przedziale 1-1000 Hz dla stanów ostrych oraz 1000-10 000 Hz dla stanów przewlekłych, przy czym częstotliwość 5 Hz wykazuje działanie wybitnie przeciwbólowe, a wartości od 1-10 Hz wpływają reparacyjnie na tkanki. W przypadku ran skóry stosujemy technikę bezkontaktową labilną, polegającą na przesuwaniu głowicy laserowej, umieszczonej około 5-10 mm nad ciałem pacjenta, płynnym, ciągłym ruchem okrężnym lub falistym z szybkością 1 cm/s, tak aby chorobowo zmieniona tkanka otrzymała pożądaną dawkę promieniowania. Bardzo dobre efekty regeneracyjne uzyskuje się również, naświetlając rany najpierw metodą punktową wzdłuż brzegów, na granicy naskórkowania, a dopiero potem cały ubytek metodą przemiatań. Zabiegi wykonujemy codziennie, aż do momentu wygojenia się rany (4).

Ledoterapia

Ledoterapia to innowacyjna technologia stosowana m.in. w Systemach Viofor JPS, polegająca na wykorzystaniu energii światła niekoherentnego, emitowanego przez wysokoenergetyczne diody LED w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni. Analogiczne korzystne efekty wykazuje zmienne pole magnetyczne, dlatego też w celu zwiększenia skuteczności terapii poprzez spodziewane synergistyczne działanie obu tych metod, zaleca się stosowanie jednoczesnej aplikacji światła i pola magnetycznego w postaci magnetoledoterapii. Jest to szczególnie wskazane w przypadkach leczenia analgetycznego, rozległych stanów zapalnych skóry oraz oparzeń.

Czas terapii, parametry energetyczne światła i intensywność pola magnetycznego są parametrami, które należy ustalać indywidualnie dla danego pacjenta, dobierając odpowiedni aplikator i stosując się ściśle do zaleceń producenta aparatury (1). □

Piśmiennictwo dostępne u autorki