

НАНОСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФИКСАТОРОВ И КОСТНОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ОСТЕОСИНТЕЗА

Н.В. Сахно

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»

Ключевые слова: *остеосинтез, металлические фиксаторы, костная мозоль*

В статье автор приводит наноструктурные дефекты отдельных металлических фиксаторов до остеосинтеза. Кратность увеличения этих дефектов после нахождения в костномозговом канале трубчатой кости по истечении 45 суток составила от 6,8 до 16,4 раза, что в свою очередь привело к структурной неполноценности костной мозоли. Это указывает на необходимость применения новых металлов и сплавов для остеосинтеза, а также разработки новых способов остеосинтеза, отличающихся минимальным контактом фиксаторов с костью при сохранении их фиксирующей способности.

В период интенсивного становления оперативного соединения отломков костей и выбора материала для их фиксаторов, изготовленных из различных металлов и сплавов, учитывали их устойчивость к коррозии и частичному разрушению [3, 5]. В настоящее время уделяется большое внимание малоинвазивным способам остеосинтеза и инертности металлических фиксаторов для остеосинтеза к биологическим тканям животных [1, 7]. По нашему мнению объективную оценку состояния, как имплантантов, так и биологических тканей после остеосинтеза можно дать при анализе их структуры на наноуровне, проводимом как общеизвестно при изучении различных веществ размером до 100 нм, хотя бы в одном из трех измерений [2, 6].

Материалы и методы. Исследования проводили на базе ветеринарного диагностического центра и Инновационного научно-исследовательского испытательного центра Орел ГАУ. С использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM – 1000 проведен анализ микроструктуры поверхности стержня Богданова для интрамедуллярного остеосинтеза размером 200x2,5x1 мм из нержавеющей стали специального сплава марки 316 L до его использования, и после нахождения в течение 45 суток в костномозговом канале бедренной кости кошки после спонтанного поперечного перелома. Качество фиксаторов изучали в низковакуумном режиме Standart Mode (стандартные условия для промышленных образцов) при зазоре 1,0 мм между верхней частью исследуемого образца и верхней частью шахты под столик с образцом. Изучено также состояние костной мозоли, как после применения стержня Богданова, так и после остеосинтеза двумя наконечными проволочными серкляжами с ограниченным контактом с костью [4] у собак и кошек (n = 10) при косом переломе большеберцовой кости под углом 12° к ее длинной оси. Сканирование поверхности биоптата костной мозоли проводили без специальной пробподготовки, как в режиме Standart Mode, так и при условиях снижающих накопление заряда - Charge-Up Reduction Mode.

Результаты исследований и обсуждение. При сканирующей электронной микроскопии поверхности стержня Богданова после снятия заводской смазки в целом установлены однородность структуры и отсутствие наслоений. Однако на отдельных участках изделия выявлены поперечные деформации длиной от 2,2 до 3,8 мкм зонами выдавливания сплава (микрофотографии 1 а, б), чему могли способствовать дефекты в форме под изделие или нарушение технологии его изготовления.

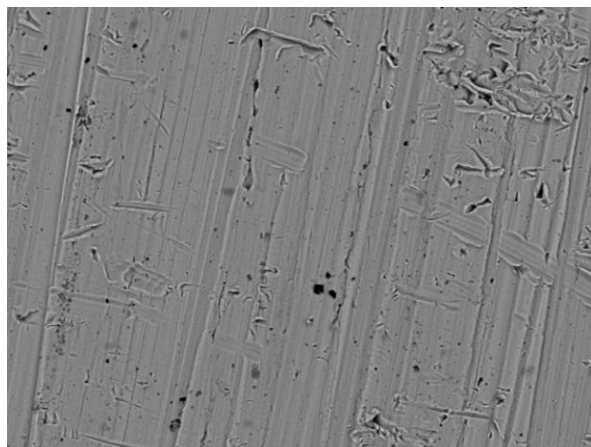
Например, не соблюдение выдержки изделия после формовки до его полного остывания перед перемещением по конвейеру. Возможно, по этой же причине отмечено наличие продольных бороздок шириной 0,10-0,30 мкм (или 100-300 нм) по всей длине стержня. Выявлены также зоны (поры), не заполненные металлом, диаметром от

0,10 мм до дефектов размером 0,62х1,07 мм - возможно места занятые пузырьками воздуха при формовке изделия. Все это снижает инертность фиксатора. Представленная картина предполагает более высокие требования к изготовлению металлических изделий для остеосинтеза, именуемых малоконфликтными или даже инертными к тканям.

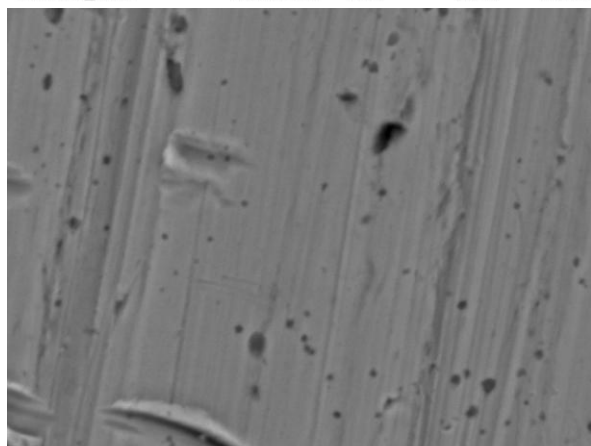
Выявленные дефекты могут способствовать достижению жесткости остеосинтеза за счет профилактики миграции интрамедуллярного фиксатора в послеоперационный период из кости. Однако гладкий фиксатор при его удалении из кости после консолидации отломков нанесет меньшую травму вновь сформированным сосудам и тканям в медуллярной полости. Необходимой стабильности гладкого фиксатора можно достичь по данным ряда авторов соблюдением требований к диаметру перфорационного отверстия в эпифизе трубчатой кости или его поперечным стопорением [3, 5].

После удаления из травмированной кости стержня Богданова через 45 суток после остеосинтеза выявили значительные нарушения в однородности его поверхности (микрофотографии 2 а, б).

Были обнаружены поперечные трещины и изломы длиной до 16,40 мм и шириной до 6,80 мм в углублениях которых расположены фрагменты металлического фиксатора размером от 0,43х0,75 мм до 2,34х6,17 мм, не связанные с самим изделием. Выявленные нарушения в структуре стержня Богданова формировались из уже имеющихся после изготовления у него дефектов, и кратность их увеличения после его эксплуатации составила от 6,8 до 16,4 раза.

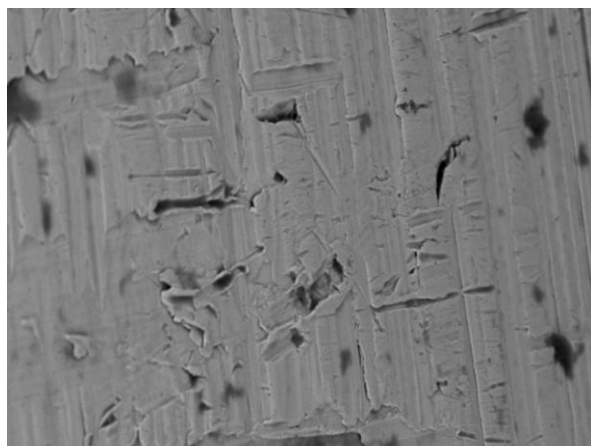


TM-1000_0090 2008.10.10 15:17 x2,0k 30 um

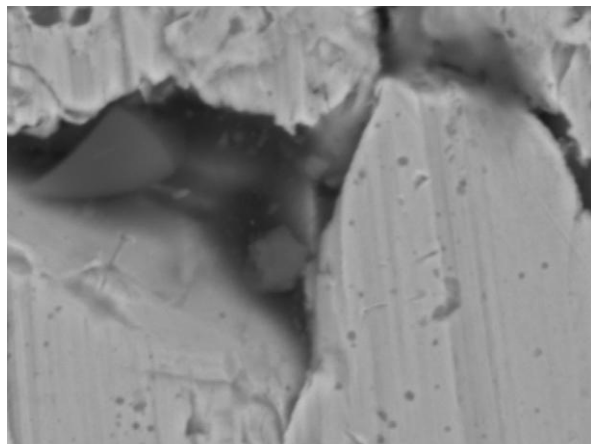


TM-1000_0091 2008.10.10 15:23 x10k 10 um

Микрофотография 1. Поверхность нового стержня Богданова (а - 2000-кратное, б - 10000-кратное увеличение)



TM-1000_0088 2008.10.10 14:41 x2,0k 30 um



TM-1000_0087 2008.10.10 14:35 x10k 10 um

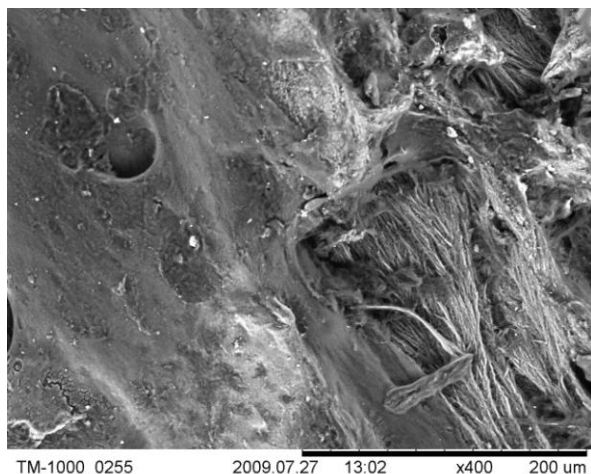
Микрофотография 2. Поверхность стержня Богданова по истечении 45 суток после остеосинтеза (а - 2000-кратное, б - 10000-кратное увеличение)

Не исключено формирование дефектов в структуре имплантанта в месте деформаций образовавшихся при проведении остеосинтеза. Относительно этого следует выделить: удержание фиксатора в ходе операции металлическими инструментами (необходимо оснащение рабочей части их захватов покрытием из твердой рези-

ны); продвижение металлического фиксатора в костномозговой канал ударами молотка для остеосинтеза, провоцирующее деформацию имплантанта относительно продольной оси и сплющивание его заостренного конца; принятие анатомической кривизны кости неконгруэнтным имплантантом; скусывание избытка фиксатора выступающего из кости; продвижение фиксатора через толщу одного из эпифизов травмированной кости, не исключающее образование продольных микроцарапин. Последние могут быть спиральными при вращении круглого в поперечнике фиксатора (спицы), продвигаемого в просвет трубчатой кости при помощи дрели. Износу фиксатора способствует также раннее включение травмированной конечности животными в послеоперационный период в функцию опоры и передвижения, вызывающее дополнительную его нагрузку и деформацию.

Выявленные отличия между состоянием металлического фиксатора до использования и после его извлечения из кости указывают на выраженную конфликтность между имплантантом и биологическим объектом. Степень этих противоречий, возможно, зависит от видовых, индивидуальных особенностей организма и от его физиологического состояния.

Относительно состояния костной мозоли на 45 сутки после контакта с анализируемым стержнем Богданова установлена ее структурная неполноценность. На сканирующей электронной микрофотографии регенерата бедренной кости кошки со стороны эндоста (микрофотография 3) еще прослеживается неполная насыщенность вновь сформированной костной ткани солями.

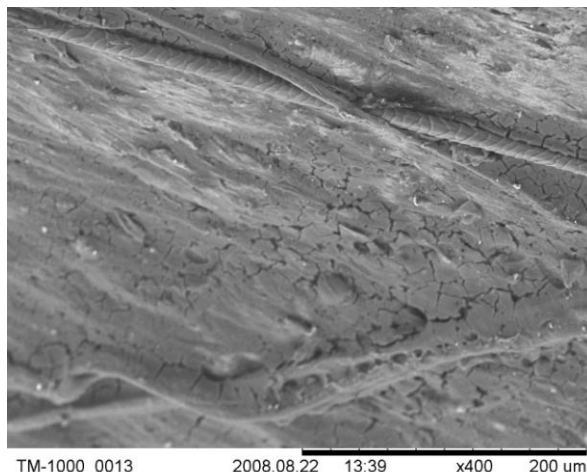


TM-1000_0255 2009.07.27 13:02 x400 200 um

Микрофотография 3. Поверхность эндоста костного регенерата бедренной кости кошки на 45 сутки после остеосинтеза стержнем Богданова при поперечном переломе - 500-кратное увеличение

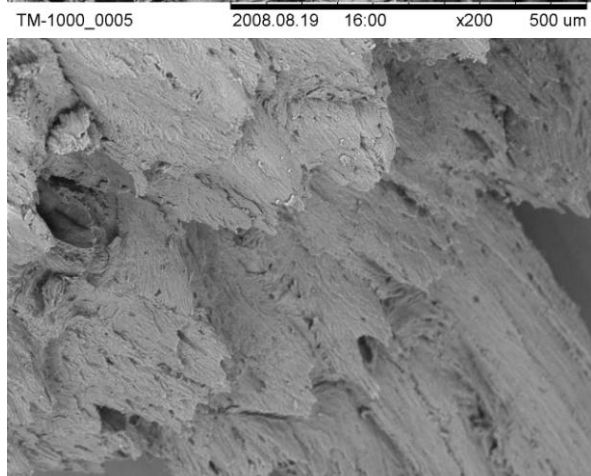
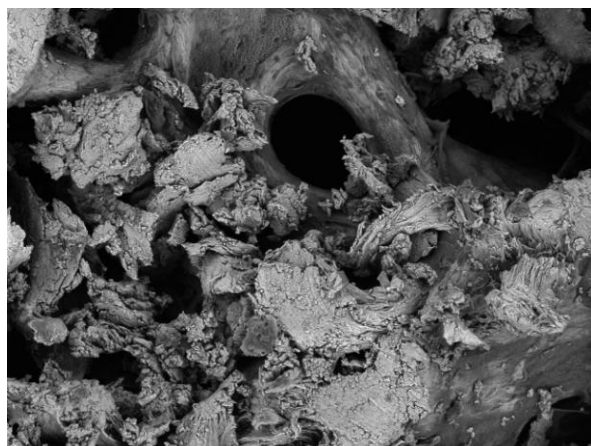
Фрагменты соединительнотканной мозоли сохранены, и в большей мере выделяются в правой части микрофотографии. В целом к 45 дням регенерат претерпел заметную органотипическую перестройку, что указывало на завершающую стадию компенсаторных процессов организма относительно агрессии продуктов разрушения фиксатора. Очевидно, что высокая степень негативного воздействия продуктов разрушения металлического фиксатора на окружающие ткани присуща более ранним срокам после остеосинтеза. Поэтому необходимо рассмотрение возможности коррекции и дополнения общепринятой послеоперационной терапии.

При сканировании поверхности биоптата костной мозоли кошек на 45 сутки после циркулярной накостной иммобилизации отломков при косом переломе большеберцовой кости проволокой с ограниченным контактом установлено, что такая фиксация отломков способствовала сохранению кровеносных сосудов надкостницы (микрофотография 4). Диастаз между отломками заполнен вновь образованной костной тканью.



Микрофотография 4. Поверхность надкостницы костного регенерата большеберцовой кости кошки на 45 сутки после циркулярной накостной иммобилизации отломков проволокой с ограниченным давлением при косом переломе - 400-кратное увеличение

Интересна организация костного регенерата на отдельных его участках в более поздние сроки наблюдения, а именно на 60 и 180 сутки после оперативного вмешательства. У собак после применения циркулярных серкляжей при косом переломе большеберцовой кости выявили высокую результативность остеоваскуляризации, что отразилось в ранних сроках оссификации отломков как в зоне губчатой костной ткани на 60 сутки после остеосинтеза (микрофотография 5 а), так и пластинчатой кости на 180 сутки наблюдения (микрофотография 5 б). К 180 суткам после остеосинтеза в регенерате заметных структурных отличий относительно интактной кости не выявлено.



Микрофотография 5. Поверхность костного регенерата большеберцовой кости собаки на 45 сутки после циркулярной накостной иммобилизации отломков проволокой с ограниченным давлением на надкостницу при косом переломе (а – губчатая костная ткань, б - пластинчатая костная ткань) - 200-кратное увеличение

Примененная накостная иммобилизация отломков трубчатых костей в отличие от интрамедуллярной создает такие условия, при которых в формировании регенерата принимали участие эндо-, ин-

тра- и периостальные структуры кости. Это оправдывает выбор способов остеосинтеза характеризующихся расположением фиксатора на удалении от места повреждения кости.

Заключение. Во избежание повреждений поверхности металлических фиксаторов для остеосинтеза, изготовленных даже из более инертных сплавов (например, титановые сплавы марки ВТ -3-1, ВТ – 5, ВТ – 16, молибденхромоникелевые сплавы и др.), необходимы индивидуальные упаковки для транспортировки и хранения. Для сокращения числа послеоперационных осложнений необходимо исключить повторное использование фиксаторов, которое кроме снижения их инертности к биологическим тканям может привести к усталостному разрушению фиксатора с последующей его деформацией и даже к его перелому. Для предупреждения структурной неполноценности костной мозоли и соответственно запоздалой консолидации отломков следует по возможности оптимально удалять фиксатор от места травмы кости и исключать введение металлических фиксаторов или даже их части в костномозговой канал совмещенных отломков трубчатых костей.

Библиографический список:

1. Майоров А. И. Болезни собак : Справочник. – М. : Колос, 2001. –С. 237-261.
2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. - М.: Машиностроение. 2007. - 496 с.
3. Охотский В.П. Интрамедуллярный остеосинтез массивными металлическими штифтами. - М.: Медицина, 1988. -С. 22-31.
4. Сахно Н. В. Применение проволоки с ограниченным контактом для восстановления целостности трубчатых костей при косых переломах / Российский ветеринарный журнал. - 2006. - № 2. – С. 31-34.
5. Ткаченко С.С. Остеосинтез. -Л.: «Медицина», 1987. -272 с.
6. Федоренко В. Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. Науч. аналит. обзор. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 96 с.

7. Wanivenhaus G. Paraossare Klammer -Cerclage- Stabilisierung: eine biologische Osteosynthesemethode Wien. Tierarztl. Mschr., 2001. - lg. 88. - H. 5. - S. 123.

УДК [615.811.2:616.717-001.5-089.227.84-003.93]-092.9

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ОСКОЛЬЧАТЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ТАЗОВЫХ КОНЕЧНОСТЕЙ СОБАК МЕТОДОМ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА В СОЧЕТАНИИ С ГИРУДОТЕРАПИЕЙ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

М.А. Степанов, кандидат ветеринарных наук,
тел. 8(3522) 41-52-27, m-stepanov@mail.ru;
Е.Н. Горбач, кандидат биологических наук,
тел. 8(3522) 41-52-27, gorbach.e@mail.ru; **Ю.О. Якиманская**
ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова
Минздравсоцразвития», г. Курган

Ключевые слова: гирудотерапия, травматический перелом, чрескостный остеосинтез, рентгенография, репаративная регенерация костной ткани.

Исследованы рентгеноморфологические особенности костного регенерата 42 собак при лечении оскольчатых переломов методом чрескостного остеосинтеза, дополненного гирудотерапией. Установлено, что метод гирудотерапии способствует снятию посттравматического отека, развитию капиллярного русла и стимуляции остеогенеза.

Введение. Высокая степень механизации различных сфер деятельности, увеличение техногенных и стихийных катастроф, интенсивности движения транспортных средств, приводят к усугублению тяжести получаемых травм человека и животных [1, 2]. Диафизарные переломы костей голени составляют 11,3-41,2% от повреждений костей скелета [2,3], в связи с чем, поиск новых подходов, со-