

# Wykorzystanie terapii pozaustrojową falą uderzeniową w leczeniu schorzeń ortopedycznych u koni

Karolina Śniegućka\*, Paulina Zielińska, Jakub Nicpoń

z Katedry i Kliniki Chirurgii Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

## The use of extracorporeal shock wave therapy in the treatment of orthopedic diseases in horses

Śniegućka K., Zielińska P., Nicpoń J., Department of Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

This paper aims at presentation of advantages of extracorporeal shock wave therapy (ESWT), as a form of rehabilitation of the musculoskeletal system in horses. ESWT is a stream of acoustic waves generated outside the body. The equipment builds up pressure ranging from 10 to 100 MPa in the time from 30 to 120 ns with short pulse duration equal to 5 μs. The appropriate parameters depend on energy level, pulse frequency, type of injury, type of treated tissue and depth of penetration. ESWT has an analgetic effect in the treated tissue, accelerates the healing process, increases collagen production, improves microcirculation and angiogenesis. Indications for the use of ESWT are insertional desmopathies, superficial and deep digital flexor tendonitis, metacarpal and metatarsal fractures, osteoarthritis and back pain. The number of treatments depends on the type of tissue and the size of the lesion. The tissue response to treatment is also very important. As a rule, 3 to 5 treatments are performed with a break of 5 to 7 days between sessions. The horse during treatment should have limited movement and orthopedic control is very important.

**Keywords:** extracorporeal shock wave therapy, ESWT, rehabilitation, tendon injury, osteoarthritis.

Terapia pozaustrojową falą uderzeniową (extracorporeal shock wave therapy, ESWT) w hipiatrii jest dość nową metodą zapożyczoną z medycyny człowieka. Pierwotnie była wykorzystywana do niszczenia kamieni dróg moczowych u ludzi (1), obecnie zwiększa swoją popularność jako kluczowy element rehabilitacji koni po kontuzjach. Pod koniec lat 90. został przeprowadzony pierwszy zabieg u konia z uszkodzonym przyczepem początkowym mięśnia międzykostnego (2). Dziś stanowi nieodzowny element rehabilitacji układu mięśniowo-szkieletowego, w tym zapalenia mięśnia międzykostnego, zapalenia ścięgien mięśni zginaczy palców oraz ich uszkodzeń przeciążeniowych, zapalenia okostnej, zwyrodnień stawów czy ogólnego bólu grzbietu (3).

Pozaustrojowa fala uderzeniowa jest zjawiskiem fizycznym. Jest to fala mechaniczna (akustyczna) generowana poza organizmem. Charakteryzują ją przejściowe wysokie ciśnienia szczytowe, po których następuje podciśnienie, które powraca do ciśnienia zerowego. Wartości ciśnienia wytwarzane przez aparaturę powstają w zakresie od 10 do 100 MPa z szybkim czasem narastania od 30 do 120 ns, o krótkim czasie trwania impulsu – 5 μs (4, 5). Inne źródło opisuje ją jako pojedynczy impuls o niewielkiej częstotliwości (do 20 MHz), amplitudzie ciśnienia do 120 MPa, niskim

napięciu fali, małej szerokości pasma (ok. 6 dB) i krótkim czasie narastania (ok. 10–30 ns; 6).

Oprócz powyższych właściwości dobrane odpowiednich parametrów zależne jest od poziomu energii, częstotliwości impulsów, rodzaju tkanki oraz głębokości penetracji. Wytwarzane ciśnienie fali uderzeniowej przemieszcza się przez płyn i tkankę miękką, a efekt działania pojawia się w miejscach, w których występuje zmiana gęstości tkanki (impedancji), taka jak granica między kością a tkanką miękką (7).

Istnieją dwa typy fal uderzeniowych: fala ogniskowana (focused shock wave therapy, FSWT) oraz fala radiacyjna (radial shock wave therapy, RSWT; 8). Zostały one podzielone ze względu na sposób rozchodzenia się fali. Fala radiacyjna rozchodzi się w tkankach promieniście, a ciśnienie wytwarzane w trakcie generowania fali wynosi maksymalnie 10 MPa. Natomiast fala ogniskowa skupia się w konkretnym miejscu tkanki, a ciśnienie generowane w trakcie uwalniania fali wynosi 10–100 MPa (ryc. 1).

Fala radiacyjna daje bardziej powierzchowny efekt, podczas gdy fala ogniskowana może osiągać odległość dwa razy większą od fali radiacyjnej (8). Przekłada się to na fakt, że FSWT będą miały lepszy wpływ na głębiej położone tkanki. Głębokość penetracji tkanek w przypadku fali radiacyjnej wynosi do 3,5 cm, natomiast przy fali ogniskowanej do 12,5 cm. Inni autorzy potwierdzają zasięg działania fali uderzeniowej do 12,5 cm ze średnią głębokością penetracji 6 cm, z zastosowanym ciśnieniem 10–100 MPa, przy częstotliwości 1–8 Hz (6).

Do tej pory nie jest do końca poznany mechanizm oddziaływania fali uderzeniowej, natomiast dobre efekty w medycynie regeneracyjnej sprawiają, że zwiększa się zapotrzebowanie na ten zabieg. Główną zaletą i pożądanym efektem działania fali uderzeniowej jest analgezyja leczonej tkanki. Dochodzi do eliminacji bólu oraz spadku napięcia mięśni. Zmniejszenie uwalniania substancji P, która jest mediatorem bólu, przyczynia się do obniżania wrażliwości na jego odczuwanie (1, 8, 9). Przyspieszony jest również proces regeneracji i gojenia. Dodatkowo działanie fali uderzeniowej zwiększa produkcję kolagenu i przyspiesza metabolizm komórek. Bosh i wsp. (10) zbadali wpływ fali uderzeniowej na sześciu kucach szetlandzkich, wykonując zabiegi na mięśniach międzykostnych oraz na ścięgnach mięśni zginaczy palców powierzchownych. Wykazali oni zwiększoną syntezę glikozaminoglikanów oraz białka całkowitego macierzy zewnątrzkomórkowej po trzech godzinach od zastosowanej fali uderzeniowej. Ponadto fala uderzeniowa przyczynia się do poprawy mikrokrążenia oraz tworzenia nowych naczyń krwionośnych (9, 11).

\* Studentka VI roku Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

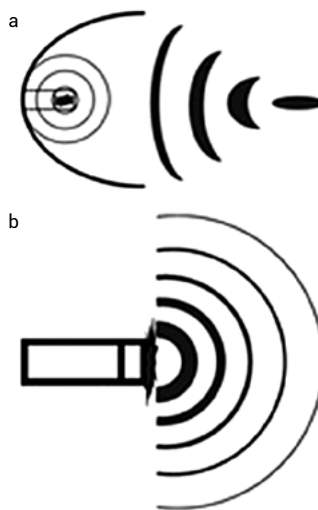
Neowaskularyzacja poprawia zatem ukrwienie i gojenie uszkodzonych ścięgien (1, 9). Zastosowanie fali uderzeniowej zmniejsza deformację ścięgien, zwłaszcza przy zmianach brzeżnych (1).

Dzięki właściwościom fali uderzeniowej możliwe jest wspieranie rehabilitacji tkanek miękkich, kości oraz stawów. Wskazaniem do użycia fali uderzeniowej są desmopatie insercyjne dotyczące mięśnia międzykostnego, uszkodzenia ścięgna mięśnia zginacza palców powierzchownego, głowy dodatkowej ścięgna mięśnia zginacza palców głębokiego (3, 5), więzadła pobocznego bocznego stawu kopytowego, więzadeł rzepki czy aparatu więzadłowego stawów krzyżowo-biodrowych. Terapię można również wprowadzić przy zwyrodnieniu stawu skokowego i stawów palca, złamaniach trzyczek pęcinyowych czy złamaniach przecięziowych kości śródrezcza i śródstopia, nakostniakach, zapaleniach kości i stawów, odpadnięciach kości czy ogólnego bólu grzbietu, jak w przypadku zwyrodnień wyrostków kolczystych odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa (kissing spines syndrome; 2, 3, 5, 6, 7).

Każdy zabieg niesie ze sobą ryzyko efektów ubocznych. W przypadku użycia fali uderzeniowej notowano wybroczyny skórne u ludzi i małych zwierząt, natomiast u koni nie jest to powszechnym zjawiskiem (2). Nieodpowiednie dobranie parametrów może doprowadzić do martwicy tkanek (2, 7). W obszarze zabiegowym może pojawić się przemijający obrzęk. Należy unikać stosowania fal uderzeniowych u młodych osobników, ponieważ udźwiękowanie nasad wzrostu kości doprowadza do ich przedwczesnego zamknięcia (12). Fala uderzeniowa może doprowadzić do uszkodzenia płuc i jelit (2, 7). Główne naczynia krwionośne nie mogą znajdować się w obszarze zabiegowym, ponieważ fala uderzeniowa może doprowadzić do naruszenia błony wewnętrznej naczynia krwionośnego (2).

Zabieg z użyciem fali uderzeniowej jest bolesną procedurą, która często wymaga zastosowania sedacji u pacjenta. W zależności od preferencji lekarza wykonującego procedurę wykorzystuje się różne substancje czynne z grupy alfa-2-agonistów. Z doświadczeń własnych wynika, że chlorowoderek ksylazyny podany dożylnie w dawce 1,1 mg/kg m.c. umożliwia bezproblemowe przeprowadzenie zabiegu. Inne źródła opisują użycie chlorowodorku romifidyny (13), chlorowodorku detomidyny podanego dożylnie w dawce 0,01 mg/kg m.c. (7) lub kombinacji detomidyny z butorfanolem (5, 13). Oprócz sedacji należy przygotować miejsce, na którym będzie przeprowadzany zabieg. Obszar powinien być dokładnie wygolony, wymyty przy użyciu wody z mydłem oraz odtłuszczony 70% roztworem alkoholu. Na koniec należy nałożyć żel sprzęgający, który poprawi transmisję energii wytwarzanych fal (5).

Liczba zabiegów jest kwestią indywidualną. Aby określić schemat leczenia, bierze się pod uwagę typ tkanki oraz rodzaj i wielkość uszkodzenia. Także odpowiedź tkanki poddanej leczeniu falą uderzeniową będzie miała wpływ na liczbę sesji. Z reguły przeprowadza się od 3 do 5 zabiegów, z przerwą od 5 do 7 dni pomiędzy nimi. Dyson i wsp. (5) proponują od 1 do 3 zabiegów z 1- lub 2-tygodniowym przestojem.



**Ryc. 1.** Porównanie rozkładania się pola ciśnieniowego; a – w przypadku ogniskowanej fali uderzeniowej (FWST), b – w przypadku radiacyjnej fali uderzeniowej (RWST)

Zalecane jest również całkowite ograniczenie ruchu konia lub ruch kontrolowany oraz badania kontrolne między zabiegami. W przypadku aseptycznego zapalenia ścięgien zalecane jest zastosowanie 4–5 zabiegów, w odstępie 5–14 dni, przy czym pierwszy zabieg nie powinien być wykonany wcześniej niż 3–4 tygodnie od pojawienia się uszkodzenia (1). W trakcie leczenia bardzo ważna jest kontrola ortopedyczna pacjenta. Ocena konia w ruchu czy wykonanie badania ultrasonograficznego w przypadku tkanek miękkich pomaga lekarzowi weterynarii ocenić skuteczność prowadzonej terapii. Również odpowiednie i rozważne wdrożenie konia do pracy po zakończeniu serii zabiegów będzie istotną składową oczekiwanych rezultatów.

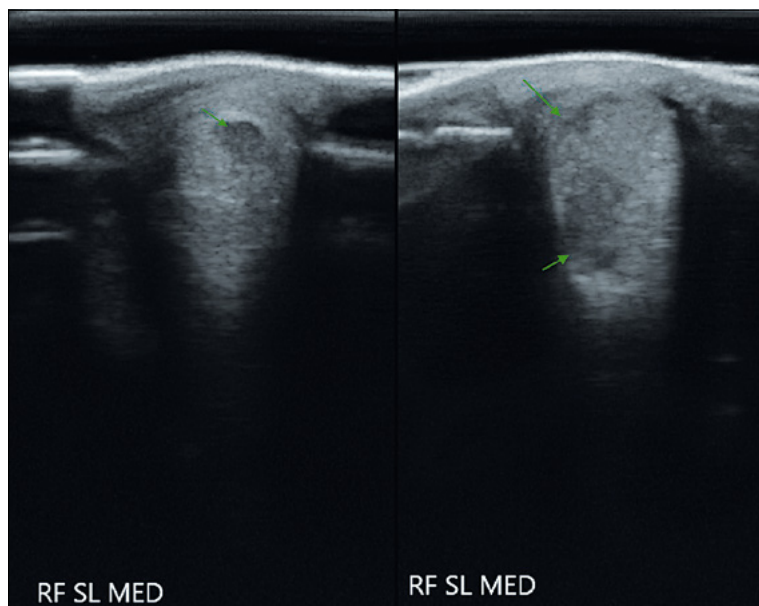
McClure i wsp. (14) przeprowadzili badanie na czterech dorosłych koniach, u których wywołano zapalenie trzonu mięśnia międzykostnego, indukując śródścięgnowo kolagenazę. Jedną kończyną piersiową została poddana trzem zabiegom ESTW w odstępach 3-tygodniowych, a druga kończyna była próbą kontrolną. Stwierdzono w leczonych kończynach bardziej skoncentrowany obszar metachromazji związany z gojeniem niż w nieleczonych kończynach. Zaobserwowano także wyrównanie włókien oraz zwiększenie echogeniczności.

ESWT jest przyszłościową metodą rehabilitacji układu mięśniowo-szkieletowego u koni. Dzięki swojej nieinwazyjności zwiększa popularność jako skuteczna forma wsparcia rehabilitacji koni po kontuzjach. Analgezja leczonej tkanki jest jedną z głównych zalet, jaką daje stosowanie fali uderzeniowej. Oprócz tego fala uderzeniowa przyspiesza gojenie uszkodzonej tkanki, zwiększając produkcję kolagenu i przyspieszając metabolizm komórek. Dodatkowo przyczynia się do poprawy mikrokrążenia oraz tworzenia się nowych naczyń krwionośnych. Te wszystkie efekty oddziaływania fali uderzeniowej na leczonej tkance przyczyniają się szybszego przywracania sprawności przed urazu.

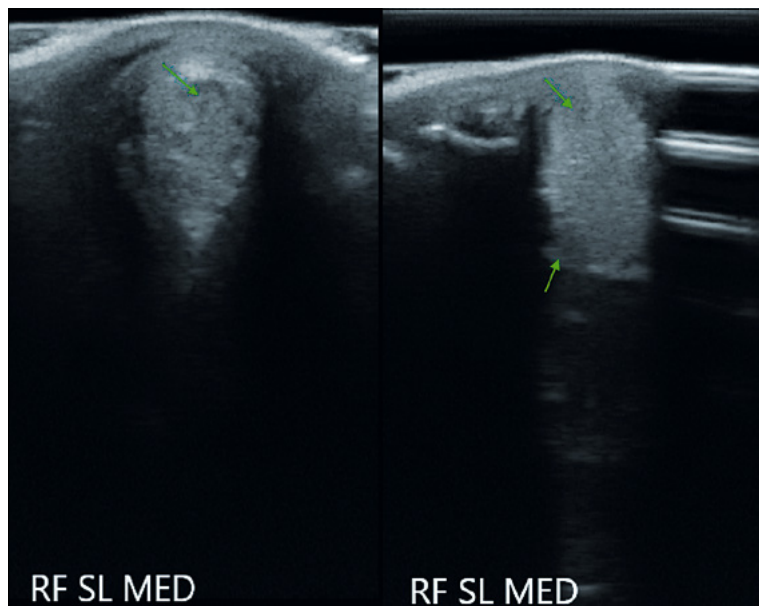
### Przypadek kliniczny

12-letnia klacz rasy szlachetnej półkrwi, będąca w treningu rekreacyjnym, została zgłoszona do zdiagnozowania przyczyny kulawizny kończyny piersiowej

prawej. Z wywiadu z właścicielem uzyskano informacje, że klacz kulą od trzech miesięcy. Badanie w ruchu wykazało kulawiznę drugiego stopnia według 5-stopniowej skali kulawizn American Association of Equine Practitioners (4, 15), gdy klacz poruszała się na lonży po podłożu miękkim, a chora kończyna była na zewnątrz koła. Badanie palpacyjne wykazało



**Ryc. 2.** Sonogramy przedstawiające gałąź przyśrodkową mięśnia międzykostnego w przekroju poprzecznym wykonane przed wprowadzeniem RSWT. Po lewej stronie widoczna jest eliptyczna zmiana umiejscowiona ośrodkowo (oznaczona zieloną strzałką). Stopień uszkodzenia wg Genovese (15) jest równy 2. Po prawej stronie zobrazowano niewielkie, nieregularne uszkodzenie umiejscowione obwodowo (zielona strzałka powyżej). Druga rozległa, regularna zmiana umiejscowiona ośrodkowo (zielona strzałka poniżej). Stopień uszkodzeń jest równy 2



**Ryc. 3.** Sonogramy przedstawiające gałąź przyśrodkową mięśnia międzykostnego w przekroju poprzecznym wykonane po 3 zabiegach RSWT. Po lewej stronie zobrazowano zwiększoną echogeniczność uszkodzenia (oznaczone zieloną strzałką). Stopień uszkodzenia wg Genovese (15) jest równy 1. Po prawej stronie obydwa obszary uszkodzenia zwiększyły swoją echogeniczność. Stopień uszkodzeń jest równy 1. W obrębie uszkodzeń doszło do regeneracji włókien kolagenowych. Struktura ścięgna odzyskuje prawidłowe ich ułożenie

tkliwość gałęzi przyśrodkowej mięśnia międzykostnego. Badaniem ultrasonograficznym stwierdzono uszkodzenie bolesnej struktury (**ryc. 2**). Przeprowadzono trzy zabiegi radiacyjną pozaustrojową falą uderzeniową w odstępach 10 dni. Zastosowano następujące parametry: 3 Ba, 5000 uderzeń, 8 Hz. Do sedacji użyto chlorowodoru kwasu podawanego dożylnie w dawce 1,1 mg/kg m.c. Na czas terapii klacz została postawiona na kwaterze o wymiarach 10 m × 10 m. Przed każdym zabiegiem przeprowadzano badanie w ruchu. Już po pierwszym zabiegu klacz była wolna od kulawizny. Badanie ultrasonograficzne przeprowadzone 14 dni po ostatnim zabiegu ukazało obraz gałęzi przyśrodkowej mięśnia międzykostnego o poprawionej echogeniczności (**ryc. 3**). Terapia falą uderzeniową wspomogła regenerację i odbudowę włókien kolagenowych uszkodzonego przyczepu gałęzi przyśrodkowej mięśnia międzykostnego.

## Piśmiennictwo

- Kalisiak O.: Zachowawcze leczenie ścięgien u koni. *Życie Wet.* 2008, 83, 132–135.
- McClure S., Weinberger T.: Extracorporeal Shock Wave Therapy: Clinical Applications and Regulation. *Clin. Tech. Equine Pract.* 2003, 2, 358–367.
- Waguespack R.W., Burba D.J., Hubert J.D., Vidal M.A., Lomax L.G., Chirgwin S.R., Lopez M.H.: Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Desmitis of the Accessory Ligament of the Deep Digital Flexor Tendon in the Horse. *Vet. Surg.* 2011, 40, 450–456.
- Gary M. Baxter G.M.: *Adams and Stashak's lameness in horses*. 6th ed., Wiley-Blackwell. 2011, 118, 736, 961–962.
- Dyson S., Ross M.W.: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Elsevier Health Science 2003, 825–826.
- Lutnicki K., Pomorska A., Aleksiewicz R., Kurek Ł.: Fale uderzeniowe jako narzędzie terapeutyczne w weterynaryjnej medycynie regeneracyjnej. *Mag. Wet.* 2015, 7–8, 565–569.
- Dahlberg J.A.: Evaluation of the efficacy of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on osteoarthritis and post-ESWT analgesia in animal models. *Iowa State Univ. Dig. Repos.* 2006, 4, 34–35.
- Van der Worp H., Van den Akker-Scheek I., Van Schie H., Zwerver J.: ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2013, 21, 1451–1458.
- Notarnicola A., Moretti B.: The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (eswt) on tendon tissue. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2012, 2, 33–37.
- Bosch G., Lin Y.L., Van Schie H.T.N., Van De Lest C.H.A., Barneveld A., Van Weeren P.R.: Effect of extracorporeal shock wave therapy on the biochemical composition and metabolic activity of tenocytes in normal tendinous structures in ponies. *Equine Vet. J.* 2007, 39, 226–231.
- Nassenstein K., Nassenstein I., Schleberger R.: Effects of high-energy shock waves on the structure of the immature epiphysis - a histomorphological study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2005, 143, 652–655.
- Crowe O.M., Dyson S.J., Wright I.M., Schramme M.C., Smith R.K.W.: Treatment of chronic or recurrent proximal suspensory desmitis using radial pressure wave therapy in the horse. *Equine Vet. J.* 2004, 36, 313–316.
- McClure S.R., Van Sickle D., Evans R., Reinertson E.L., Moran L.: The effects of extracorporeal shock-wave therapy on the ultrasonographic and histologic appearance of collagenase-induced equine forelimb suspensory ligament desmitis. *Ultrasound Med. Biol.* 2004, 30, 461–467.
- Hewetson M., Christley R.M., Hunt I.D., Voute L.C.: Investigations of the reliability of observational gait analysis for the assessment of lameness in horses. *Vet. Rec.* 2006, 158, 852–858.
- Ross M.W., Dyson S.J.: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Elsevier Health Science 2011, 190.

Dr n. wet. Paulina Zielińska, e-mail: paulina.zielinska@upwr.edu.pl