

Н.Г. Шихалева, Н.А. Щудло, М.М. Щудло, И.В. Борисова

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСУДОВ И ПРЕДПОСЫЛКИ ФЕНОМЕНА «NO-REFLOW» ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КИСТИ И ПРЕДПЛЕЧЬЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ПИЛОЙ

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» (Курган)

Патогистологическое исследование операционного материала от пациентов с повреждениями пальцев кисти деревообрабатывающими механизмами показало, что наряду с известными тракционными и отрывными повреждениями осевых артерий кисти и пальцев выявляются контузионные повреждения микрососудов и подкожных вен, изменения сосудистого русла, характерные для травматического шока и ишемии обратимые и необратимые (ранний апоптоз и некроз клеток микрососудов с полной дезинтеграцией клеточных и волокнистых компонентов сосудистой стенки) изменения. В комплексе с прижизненными возрастными фиброзными изменениями субэндотелиального слоя и мышечной оболочки, а также патологической перестройкой сосудистого русла у хронических курильщиков эти изменения формируют неблагоприятный прогноз («no-reflow») в плане как восстановления функции, так и приживления отчлененных пальцев и фрагментов кисти после реваскуляризирующих операций и реплантаций. Полученные результаты обосновывают необходимость клинических испытаний основных стратегий превентивной терапии феномена «no-reflow» для улучшения результатов органосохраняющих операций в хирургии кисти.

Ключевые слова: травма, кисть, «no-reflow», патогистология

HISTOLOGIC CHANGES IN VESSELS AND “NO-REFLOW” PHENOMENON BACKGROUND AT THE HAND AND FOREARM DAMAGES WITH A CIRCULAR SAW

N.G. Shikhaleva, N.A. Schoudlo, M.M. Schoudlo, I.V. Borisova

Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics» named after academician G.A. Ilizarov, Kurgan

Histopathological study of operating material from patients with fingers injuries by wood-working tools showed that along with known traction and separated injuries of axial arteries of hand and fingers the contusion injuries of microvessels and subcutaneous veins, changes of bloodstream and reversible and irreversible changes that are typical for traumatic shock and ischemia (early apoptosis and necrosis of microvessels cells with total disintegration of cellular and fiber components of vascular wall) were revealed. These changes in complex with life-time age fibrous changes of sub-endothelium layer and muscular tunic and with pathological reorganization of bloodstream in chronic smokers form unfavorable prognosis (“no-reflow”) both for function restoration and for engraftment of abjoined fingers and hand fragments after revascularizational operation and replacements. The obtained results prove necessity of clinical tests of preventive therapy of “no-reflow” phenomenon for improvement of results of conservation operations in hand surgery.

Key words: trauma, hand, «no-reflow», histopathology

Повреждения кисти и предплечья циркулярной пилой и другими деревообрабатывающими электрическими механизмами относятся к широко распространенным травмам во многих странах мира. Наряду с глубокими ранами и открытыми переломами, они нередко приводят к отчленениям пальцев и кисти. Преобладание травм циркулярной пилой в структуре повреждений верхней конечности отмечено N. Lindfors и T. Raatikanen [1]. По данным этих авторов, после реваскуляризирующих операций при неполных отчленениях приживление наступает в 77 % случаев, после реплантаций при полных отчленениях — только в 55 % случаев. При современном уровне развития микрохирургии успех реваскуляризирующих операций и реплантаций определяется, главным образом, двумя факторами — наличием, по выражению В.М. О'Бриен и Г.Д. Миллера [2], «пригодных для анастомозирования артерий и вен», а также выраженностью феномена «no-reflow» [4] — дисфункцией и необратимыми повреждениями микроциркуляторного русла ишемизированных тканей, развивающимися как

до, так и после реперфузии. По мнению А. Оуфквир и др. [3], ведущий механизм феномена «no-reflow» при реплантациях пальцев — микротромбозы артериол, которые можно успешно лечить интраартериальным введением лидокаина и тромболитиков. На наш взгляд, эти представления нуждаются в уточнении.

Цель исследования — проанализировать механизмы повреждения артерий и гистологические предпосылки феномена «no-reflow» при ранениях кисти циркулярной пилой.

МЕТОДИКА

Проанализирован операционный материал от 18 пациентов с повреждениями пальцев, кисти и предплечья, оперированных в сроки от 2 часов до 3 суток после травмы. Возраст пациентов варьировал от 22 до 69 лет: до 30 лет — 6 человек, от 31 до 50 лет — 5 человек и старше 50 лет — 7 человек. 12 человек из 18 получили травму циркулярной пилой, один — электрофуганком, еще один — деревообрабатывающим станком,

остальные четверо, которые составили группу сравнения, — резаные раны стеклом. Отчлененные и не подлежащие реплантации фрагменты пальцев, кусочки тканей, полученные в результате иссечения при первичной хирургической обработке ран кисти и предплечья, фиксировали в течение 3–5 дней в нейтральном формалине либо в смеси параформ- и глутарового альдегидов с добавлением пикриновой кислоты, после чего по стандартным методикам заливали в парафин либо в эпоксидные смолы. Полученные блоки разлагали на продольные и поперечные срезы: парафиновые — толщиной 10 мкм (гистотопографические) и 5–7 мкм, эпоксидные полутонкие — 0,5–1 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином-эозином, по Ван-Гизону, трехцветным методом по Массону и метиленовым синим — основным фуксином по Уикли. При исследовании срезов применяли световую цифровую микроскопию, а также модифицированную телемедицинскую технологию «электронного гистологического стекла» [5]. Для создания цифровых изображений использовали профессиональный сканер со слайд-приставкой, лупу и большой исследовательский фотомикроскоп «Opton» (Германия) с аппаратно-программным комплексом «DiaMorph» (Москва), микроскоп Микмед-5 (ОАО «Ломо») с цифровой камерой Webbers MyScore 500M и программой ScorePhoto. При микроскопии срезов каждого кусочка оцифровывали полное изображение наиболее репрезентативного среза, после чего формировали серии изображений полей зрения этого среза на разных (от $\times 30$ до $\times 1250$) увеличениях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При отчленениях пальцев и глубоких ранениях предплечья циркулярной пилой анатомический перерыв сосудисто-нервных пучков, как правило, характеризуется тем, что один из концов артерии или нерва оказывается вытянутым и выдернутым из окружающих тканей, в то время как другой, подвергаясь ретракции, уходит вглубь тканей.

Осмотр концов перерезанных артерий под операционным микроскопом позволяет выявить многоуровневые порезы, надрывы и разможжения сосудистой стенки. При гистологическом исследовании артерий в зоне повреждения типичны множественные разрывы внутренней эластической мембраны, которые сопровождаются отслоением эндотелиальной выстилки, острым некрозом эндотелиальных и гладкомышечных клеток, набуханием и лизисом коллагеновых и эластических волокон. Отступив на 0,5–3,0 см от места макроскопически видимого повреждения, можно выявить микроскопические дефекты интимы и внутренней эластической мембраны при относительно сохранной мышечной оболочке и адвентиции.

При исследовании гистотопографических срезов пальцев и сосудисто-нервных пучков мы обратили особое внимание на уровни, в которых макро- и микроскопические признаки повреждения собственных пальцевых артерий отсутствуют. Установлено, что даже в таких регионах встречаются очаги кровоизлияний (рис. 1А), вены с разрывами интимы и расслоением медики (рис. 3В), тромбированные вены и артерии малого калибра, спазмированные артерии и артериолы. Явления полнокровия артериол, капилляров и вен, картины эритроцитарного стаза чередуются с участками, где определяется запустевание капилляров и вен (рис. 1Б). При микроскопии полутонких срезов выявляются микрососуды, в просветы которых вдаются регионарные выпячивания отечных эндотелиоцитов. В некоторых микрососудах выраженное сужение просвета являлось результатом распространенного отека и набухания эндотелиальных клеток и миоцитов. Просветы других сосудов содержат слущенные эндотелиоциты и клеточный детрит, сгустки фибрина, агрегаты форменных элементов крови. Встречаются картины краевого стояния лейкоцитов и адгезии их к эндотелиальной поверхности, а также диссеминированные экстравазаты клеток крови.

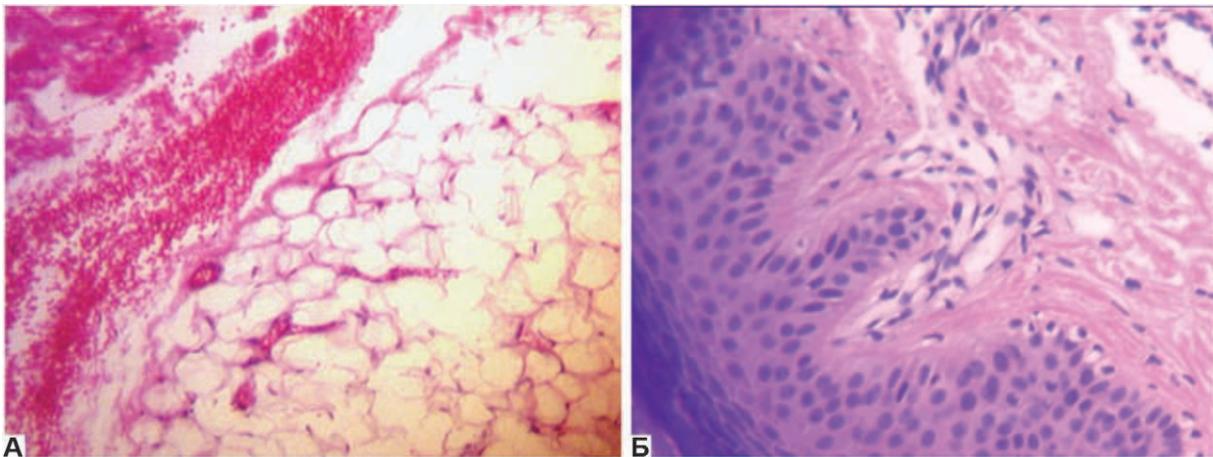


Рис. 1. Повреждения и функциональные изменения сосудов микроциркуляторного русла: **А** — кровоизлияние в подкожной клетчатке ладонной поверхности пальца, эритроцитарный стаз в сосудах жирового тельца; **Б** — запустевание сосудов микроциркуляторного русла в сосочках дермы. Окраска гематоксислин-эозином. Ув. $\times 180$.

В сроки наблюдения 6 часов и более наряду с отеком стенок сосудов микроциркуляторного русла выявлялась их инфильтрация лейкоцитами. Усугублялись деструктивные изменения клеток сосудистой стенки. Наряду с вакуолизацией цитоплазмы эндотелиоцитов и баллонной дистрофией гладкомышечных клеток в интиме и меди встречались характерные для апоптоза клетки с субкариолеммальной конденсацией хроматина. Некоторые профили микрососудов характеризовались полной дезинтеграцией: внутриклеточный отек эндотелиоцитов и гладких миоцитов сопровождался явлениями кариопикноза и кариорексиса, набуханием межклеточного матрикса, фрагментацией эластических и коллагеновых волокон (рис. 2А). Гибель микрососудов при неполных ампутациях в некоторых случаях сопровождалась формированием инфильтратов, представленных преимущественно эозинофилами (рис. 2Б), что указывало на присоединение синдрома ишемии-реперфузии.

Выраженные возрастные изменения сосудов, преартериосклеротическое состояние и артериосклероз обнаружены у 3 пациентов из 5 в средней возрастной группе (от 30 до 50 лет). Прослеживалась их взаимосвязь с особенностями реакции сосудистого русла на травму. В частности, интралюминальный стеноз пальцевых артерий в результате развития миоинтимальных утолщений и артериосклероза (рис. 3А–В) сочетался с распространенным тромбозом вен малого калибра. При выраженных возрастных изменениях сосудов (утолщение и фиброз субэндотелиального слоя, многочисленные фиброзные прослойки в мышечной оболочке) выявлен тромбоз большинства ветвей пальцевой артерии первого и второго порядков (рис. 3Г–И).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное гистологическое исследование показало, что при отчленениях пальцев и фраг-

ментов кисти циркулярной пилой наряду с известными из микрохирургии тракционными и отрывными повреждениями осевых артерий кисти и пальцев выявляются контузионные повреждения микрососудов и подкожных вен, изменения сосудистого русла, характерные для травматического шока и ишемии. Последние включают обратимые (проявления дисфункции эндотелия и гладких миоцитов, отек и набухание, дистрофия эндотелиоцитов и гладких миоцитов) и необратимые (ранний апоптоз и некроз клеток микрососудов с полной дезинтеграцией клеточных и волокнистых компонентов сосудистой стенки) изменения. В комплексе с прижизненными возрастными фиброзными изменениями субэндотелиального слоя и мышечной оболочки, а также с патологической перестройкой сосудистого русла необратимые изменения имеют неблагоприятный прогноз не только в плане восстановления функции, но и в плане приживления отчлененных пальцев и фрагментов кисти после реваскуляризирующих операций и реплантаций. Известные из литературы подходы к тактике реплантаций и реваскуляризации кисти при повреждениях электрическими механизмами (расширение объема резекции поврежденных сосудов и применение аутовенозных трансплантатов, внутриартериальные инфузии анестетиков, антикоагулянтов и тромболитиков) не соответствуют полиэтиологичности морфофункциональных нарушений сосудистого русла. Полученные результаты обосновывают необходимость клинических испытаний основных стратегий превентивной терапии феномена «no-reflow» и синдрома ишемии-реперфузии, известных из экспериментальной кардиохирургии [4], для улучшения результатов органосохраняющих операций в хирургии кисти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lindfors N., Raatikanen T. Incidence, epidemiology, and operative outcome of replantation or

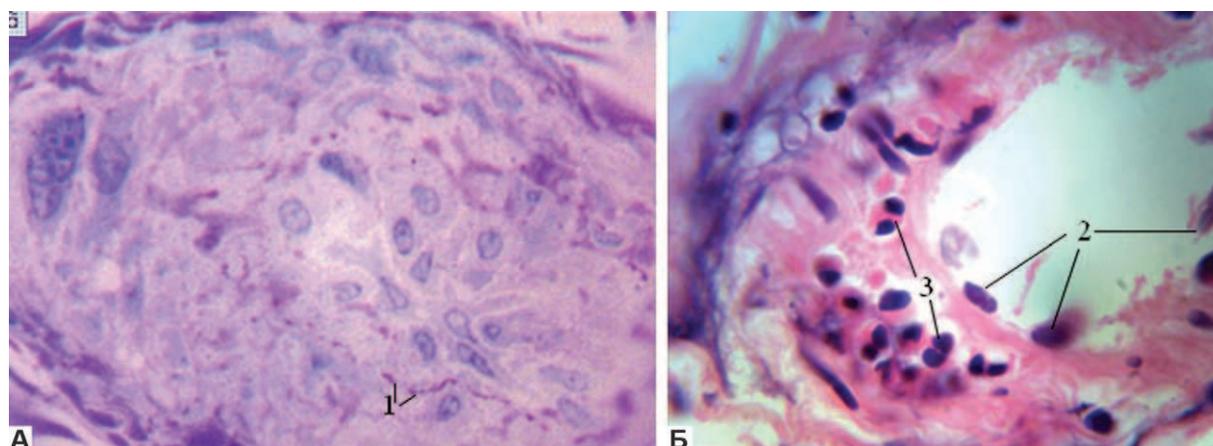


Рис. 2. Необратимые повреждения микрососудов: **А** – через 6 часов после полного отчленения пальца. Поперечный полутонкий срез. Окраска по Уикли. Дезинтеграция клеточно-волокнистой структуры спазмированной артерии (**1** – остатки внутренней эластической мембраны); **Б** – через 12 часов после неполного отчленения. Поперечный парафиновый срез. Лейкоцитарная инфильтрация и некроз стенки вены (**2** – эндотелиоциты; **3** – эозинофилы в составе инфильтрата). Ув. × 1250.

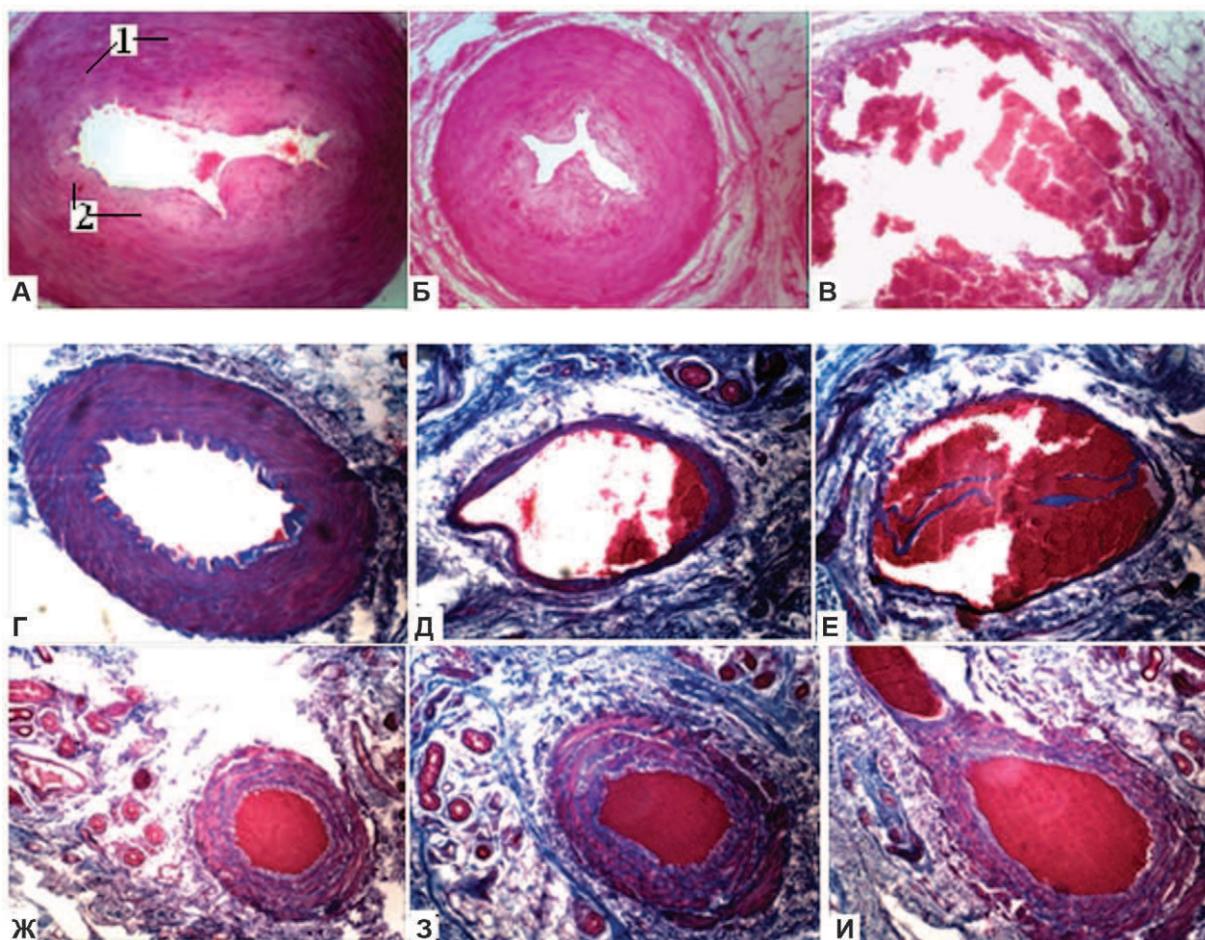


Рис. 3. Патологические и возрастные изменения сосудов отчлененных пальцев: **А–В** – возраст 48 лет (**А, Б** – фиброз миоинтимального утолщения в пальцевых артериях на уровне средней фаланги пальца; **В** – тромбоз и контузия тыльной подкожной вены пальца). Окраска гематоксилин-эозином. Ув. × 180. **Г–И** – возраст 32 года (выражен субэндотелиальный фиброз в пальцевой артерии (**Г**), тыльных подкожных венах пальца (**Д, Е**) и фиброзные прослойки в медиэ тромбированных ветвей пальцевой артерии 2–3-го порядка (**Ж, З, И**)). Окраска Массон-трихромом. Ув. × 180.

revascularisation of injury to the upper extremity // Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg. – 2010. – Vol. 44, N 1. – P. 44–49.

2. O'Brien B.M., Miller G.D. Digital reattachment and revascularization. // J. Bone Joint Surg. Am. – 1973. – Vol. 55, N 4. – P. 714–724.

3. Oufquir A., Bakhach J., Panconi B., Guimbertau J.C. et al. Salvage of digits replantations by direct

arterial antithrombotic infusion // Ann. Chir. Plast. Esthet. – 2006. – Vol. 51, N 6. – P. 471–481.

4. Rezkalla S.H., Kloner R.A. No-reflow phenomenon // Circulation. – 2002. – Vol. 105, N 5. – P. 656–662.

5. Szymas J. Telepathology, an innovative tool for versatile education and training in diagnostic pathology // Electronic J. Pathol. Histol. – 2002–2003. – Vol. 8, N 1–4. – P. 8.

Сведения об авторах

Шихалева Наталья Геннадьевна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник клинко-экспериментальной лаборатории реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6)

Щудло Михаил Моисеевич – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник клинко-экспериментальной лаборатории реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6; тел. 8 (3522) 46-18-12; e-mail: m.m.sch@mail.ru)

Щудло Наталья Анатольевна – доктор медицинских наук, заведующая клинко-экспериментальной лабораторией реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6)

Борисова Ирина Васильевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник клинко-экспериментальной лаборатории реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6)