

ВНУТРИКОСТНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МИННО-ВЗРЫВНЫХ ОТРЫВОВ ГОЛЕНИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОПЫТ ПРИЖИЗНЕННОГО ОКРАШИВАНИЯ КОСТЕЙ)

Н.Ф. Фомин, Х. Леманн

*Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова,
начальник – академик РАМН, д.м.н. профессор Б.В.Гайдар
Санкт-Петербург*

Введение

Выбор уровня опиления костей при ампутациях у пострадавших с минно-взрывными отрывами и размозжениями конечностей часто становится трудной задачей из-за большой протяженности и неравномерности местных и сегментарных повреждений, сложной архитектоники взрывных ран. Среди дополнительных средств и способов прижизненной визуализации первичного некроза тканей, которые можно использовать для этих целей, наше внимание своей простотой и надежностью привлек способ окрашивания живых тканей нейтральными красителями.

При попадании в сосудистое русло препараты типа димифена голубого (дисульфид блу, бромфеноловый синий, патент блу и др.) проникают лишь в те области, где сохраняются транскапиллярный обмен и микрогемодинамика и окрашивают их в голубой цвет. Участки тканей с «блоком» микроциркуляции сохраняют естественный цвет на протяжении не менее 1,5 часов, после чего также прокрашиваются, но уже за счет физических процессов диффузии. Иными словами, существует некоторый промежуток времени, в течение которого окраска тканей напрямую связана с сохранением в них дыхания и кровообращения. По данным литературы, внутривенное введение 10% раствора димифена голубого успешно использовалось при определении глубины и площади ожогов, границ контузионных очагов головного мозга, территории гнойной инфильтрации ткани легкого и с другими целями [1, 4 – 7]. Еще большую эффективность представляют внутриартериальные инъекции препарата, дающие более интенсивную регионарную окраску и минимальное общее окрашивание тела больного [3], которое в данном случае рассматривается как недостаток метода.

Цель настоящего исследования – изучение возможностей определения границы необратимых изменений в костях при моделировании минно-взрывных отрывов голени путем внутриартериального введения раствора димифена голубого.

Материал и методы

На 11 крупных беспородных собаках в условиях глубокого промедолово-гексеналового наркоза моделировалось минно-взрывное ранение подрывом фугасного заряда пластита массой 100,0 г, размещенного под скакательным суставом. При постановке опытов, обследовании и содержании животных строго соблюдали требования Приказа МЗ РФ № 267 от 19.06.2003, регламентирующего общие условия проведения подобного вида работ.

Благодаря интенсивному общему лечению, животные выживали, несмотря на развивавшийся у них тяжелый контузионно-коммоционный синдром. Ампутацию конечности не производили. Взрывную рану рыхло тампонировали спиртовыми компрессами, предупреждая развитие раневой инфекции. Заживление культи голени наступало в течение месяца после самопроизвольного отторжения некротизированных тканей.

Перед выведением животных из опыта (от 1 часа до 1 месяца после подрыва) пунктировали бедренную артерию на уровне паховой связки на стороне повреждения и медленно (30 – 40 сек) вводили 8 – 10 мл 3 – 4% раствора димифена голубого производства Рижского НИИ органического синтеза АН Латвийской ССР [1, 2].

По выведению животных из опыта конечность на стороне травмы фотографировали, подвергали обзорной рентгенографии и затем послойно препарировали. Для гистологических исследований выпиливали костные блоки, отмечая характер местных изменений, а также результаты прижизненной окраски тканей. В хронических опытах, когда на границе конечного секвестра и живой кости формировалась костная мозоль, для гистотопографических исследований иссекался блок кости, включавший в себя все функционально различные зоны – от явного некроза до жизнеспособной кости.

Результаты и обсуждение

Исследование показало, что окрашивание тканей в пределах территории, снабжаемой бедренной артерией (средняя и нижняя трети бедра, голень,

стопа) всегда проходило в три фазы: 1) исключительно регионарной окраски (от нескольких секунд до 1 – 5 минут), 2) общей окраски с преобладанием регионарной (от 1 – 5 минут до 1,5 – 3 часов), 3) общей окраски без сохранения границ регионарной (от нескольких часов до 1,5 суток). Скорость регионарного прокрашивания, время присоединения общей окраски тела и исчезновение границ регионарно окрашенного бассейна в разных опытах значительно варьировали. На наш взгляд, это объясняется различным общим состоянием экспериментальных животных и неодинаковой степенью наблюдавшихся системных нарушений гемодинамики и периферического кровообращения, а также метаболических сдвигов, включая транскапиллярный обмен.

В острых опытах (от 1 до 6 часов), судя по распределению красителя, микроциркуляция в костях тазовой конечности собак нарушалась в зависимости от уровня отрыва конечности. Если отрыв тканей с взрывным переломом костей голени наступал на уровне дистального метаэпифиза большеберцовой кости или в пределах нижней трети сегмента, то полностью блокированным внутрикостное кровообращение оказывалось на протяжении средней трети диафизов берцовых костей. Граница средней и часть верхней трети голени имели ослабленную окраску, а метафизы и эпифизы, как и бедренная кость и надколенник, имели абсолютно нормальную интенсивность цвета. Признаков нарушения внутрикостного кровообращения не отмечалось даже в зонах очаговых кровоизлияний и трещин костей, линия которых иногда проникала в коленный сустав.

Если уровень взрывного перелома костей голени достигал средней трети сегмента, нарушения микроциркуляции в костях были более протяженными. В таких случаях «аваскулярной» (неокрашенной) зоной оказывалась вся диафизарная часть берцовых костей, а метафизы были слабо окрашены. Однако эпифизы, как и при сравнительно более легких вариантах травмы, нарушений цвета костной ткани и хряща не имели.

В целом по материалам исследований, выполненных в ранние сроки после минно-взрывной травмы, можно было предполагать, что жизнеспособность метаэпифизарных отделов берцовых костей, несмотря на разрушение их диафиза до уровня средней трети, не страдает. Косвенно на это указывали и данные патогистологических исследований.

В диафизарной, неокрашенной, части берцовых костей на фоне своеобразного «микродробления» остеонов кортикального слоя, отслоения надкостницы вместе с генеральными пластинами, разрушения балок губчатой кости обнаруживались тяжелые нарушения кровообращения – сплошные массивные кровоизлияния, тромбозы сосудов га-

версовых каналов и надкостницы, гибель остеоцитов. В метафизарной, окрашенной зоне в тех же опытах обнаруживали сливные мелко- и крупноочаговые кровоизлияния, которые занимали не более 50% площади, преимущественно вдоль эндоста и костных балок. Кровеносные сосуды (артерии, вены и капилляры) были расширены, полнокровны, с эритроцитарными агрегатами. В бедренной кости обнаруживались небольшие очаги кровоизлияний (5% площади межбалочных промежутков). В костномозговой полости были заметны спазм артерий и полнокровие вен, особенно по краю полости, и плазматическое пропитывание сосудистых стенок.

Наблюдения и морфологические исследования в хронических опытах показали, что неокрашиваемая в остром периоде, зона диафиза всегда отмирает. Концевой секвестр, представляющий собой большую или меньшую часть диафиза, отторгается благодаря поперечному остеолизу, который развивается чаще на границе проксимальной метафизарно-диафизарной зоны (рис.). Гистологически в этой зоне можно было наблюдать противоположно направленные процессы. Со стороны диафиза часть костной ткани некротизируется, объединяясь с некротическими участками диафиза в общий секвестр. С другой стороны, обращенной к метафизу, формируется костная мозоль с достаточно сложной архитектурой. В ее образовании участвуют периостальные и эндостальные источники регенерации, а также остеогенные элементы гаверсовых каналов, главным образом, метафизарного отдела большеберцовой кости и проксимальной части ее диафиза, кровоснабжаемой ретроградной ветвью а. nutriticia.



Рис. Зональная характеристика преобладающих патоморфологических изменений в костях тазовой конечности собак после минно-взрывных отрывов голени. Обозначения: тонированные участки - область типичного распределения красителя; стрелкой показан уровень формирования демаркационных процессов и концевой мозоли.

Значение всех этих источников было разным. Если со стороны метафиза в образовании новой костной ткани одинаковую активность проявляли все компоненты костной мозоли, то в области остатков диафиза, примыкающего к секвестру, преимущество имели эндостальные источники остеогенеза (внутренняя костная мозоль). Периостальные источники на этом уровне утрачивали свою роль. Существенно, что образование новой костной ткани происходило путем частичной резорбции и оссификации концевого секвестра, который у некоторых собак длительно удерживался трабекулами незрелой кости, препятствуя завершению регенераторно-пролиферативных процессов в культе голени.

Заключение

Таким образом, интраоперационное окрашивание костей, выполненное путем инъекции красителя в магистральную артерию разрушаемого взрывом сегмента конечности, является прогностически очень точным способом оценки вероятного объема и распространенности микроциркуляторных расстройств, некробиотических и некротических процессов в поврежденных костях, а также зоны полноценной регенерации костной ткани.

Литература

1. Апин, Г.В. Экспериментальное изучение красителя «Кислотный ярко-голубой 3» и применение его для определения жизнеспособности тканей при глубоких ожогах : дис. ... канд. мед. наук / Апин Г.В. — Рига, 1968. — 167 с.
2. Степанова, А.А. Определение жизнеспособности тканей прижизненным окрашиванием при механических повреждениях конечностей : дис. ... канд. мед. наук / Степанова А.А. — Рига, 1986. — 194 с.
3. Фомин, Н.Ф. Коллатеральное кровообращение и регенераторные возможности раны при травме сосудов и мягких тканей бедра : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Фомин Н.Ф. — СПб., 1996. — 36 с.
4. Coloration vitale au bleu de disulfine dans le cure chirurgicale de l'infection osseuse / Jenny G. [et al.] // Rev. Chir. Orthop. — 1977. — Vol. 63, N 6. — P. 531 — 537.
5. Gli scambi umorali negli innesti cutanei seguiti con colorazione intravitale endoarteriosa / S. Teich-Alasia [et al.] // Min. Chirurg. — 1960. — Vol. 15, N 11. — P. 1014 — 1017.
6. Guolian, D. The use of bromfenol blue in assay of rheomacrode effects on flap viability / D. Guolian // Plast. Reconstr. Surg. — 1967. — Vol. 39, N 3. — P. 227 — 233.
7. Randolph, J.G. The early surgical treatment of burns. Experimental studies utilizing intravenous vital dye for determining the degree of injury / J.G. Randolph, L.L. Leane, R.E. Gross // Surgery. — 1964. — Vol. 56, N 7. — P. 193 — 201.