

lek. wet. Michał Nowicki*, lek. wet. Joanna Głodek**, prof. dr hab. Zbigniew Adamiak**

* Vet4Pet Klinika Weterynaryjna w Warszawie

** Katedra Chirurgii i Rentgenologii z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Podstawowe zagadnienia dotyczące diagnostyki i planowania przedzabiegowego złamań kości długich u zwierząt towarzyszących

Basic issues regarding diagnosis and preoperative planning of fractures of long bones in small animals

Streszczenie

Niniejszy artykuł jest pierwszym z serii traktującej o tematyce złamań kości długich u zwierząt. Seria będzie się opierać głównie na podejściu do traumatologii przedstawionej przez AOVet Foundation, organizacji *non-profit* zajmującej się osteosyntezą na wielu płaszczyznach u ludzi i zwierząt.

Słowa kluczowe

złamanie kości długich, klasyfikacja MBC, klasyfikacja złamań AO, planowanie przedzabiegowe

Abstract

The article is the first in a series discussing long bone fractures in small animals. The series is based mainly on the approach to traumatology presented by the AOVet Foundation, a non-profit organization gathering and exchanging information on osteosynthesis in human and animal medicine

Keywords

long bones fractures, MBC Classification, AO Fracture Classification, preoperative planning

Przed rozpoczęciem rozpatrywania złamań urazowych należy zwrócić uwagę na fakt, że mamy do czynienia również ze złamaniami kości długich wynikającymi z patologii. W przypadku złamań patologicznych czynnikiem sprawczym jest czynnik miejscowy (np. choroba nowotworowa) bądź układowy (powodujący osłabienie struktury nośnej kości i doprowadzający do złamania). Złamanie patologiczne jest szczególnym typem złamania i należy w nim zdiagnozować przede wszystkim czynnik sprawczy. Reguły zaopatrywania złamań, które będą omawiane w tej serii artykułów, w przypadku złamań patologicznych są niewystarczające bądź wręcz niewłaściwe.

Złamanie jest przerwaniem ciągłości tkanki kostnej w wyniku działania siły zewnętrznej. Następstwami takiego stanu są:

- utrata przez złamaną kość funkcji mechanicznej,
- uszkodzenie naczyń krwionośnych uszkodzonej kości,
- uszkodzenie tkanek miękkich znajdujących się w okolicy złamania,
- utworzenie krwiaka pierwotnego.

Można więc powiedzieć, że złamanie jest całą kaskadą zdarzeń, które

będą wpływać w różny sposób na proces naprawy danej kości. Im większa siła sprawcza, tym większy i bardziej rozległy rodzaj uszkodzeń samej kości, jak i tkanek miękkich, co będzie przekładać się bezpośrednio na sukces terapeutyczny oraz rokowania dla pacjenta (3-5).

Skutki złamania

W momencie przerwania ciągłości kości dochodzi do uszkodzenia jamy szpikowej oraz naczyń krwionośnych. Powstaje krwiak pierwotny zawierający elementy szpiku kostnego. Rozpoczyna się proces zapalny, który w konsekwencji ma doprowadzić do przekształcenia krwiaka pierwotnego i wygojenia złamania. Jest to proces dynamiczny wykorzystujący płytkowe czynniki wzrostu, interleukiny-1, interleukiny-6 czy mediatory zapalne, takie jak prostaglandyny E1, E2. To, w co zamieni się krwiak pierwotny oraz ile czasu będzie ten proces trwał, jest ściśle uzależnione od tego, w jaki sposób zostanie zaopatrzone złamanie. Najważniejszym czynnikiem warunkującym tempo gojenia jest ukrwienie tkanek, które zostały uszkodzone, w tym ukrwienie tkanki kostnej. Tkanka kostna podle-

ga pobudzeniu wczesnej resorpcji kości przez osteoklasty i proliferacji komórek osteoprogenitorowych.

W związku z tym cele chirurga to przede wszystkim: minimalizowanie zaburzenia procesów naprawczych, które tam zachodzą, dbanie o jak najmniejsze uszkodzenie naczyń krwionośnych oraz przywrócenie ciągłości tkanki kostnej z przywróceniem jej funkcji, jaką było przenoszenie obciążeń zgodnie z zachowaniem osi anatomicznej i mechanicznej kości, a tym samym kończyny.

Zrozumienie tego jest kluczowe dla dalszego planowania leczenia złamań, bo w połączeniu z wiedzą dotyczącą technik stabilizacji oraz klasyfikacji pacjentów będzie warunkowało wybór metody leczenia oraz jej skuteczności (3-5).

Rodzaje złamań

Klasyfikacji złamań jest bardzo dużo, w zależności od tego, co mają opisywać. Autor artykułu proponuje ułożenie obecnie funkcjonujących klasyfikacji w następującej chronologii, co ma na celu uszeregowanie dalszego postępowania

Pierwszym, najważniejszym aspektem, na który należy zwrócić uwagę, jest to, czy złamanie jest otwarte czy zamknięte. Będzie to warunkowało dalsze postępowanie oraz wpływało na rokowanie dla pacjenta. W przypadku złamania otwartego należy pobrać wymazy dla informacji o ewentualnym zakażeniu oraz wstępnie zabezpieczyć mechanicznie i farmakologicznie odłamy, aby zapobiegać dodatkowym urazom.

Drugim czynnikiem mającym znaczenie jest czas, który upłynął od momentu złamania. Autor proponuje wyróżnić 3 ważne okresy:

- a.) Wczesny – do 24 h – zachowany krwiak pierwotny, niskie ryzyko kontaminacji rany, łatwo odprowadzalne fragmenty kostne, rozwijający się obrzęk tkanek miękkich.
- b.) Pośredni – między 24 h a 72 h – krzepnięcie krwiaka pierwotnego, obrzęk tkanek miękkich, wzrost ryzyka kontaminacji, zwiększenie przykurczy mięśniowych utrudniające prawidłowe odprowadzenie fragmentów złamania.
- c.) Późny – powyżej 72 h – miniony czas uniemożliwia nam bezproblemowe odprowadzenia fragmentów złamania. Wytrącanie włókna w obrębie krwiaka pierwotnego wiąże elementy tkanek miękkich, fragmenty tkanki kostnej podlegają procesom lizy i zmianie struktury. Skrócenie długości osi kończyny na skutek skurczu mięśni. W dłuższym okresie następuje zrost fragmentów kostnych z okolicznymi tkankami.

Trzecim czynnikiem jest liczba fragmentów kostnych, co oznacza, że w dalszym rozpatrywaniu należy zwrócić uwagę z iloma liniami przełomu oraz iloma fragmentami kości mamy do czynienia. W przypadku złamań prostych szukamy dodatkowych linii pęknięć korówki kostnej, które skutecznie mogą uniemożliwić zastosowanie danej techniki oraz wpłyną na skuteczność stabilizacji. W przypadku złamań wieloodłamowych sprawdzamy, jaką długość kości obejmuje złamanie, czy wykonanie stabilizacji złamania z zachowaniem reguł jest możliwe. Czy jest potrzeba posiłkować się stabilizatorami przezstawowymi, obejmującymi sąsiadujące struktury kostne. Czy liczba i wielkość odłamów pozwolą na odprowadzenie ich w sposób skuteczny bez dodatkowej traumatyzacji okolicy złamania (1, 2, 7)

Diagnostyka obrazowa oraz metodologia opisywania złamań

Planowanie przedzabiegowe nie istnieje bez diagnostyki obrazowej, dlatego należy zaznajomić się z przyjętymi regułami, które obowiązują podczas obrazowania złamań. Pamiętajmy, że czasem naprawę trudno jest prawidłowo zobrazować nowo powstałe struktury, dlatego w przypadkach wątpliwych należy korzystać z takich dobrodziejstw techniki, jakimi są CT oraz druk 3D, który można wykorzystać do tworzenia modeli anatomicznych obrazujących uszkodzoną kość. Takie planowanie z pozoru wydłuża czas, w którym pacjent zostanie zoperowany, ale zwraca się to w postaci prawidłowo wykonanego zabiegu w dużo krótszym czasie śródoperacyjnym.

Wracając do podstawowej techniki obrazowania, jakim są zdjęcia radiologiczne, należy pamiętać nie tylko o zasadach wykonywania projekcji, ale również o odpowiednim przygotowaniu pacjenta. Wykonanie prawidłowej sekcji nie dość, że umożliwia nam uzyskanie pożądanego przez nas ułożenia kończyny, to dodatkowo rozluźnia mięśnie, co skutkuje nieco innym układaniem się fragmentów kostnych na radiogramie niż u pacjenta nieznieczulonego.

Żeby wykonane przez nas zdjęcie było wartościowe diagnostycznie, należy pamiętać o:

- Prawidłowej kalibracji urządzenia tak, aby nasze pomiary pokrywały się z wymiarami rzeczywistymi. Niezależnie, czy pracujemy w technice analogowej, czy cyfrowej należy umieścić w polu radiogramu znacznik o stałej,

znanej wielkości, co umożliwi nam prawidłowy pomiar.

- Wykonujemy minimum dwie projekcje celowane na podejrzaną o złamanie kość w odchyleniu 90 stopni od osi głównej. Błędem w sztuce jest opisywanie złamania, polegając tylko na jednej projekcji. Jeśli złamanie jest złożone, nie bójmy się wykonywać większej liczby zdjęć, ponieważ ułatwi nam to zrozumienie charakteru złamania. Na radiogramie takiej kości powinny być widoczne przyległe do niej stawy, co pomoże nam w ustaleniu zaburzenia osi kończyny.
- Wykonanie dwóch projekcji przeciwległej kończyny. Zdrowa przeciwległa kość jest punktem wyjścia do uzyskania takich informacji jak: grubość kości uszkodzonej, jej długość, orientacja w przestrzeni oraz kształt. Dzięki takim projekcjom jesteśmy w stanie dopasować implanty w czasie planowania przedzabiegowego, co po pierwsze – skraca czas samego zabiegu, jak i zapobiega frustracjom, jakie towarzyszą chirurgowi w trakcie zabiegu, gdy okazuje się, że implanty, które posiadamy, są niewłaściwe.

Opisywanie radiologiczne zdjęć powinno zawierać w sobie informacje co do charakteru złamania, liczby i lokalizacji fragmentów oraz której kości dotyczy. Pamiętajmy, że właściciel zwierzęcia nie musi się zdecydować na wykonanie zabiegu u nas, a prawidłowo wykonane zdjęcia pacjenta poddanego sedacji są jego dokumentacją medyczną. Opisujemy, które kości uległy uszkodzeniu, czy stawy przyległe są zwichnięte, czy też nie, czy złamanie jest proste, czy wieloodłamowe, ile jest odłamów, gdzie się poszczególne odłamy lokalizują, jak wygląda linia przełomu, czy widzimy dodatkowe cienie na korówce kości, które mogą oznaczać dodatkowe jej uszkodzenia.

W idealnych warunkach u osobnika dorosłego minimalny czas gojenia złamania określa się na 6 tyg. i w takim okresie należy wykonać zdjęcia kontrolne pod kątem kontroli tempa gojenia kości.

Ze względu na powtarzalność sposobu wytworzenia złamania dla poszczególnych fragmentów danej ko-

ści Fundacja AO wprowadziła bardzo przejrzystą klasyfikację złamań określonych kodem składającym się z cyfr i liter, a który upraszcza i ujednotacza opisanie postaci złamania. Można zaznajomić się z nimi w darmowej aplikacji AO Fracture Classification, która w prosty sposób pomaga przypisać odpowiedni kod złamaniu, jak i go odczytać (2-5).

Klasyfikacja złamań MBC

Wiele mówiliśmy do tej pory o samym złamaniu. Teraz należy przyjrzeć się pacjentowi i wykonać klasyfikację MBC. Ten dziwny skrót jest niczym innym jak subiektywną oceną następujących czynników:

1. Mechanicznych – rozpatrujemy tu wszystkie czynniki mechaniczne, które miały wpływ na powstanie złamania, jak i te, które będą miały wpływ na jego wygojenie. Działanie jakiej siły spowodowało złamanie? Czy złamanie jest możliwe do odrowadzenia? Czy mechaniczne zalety rekonstrukcji przewyższają biologiczne wady wynikające z manipulacji odłamanami? Czy pacjent jest otyły, co znacząco zwiększa ryzyko przeciążenia implantu? Jakiej siły działają na kończynę i które siły powinny być wzięte pod uwagę w celu wzmocnienia stabilizacji? Jak stabilne będzie złamanie po jego rekonstrukcji?
2. Biologicznych – Z jaką siłą zadziałał czynnik, który spowodował złamanie oraz jak rozległe jest uszkodzenie tkanek? Czy mamy do czynienia z zakażeniem? W jakim stopniu możemy mieć uszkodzone naczynia krwionośne? W jakiej kondycji jest sam pacjent: czy ma inne choroby układowe (np. cukrzyca), w jakim jest wieku? W jaki sposób będzie przebiegał proces gojenia złamania (czy będzie to gojenie bezpośrednie czy pośrednie)?
3. Klinicznych (Clinical) – Jaki temperament ma pacjent, czy współpracuje z właścicielem i czy będzie chętnie poddawał się leczeniu pooperacyjnemu i rehabilitacji? Czy sam właściciel zwierzęcia będzie współpracował z lekarzem i wykonywał jego zalecenia?

Klasyfikację MBC możemy opisywać cyframi od 1 do 10 bądź kolorami

(*green, yellow, red*). Omawiając poszczególne składowe tej klasyfikacji, wyłapujemy wszystkie zagrożenia, które będą towarzyszyć podczas całego okresu leczenia, a które mogą popsuć jego efekt. Wyobraźmy sobie proste poprzeczne złamanie z minimalnym przemieszczeniem w połowie trzonu kości piszczelowej u szczeniaka rasy „najgrzeczniejszy pies świata” posiadającego „trudnego” właściciela, który jest daleki od współpracy z lekarzem w kwestii dalszego leczenia. Mimo że M i B określamy na *green*, to warstwę kliniczną określimy na kolor *yellow* bądź *red*. Nie jest niczym nadzwyczajnym wyobrazić sobie, że w toku braku współpracy z właścicielem doszło do konieczności amputacji takiej złamanej kończyny. Czy wcześniejsze uświadomienie sobie głównego problemu, jakim w tym przypadku był sam właściciel, nie spowodowałoby innego podejścia do problemu złamania?

Mimo że klasyfikacja jest czysto subiektywna, z czasem nabiera dużego znaczenia w całym procesie planowania i prowadzenia leczenia, uwidaczniając na początku kluczowe zagrożenia (5, 6).

Warunki do gojenia złamania

Aby warunki gojenia urazu były sprzyjające, często stabilizacja zewnętrzna w postaci opatrunku gipsowego jest niewystarczająca dla eliminacji mikroruchów kończyny, które występują pod takim opatrunkiem. Decydując się na interwencję chirurgiczną, musimy zadbać o:

1. Zapewnienie odpowiednich warunków biologicznych do gojenia podczas planowania dostępu.
2. Przywrócenie funkcji nośnej kości dla obciążenia.
3. Przywrócenie funkcji tkanek miękkich.
4. Uzyskanie akceptowalnego zachowania osi anatomicznej i mechanicznej kończyny.

W idealnych warunkach u osobnika dorosłego minimalny czas gojenia złamania określa się na 6 tyg., a okres powyżej 12 tyg. określa się jako powolny. Jednak pełna przebudowa kostna trwa nawet do roku.

Planując zabieg chirurgiczny, musimy wziąć pod uwagę dostęp, jaki

będzie od nas wymagany, aby zastosować daną technikę. Im mniej, mniej traumatyczny, tym lepiej z biologicznego punktu widzenia. W przypadku złamania prostego poprzecznego można uzyskać dokładne dopasowanie fragmentów złamania z wytworzeniem kompresji, czyli bardzo dużym zbliżeniem odłamów kostnych. W takim przypadku mówimy „look, but don't touch”. Chodzi o to, aby jak najdelikatniej i jak najdalej od miejsca przełomu manipulować fragmentami. Nie usuwać krwiaka, który tam powstał, nie traumatyzować tkanek, nie wprowadzać drobnoustrojów przez nadmierną i niepotrzebną manipulację. W przypadku złamań wieloodłamowych coraz większą popularnością cieszą się techniki MIPO (inna nazwa MIO), których założeniem jest brak ingerencji w miejsce złamania.

Stabilizacja, jaką zastosujemy, powinna być w stanie utrzymać ciężar zwierzęcia, zapewnić odpowiednią sztywność kończyny, jednocześnie jej nie przesztynniając. Wiemy, że kość ulega stałej przebudowie, która jest warunkowana siłami oddziaływującymi na kość w fizjologicznych warunkach. Właśnie takie środowisko musi zapewnić nasza stabilizacja. W przypadku stabilizatorów wewnętrznych osiąga się to poprzez dobranie odpowiedniej grubości i długości implantu. Powstało wiele tabel warunkujących rozmiar implantu w zależności od wagi pacjenta i miejsca, w którym ma być on umieszczony.

Przywrócenie funkcji tkanek miękkich w złamaniach trzonów kości długich jest o tyle istotne, że należy pamiętać, aby ich dodatkowo nie uszkadzać. Jednak w przypadku złamań obejmujących części dystalne kości, gdzie mamy do czynienia z kluczowymi przyczepami mięśniowymi, ich prawidłowe odprowadzenie i ustabilizowanie będzie kluczowe dla funkcjonowania tej kończyny.

Czasem złamania są na tyle skomplikowane, że uzyskanie pierwotnego kształtu kości jest niemożliwe. Musimy pamiętać wówczas, aby zastosowana przez nas stabilizacja nie zaburzała osi kończyny i nie powodowała dodatkowych anomalii. Należy szczególnie zwracać uwagę na wzajemne

ułożenie przeciwnych stawów i to, jak one funkcjonują (4-7).

Planowanie przedzabiegowe

W planowaniu przedzabiegowym, po wykonaniu klasyfikacji MBC, wykonaniu diagnostyki obrazowej wybieramy metodę, która jest uznana przez nas za najlepszą pod względem zapewnienia optymalnych warunków gojenia. To określamy jako plan A. Następnie należy przygotować w taki sam sposób plan B oraz plan C, które różnią się przede wszystkim koncepcją łączenia kości z implantem. Głównym zagrożeniem śródoperacyjnym jest wystąpienie niedających się przewidzieć trudności, które uniemożliwiają nam wykonanie założonego planu zabiegu. Mówimy tu zarówno o możliwości wykonania prawidłowego dostępu, wytrzymałości kości i dostępnej ilości korówek kostnych do prawidłowego zamocowania wkrętów, wpływie implantu na tkanki miękkie. Plan alternatywny musi umożliwić nam wykonanie zabiegu w chwili, gdy plan główny zawodzi. W zależności od stopnia skomplikowania urazu jako alternatywę dla wcześniej planowanego dojścia małoinwazyjnego możemy rozważać wykonanie pełnego dostępu, założenie stabilizatora zewnętrznego jako alternatywę dla płyty AO czy w skrajnych przypadkach – amputację kończyny zamiast próby jej ratowania. Po przeanalizowaniu dostępnych możliwości leczenia konieczne jest omówienie planu A, B i C z właścicielami zwierzęcia. Takie postępowanie ułatwi wdrożenie leczenia, późniejszy kontakt z właścicielami w razie wystąpienia komplikacji oraz umożliwi prawidłową wycenę zabiegu, mając istotny wpływ na planowanie budżetu leczenia, co często jest czynnikiem decydującym.

Na podstawie wcześniej wykonanych prawidłowych radiogramów kości złamanej oraz kości przeciwległej kończyny należy przygotować i uformować wstępnie kształt implantu potrzebny podczas zabiegu. W przypadku zespołów płytowych dla płyt grubego przekroju, możemy wykorzystać prasy do formowania kształtu płyty, co eliminuje kłopot ze sterylizacją tak dużych narzędzi jak

prasa. Dodatkowo wcześniej wygięta płyta ukaże ewentualne jej wady bądź wyeliminuje źle dobraną długość implantu.

Coraz częściej w planowaniu przedzabiegowym pomoc niosą aplikacje pracujące w standardzie DICOM, które zawierają bazę implantów różnych europejskich producentów, a które w sposób wirtualny umożliwiają zaplanowanie i przesłanie zabiegu chirurgicznego. Wadą tych rozwiązań jest ich komercyjny charakter (5, 6).

Podsumowanie

Zrozumienie, że zabieg chirurgiczny wykorzystujący którąś z technik jest tylko jednym z elementów leczenia, jest kluczowe do osiągnięcia sukcesu w ortopedii. Po zapoznaniu się z głównymi aspektami leczenia złamań, w następnym artykule zostaną opisane zasady osteosyntezy płytowej.

Piśmiennictwo

1. Kapler M., Dycus D.: *Diagnosing Fractures & Choosing a Fixation Technique*. [In:] In Tobias K.M., Johnston S.A. (eds): *Veterinary Surgery: Small Animal*. 1st ed., Philadelphia, Elsevier, 2012.
2. Unger M., Montavon P.M., Heim U.F.A.: *Classification of Fractures of Long Bones in the Dog and Cat: Introduction and Clinical Application*. „Vet Comp Orthop Traumatol”, 1990, 3 (2), 41-50.
3. Gemmill T.J., Clements D.N.: *BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management*. 2nd ed., BSAVA Publishing, Gloucester, UK 2016, 7-11, 20-36.
4. Gemmill T.J., Clements D.N.: *Abercromby R Perioperative assessment of the fracture patients*, [In:] *BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management*. 2nd ed., BSAVA Publishing, 2016, 49-54.
5. Johnson A.L.: *Fundamentals of Orthopaedic Surgery and Fracture Management*. [In:] Fossum T.W.: *Small Animal Surgery*. 4th ed. Elsevier Publishing, 2013, 1055-1058.
5. AO Foundation: *Manual of Principles of Small Animal Fracture Management*. Warszawa 2018.
6. AO Foundation: *Manual of Advanced Techniques in Small Animal Fracture Management*. Warsaw 2019.
7. DeCamp Ch.: *Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. 5th ed. 2015, 24-152.

Lek. wet. Michał Nowicki
Vet4Pet Klinika Weterynaryjna
ul. Grenadierów 9/1, 04-052
Warszawa