

УДК 619: 617.3: 617-089.844

Артемьев Дмитрий Алексеевич, к.в.н., доцент кафедры «Болезни животных и ВСЭ» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, Россия, г. Саратов

Козлов Сергей Васильевич, д.в.н., профессор кафедры «Болезни животных и ВСЭ» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, Россия, г. Саратов

Клоков Владимир Сергеевич, обучающийся 5 курса, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, Россия, г. Саратов

Бугаенко Дмитрий Алексеевич, обучающийся 5 курса ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, Россия, г. Саратов

ФАКТОРЫ КОНСОЛИДАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ СОБАК И КОШЕК

Аннотация: Сращение переломов – существенный физиологический процесс, определяющий качество жизни, а также выживание. Не заращение перелома определяет существенные ограничения функции опорно-двигательного аппарата.

Сформировавшиеся после переломов деформации благодаря не анатомической репозиции костных отломков, например, сокращение или искривление конечности, определяют выраженные ограничения биомеханических движений и возможностей.

Конечная цель – консолидирование перелома с полным возвращением прочности кости, как до перелома. Достаточно уникальный биологический и физиологический процесс, существенно продолжительный по времени.

В данном обзоре приводятся имеющиеся данные по консолидации переломов собак и кошек, где рассматриваются аспекты, связанные с классическим, первичным заживлением, а также что влияет на скорость сращения.

Ключевые слова: кость, перелом, первичное заживление, костная мозоль, первичная гематома, стабилизация, репозиция, дистальный и проксимальный отломки, остеосинтез.

Abstract: The union of fractures is an essential physiological process that determines the quality of life, as well as survival. Non-closure of the fracture determines significant limitations in the function of the musculoskeletal system.

Deformities formed after fractures due to non-anatomical reposition of bone fragments, for example, reduction or curvature of a limb, determine pronounced limitations of biomechanical movements and capabilities.

The ultimate goal is to consolidate the fracture with full return of bone strength as before the fracture. Quite a unique biological and physiological process, significantly long in time.

This review summarizes the available data on fracture consolidation in dogs and cats, looking at aspects related to classic, primary healing and what affects the rate of healing.

Keywords: bone, fracture, primary healing, callus, primary hematoma, stabilization, reposition, distal and proximal fragments, osteosynthesis.

Введение

Период восстановления после перелома бывает достаточно длительным и не всегда успешным: насколько быстро и правильно срастутся поврежденные кости, зависит от многих факторов. В числе последних – особенности организма, тип перелома, а также поведение пациента после травмы. Знание классического и первичного заживление костей, а также что влияет на скорость консолидации очень важно для практикующих ветеринарных врачей, так как будет правильно выбран метод остеосинтеза у животных.

Классическое заживление перелома

Перелом костей сопровождается травматизацией окружающих мягких тканей с образованием первичной гематомы. В данной гематоме фокусируется

большое число химических медиаторов, высвобождающихся из дистального и проксимального отломков кости (костный морфогенетический протеин, КМП) и прилегающих тканей [3; 4; 5; 6; 7; 8].

При процессе свертывания крови запускается активация каскада комплемента, благодаря которому происходит транспортировка воспалительных клеток в область перелома, что в свою очередь, трансформирующихся в интерлейкины [1; 4; 7; 8].

Образуются простагландины, все тромбоциты, входящие в гематому являются ценным источником фактора роста (трансформирующий фактор роста, ТФР-В). Данные химические медиаторы катализируют процесс митоза, дифференциацию стволовых (мезенхимальных) клеток, а также процесс васкуляризации (ангиогенеза) [3; 5; 6].

Надкостница и эндоост является источником клеток и васкуляризации, также имеется и внескостное поступление от травмированных окружающих мягких тканей. Внутри первичной гематомы, фибрин является поддерживающей тканью в зоне перелома и пунктом внедрения кровеносных сосудов с мезенхимальными клетками [1; 2; 6; 13].

Следует отметить, ранней ответной реакцией организма на трещину костной структуры или перелом является секвестрация концов кости. Это характеризуется лишением внутреннего и внешнего кровоснабжения, также формированием и увеличением диастаза (ступенька) между дистальным и проксимальным отломками, что приводит к уменьшению напряжения располагающихся там тканей. В кратчайшие сроки, 1-2 дня после повреждения, происходит процесс пролиферации мезенхимальных клеток эндооста и надкостницы, контактирующие с сформировавшейся гематомой [3; 4; 7; 8].

Данная пролиферация является результатом физико-химических и биологических факторов. Факторами роста, также становятся клеточные структуры ответственные за физическое отслоение и секвестрацию эндооста и надкостницы. После воздействия медиаторов со сгустком возникает ангиогенез происходящий от костномозгового канала, надкостницы и вне костных тканей.

Мезенхимальные клетки распределяются на фибробласты и хондробласты (остеобласты) [6; 13].

При соблюдении факторов компрессии и кислородного обогащения данной области эти клетки преобразуются в остеобласты, что оперативно формирует костную мозоль. Если условия стабилизации и кислородного потенцирования менее благоприятны, то остеобласты не выживают и мезенхимальные клетки трансформируются с хондробласты, формирующие гиалиновый хрящ с последующей минерализацией и эндохондральным окостенением [4; 7; 8].

Если ткани под постоянным напряжением (отрывной перелом), мезенхимальные клетки трансформируются в фибробласты, формируя фиброзную структуру. Фиброзная ткань внутри диастаза формирует барьер (ложный сустав), препятствующий консолидации. Так же есть дифференциация костных мозолей, сформированных от внедренных мезенхимальных клеток, их делят на экзомозоль (формирующаяся из надкостницы) и эндомозоль (формирующаяся из эндооста). В первые 2 недели диастаз заполняется перекрывающей мозолью, образуемая от костных тканей, формирующих спайку концов травмированной кости синергируя с гиалиновым хрящом [3; 6].

При относительной стабильности отломков образуется утолщенная мозоль, что снижает кислородное потенцирование в данном участке. При абсолютной стабильности и адекватном ангиогенезе консолидация происходит в течении 6 недель, при неблагоприятных факторах требуется больше времени (6 и более месяцев) [3; 6].

Имеется пропорция, чем нестабильнее перелом, тем значительнее будет костная мозоль, что влечет к перераспределению и уменьшению нагрузки в этом участке ниже максимального, к которому готовы располагающиеся там клетки. При перекрытии костного дефекта, костная мозоль уплотняется и перестраивается в кость с компактным веществом благодаря остеобластам на трабекулах, замуровывая пространство между ними. Благодаря режущему конусу, сформированного остеокластами, происходит перестройка мозоли, при

этом формируются туннели через компактное вещество, а после они концентрически располагаются до возникновения гаверсовых систем.

Исходя из закона Вольфа, дальнейшая перестройка мозоли выравнивается с последующим формированием первоначальной формы кости. Скорость и время зависит от возраста и выполняемой нагрузки. Алгоритм изменений при проведении консервативного лечения и при репозиции закрытым способом, с установлением внешней фиксации стабильного перелома, тот же самый [6].

Первичное заживление кости

При анатомической репозиции и создании абсолютной стабильности перелом консолидируется без осложнений и формирования внешней мозоли. Для этого необходимо проксимальный и дистальный отделы точно совместить и создать необходимую компрессию между ними. При этом происходит перестройка с учетом активной работы режущего конуса с созданием новых остеонов, располагающихся поперечно линии перелома [1; 2; 3; 9; 10; 14].

При создании заполненных туннелей поперек линии перелома проксимальный и дистальный участки кости окончательно соединены между собой. Если диастаз менее 1 мм, с созданием абсолютной стабильности, щель заполняется костными пластинами (заживление щелей), формирующиеся перпендикулярно продольной оси кости. Даже если диастаз быстро заполняется данные участки являются слабыми местами, данная проблема исчезает после полной перестройки кости с приобретением первоначального строения [3; 6].

При «первичном заживлении» есть преимущество перед «классическим заживлением» и определяется это в приобретении большей стабильности, в короткие временные сроки, костных фрагментов со способностью переноса нагрузки через всю кость как единое целое. Это характеризует ускоренное восстановление и возвращение функционирование конечности в процесс сращения. Недостатком является время на процесс перестройки, а возможные имплантаты и аппараты, необходимые для стабилизации зоны перелома, не могут быть удалены быстро. Консолидация данным вариантом происходит в

течении пары месяцев, а после удаления имплантатов, есть возможность повторного перелома, так как соединение отломков, на первых этапах, достаточно хрупкое [3; 11; 14].

Следует отметить, что при точечной репозиции и уверенной стабилизации отломком, разными способами, предполагая отсутствие образования мозоли, на практике встречаются несущественные мозоли. Это объясняется механической травматизацией надкостницы или эндооста, чаще встречающиеся у молодых организмах [3; 11; 15].

Преимущество определяется возвращением конечности к ее функционированию, что не способствует развитию патологических состояний: тугоподвижности суставов, контрактуры, мышечных атрофий, адгезий окружающих мягких тканей, остеопороза [3].

Скорость заживления переломов

Скорость консолидации у мелких животных зависит от факторов: вида поврежденной кости; типа перелома по классификации AOVET; возраста пациента; метода лечения; других системных заболеваний [6; 9; 10; 12].

Следует помнить, что простые и не осложненные переломы, такие как поперечные, с нарушением кровоснабжения фрагментов также будут заживать медленно.

Оскольчатые и многооскольчатые переломы срастаются медленнее из-за относительной стабильности каждого отломка по отношению друг к другу и сниженному ангиогенезу и кровообращению фрагментов.

Переломы в области эпифизов и метафизов консолидируются быстрее, чем переломы диафиза благодаря усиленному кровоснабжению губчатого вещества и развитой врожденной клеточной активности [3].

Консолидация сильно замедляется при присутствии инфекционных агентов (открытые переломы) или если перелом возник в больных костях (патологический перелом), или иммуноопосредованных патологиях. Также сращение костей может отсрочиться из-за конкурентных или системных

заболеваний: гипердренокортицизм (болезнь Кушинга), хроническая болезни почек или вторичный гиперпаратиреоз [3; 9; 10].

У молодых пациентов первичное сращение с последующей перестройкой зоны перелома происходит быстрее, чем у сформировавшихся или возрастных.

На скорость сращения любого вида перелома оказывает выбранный метод остеосинтеза, что определяется большей степенью тем, способствует ли он классическому заживлению, первичному заживлению или внеочаговому остеосинтезу [6; 9; 10].

Brinker (1978) определил клиническую консолидацию как время в течении сращения, зависящая от выбранного метода фиксации костных отломков. Он составил таблицу (табл.1), взяв за основу среднее время, необходимое для клинического сращения при простом переломе у собак, в зависимости от метода фиксации перелома и возраста [6].

Таблица 1. Время достижения клинического сращения (1978)

Возраст животного, мес.	Внешнее приспособление, накостный фиксатор, интрамедуллярная спица	Фиксационная пластина
Младше 3	2-3 нед.	1 мес.
3-6	4-6 нед.	2-3 мес.
6-12	5-8 нед.	3-5 мес.
Старше 12	7-12 нед.	5-12 мес.

Заключение

Подводя итоги следует сказать, что перестройка костной мозоли выравнивается с последующим формированием первоначальной формы кости. Скорость и время консолидации прямо пропорционально зависит от возраста и выполняемой нагрузки.

При «первичном заживление» есть преимущество перед «классическим заживлением» что определяется в приобретении большей стабильности.

Недостатком является время на процесс перестройки, а возможные имплантаты и аппараты не могут быть удалены быстро.

Скорость консолидации у мелких животных зависит от факторов: вида поврежденной кости; типа перелома по классификации АОУЕТ; возраста пациента; метода лечения; других системных заболеваний.

Библиографический список:

1. Анатомия собаки и кошки (Колл.авторов) / Пер. с нем. Е. Болдырева, И. Кравец. – 2-е изд., испр. – М.: Аквариум Принт, 2014. – 580 с.

2. Анатомия и физиология животных PDF / Зеленецкий Н.В, Васильев А.П., Логинова Л.К. - 2-е изд. — М.: ИЦ Академия. - 2009. — 464 с.

3. Анников, В.В. Анатомо-хирургические аспекты оптимизации репаративного остеогенеза трубчатых костей в условиях внешней фиксации аппаратами стержневого типа [Текст]: дис... докт. вет. наук: 16.00.05; 16.00.02: защищена 12.05.2006 / Анников Вячеслав Васильевич. - Саратов, 2006. - 309 с.

4. Болаташвилли, И.Ф. Влияние артериальной и венозной недостаточности на сращение переломов длинных трубчатых костей / И.Ф. Болаташвилли // Хирургия. 1985- № 5-С. 72 - 74.

5. Ватников, Ю.А. Организация репаративного остеогенеза животных. Экспериментальные и клинические исследования: Монография. / Ю.А. Ватников. - М.: 2004. - 146 с.

6. Денни Хемис Р. Ортопедия собак и кошек/ Денни Хемис Р., Баттервоф Стивен Дж.// Пер. с англ. М. Дорош и Л. Евелева. – М.: ООО «Аквариум – Принт», 2007. – 696 с.

7. Дубров, Я.Р. Васкуляризация костной мозоли при первичном заживании диафизарного перелома / Я.Р. Дубров, Г.А. Оноприенко // Ортопед, травматолог, и протезир. 1971. - № 2.-С. 16-20.

8. Лаврищева, Г.И. О первичном сращении костей при диафизарных переломах в различных условиях внутрикостной циркуляции / Г.И. Лаврищева, Г.А. Оноприенко // Ортопед, травматолог, и протезир. 1985. - № 9. - С. 1-4.

9. Р. Латорре, Ф. Гил, С. Климент, О. Лопес, Р. Хенри, М. Айяла, Г. Рамирес, Ф. Мартинес, Ж. Варкес. Иллюстрированный атлас оперативных доступов к костям и суставам собак и кошек. Грудные и тазовые конечности / перевод и научная редакция Е.А. Васильева, И.Ф. Вилковыский, С.Б. Селезнев. – М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2019. – 272 с.

10. Мортелларо К.М., Петаццони М., Веццони А. Ортопедия собак. Атлас «ВОА». Диагностический подход с учетом породной предрасположенности. – Пер. с итальянского А. Кухарской / Под редакцией И. Вилковыского. – М.: Издательство Аквариум, 2017. – 104 с.

11. Самошкин, И.Б. Репаративная регенерация костной ткани у собак / И.Б. Самошкин // Ветеринария 1996. - № 11.1. С. 49.

12. Хаултон, Джон Э. Ф. Травматология собак и кошек / Д. Э. Ф. Хаултон, П. М. Тейлор; [пер. с англ. И. и Ю. Суровцевых]. - Москва: Аквариум, 2016. - 207 с.

13. Carter, D.R., Spengler, D.M. (1982) Biomechanics of fractures. In Bone in Clinical Orthopedics (ed. G. Sumner-Smith). W.B. Saunders, Philadelphia, PA.

14. Durall, I. (1996) Early experience with the use of an interlocking nail for the repair of canine femoral shaft fractures. Veterinary Surgery, 25, 397-406.

15. Langley-Hobbs, S.J., Carmichael. (1997) External skeletal fixation for stabilization of comminuted humeral fractures in cats. Journal of Small Animal Practice, 38, 280 – 85.