

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ОЖОГОВОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ МЕТОДОМ МАГНИТОРЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

А. В. Кравцов, В. В. Бойко, Ю. И. Козин, В. К. Логачев, Ю. И. Исаев, И. Н. Канищева

Институт общей и неотложной хирургии имени В. Т. Зайцева НАМН Украины,
Центр лучевой диагностики, г. Харьков

PECULIARITIES OF ESTIMATION OF THE BURN DAMAGE, USING THE MAGNET RESONANCE TOMOGRAPHY METHOD

A. V. Kravtsov, V. V. Boyko, Yu. I. Kozin, V. K. Logachov, Yu. I. Isaev, I. N. Kanishcheva

Zaytsev Institute of General and Urgent Surgery,
Centre of Radial Diagnosis, Kharkov

Реферат

Метод магниторезонансной томографии (МРТ) использовали для ранней диагностики глубины ожога, динамики процессов в тканях во время его лечения и верификации возникающих осложнений. Применение предложенного метода диагностики и контроля терапии позволило объективизировать целесообразность и определение объема раннего хирургического лечения.

Ключевые слова: ожоги; диагностика глубины раны; магниторезонансная томография.

Abstract

The method of magnet resonance tomography was applied for early diagnosis of the burn depth and dynamics of processes in the tissues in the course of its treatment and verification of occurring complications. Application of the method proposed for diagnosis and control of therapy have permitted to estimate expediency and determination of volume of early surgical treatment objectively.

Keywords: burns; diagnosis of the wound depth; magnet resonance tomography.

Целью исследования было установление возможности точной диагностики степени и зональной верификации глубины термической травмы с оценкой объема и характера повреждения в зонах паранекротических сосудистых изменений.

Разработка новой концепции комбустиологической службы в Украине обусловлена необходимостью решения новых задач, предусматривающих оптимизацию лечения путем выполнения раннего оперативного вмешательства пострадавших при глубоких и поверхностных ожогах [1].

Лечение пострадавших с ожоговой травмой — одна из актуальных задач современной медицины, особенно в условиях боевых действий. Летальность при такой травме не снижается, что обусловлено, в первую очередь, трудностями достоверной оценки глубины и тяжести ожогового поражения, а также динамики изменений в тканях под влиянием лечения. При хирургическом лечении важны адекватность и вид некрэктомии пораженных тканей и последующей пластики образовав-

шегося дефекта [2]. Диагностика глубины ожога представляет значительные трудности. Предложенные методы с использованием красителей и ферментов, радионуклидные, гистологические, определение pH пораженной поверхности, термография дают неоднозначные результаты, сопряжены со значительными методическими трудностями как при их применении, так и при интерпретации показателей. Учитывая динамический процесс некролиза пораженных и окружающих тканей, необходимо проведение этапных исследований с визуальной оценкой пораженных тканей, достоверность оценки 60 — 75% [3].

Из современных методов исследования для объективизации оценки глубины поражения при термической травме в клиниках термической травмы используют методы лазерной доплеровской флоуметрии, термографию, гистологическое исследование, видеоангиографию, биопсию с примерно одинаковой ошибкой определения [4].

В литературе нет четких положений, касающихся объективизации

диагностики глубины термического поражения, что определяет последующую тактику лечения [5].

Нами для определения глубины ожога использован метод МРТ, который позволяет на основании качественного и количественного анализа МР-сигнала на диффузно-взвешенных изображениях (DWI) и по отсроченному накоплению парамагнитного контрастного вещества объективизировать диагностику характера и глубины поражения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализированы результаты обследования и лечения 26 пострадавших, госпитализированных в Харьковский ожоговый центр в период с 2014 по 2016 г. Больные распределены на две группы, основную и группу сравнения.

Основную группу составили 12 пострадавших с поверхностными и глубокими ожогами, общая площадь которых составляла от 8 до 45% (в среднем 27,3%) поверхности тела, из них глубокие ожоги составляли от 4 до 32% (в среднем 18,7%) по-

верхности тела, для оценки глубины ожогового поражения наряду с визуальной оценкой использована МРТ. Группу сравнения составили 14 пациентов, у которых площадь ожогов составляла от 9 до 45% (в среднем 25,4%) поверхности тела, из них глубокие ожоги составляли от 4 до 32% (в среднем 17,5%) поверхности тела, глубину поражения определяли только на основе визуальных данных.

Термическими агентами в обеих группах были: пламя — у 16 (61,5%) пострадавших, кипятик — у 10 (38,5%). Сроки госпитализации в среднем составляли (90 ± 30) мин с момента травмы.

Больные основной группы и группы сравнения репрезентативны по полу, возрасту, тяжести термической травмы. Больным основной группы после госпитализации проводили диагностику глубины поражения по разработанному способу [6] и визуально.

У больных группы сравнения проводили визуальную оценку глубины поражения. Глубину ожога оценивали по клиническим признакам (наличие эпителиальных пузырей, окраска и чувствительность дермы, уровень ее влажности, начинающееся формирование струпа, наличие колликвационного или коагуляционного некроза, сети тромбированных сосудов).

Разработанный оригинальный способ включал проведение МРТ с использованием высокопольного томографа фирмы Siemens Symphony, напряжение магнитного поля 1,5 Т, толщина среза 1 — 5 мм, что позволяло видеть мельчайшие детали тканей с высоким качеством изображения. Полученные изображения анализировали с помощью программ Syngo (2002 В).

Всем больным основной группы после комплекса доконтрастных исследований (МР—спектроскопия—МРС, диффузионно—взвешенное изображение — DWI) в локтевую вену вводили контрастное вещество гадовист (гадобутрол) в дозе $(0,3 \pm 0,05)$ мл/кг (1,0 моль) со скоростью $(3 \pm 0,5)$ мл/с. При этом осуществляли динамический визуальный контроль сосудистых нарушений по

скорости и объему кровотока; отсроченный контроль накопления парамагнитных контрастных веществ в зоне термического поражения проводили через (15 ± 3) мин после их введения.

Проведение томографического исследования МРТ позволило изучать активность биохимических, энергетических процессов в травмированных тканях на клеточном уровне, а также оценивать характер и интенсивность метаболических процессов в зонах ожога. При МРТ контрастность тканей отражала химическое строение веществ, связи между молекулами, молекулярное движение, основанное на излучении радиоволн ядрами водорода. Это позволяло дифференцировать измененные и интактные ткани, оценивать степень функциональных изменений в тканевых структурах.

Последовательность МРТ обусловлена следующими соображениями.

DWI МРТ отражает состояние клеточных мембран по движению молекул воды (тепловое хаотическое движение — в норме, ограниченное движение молекул воды через клеточные мембраны, макромолекулы и связи с нарушением суммарного перемещения молекул — при патологии).

При выполнении PI МРТ больному внутривенно болюсно вводили парамагнитное неионное контрастное вещество с высокой контрастной способностью и низкой токсичностью. PI МРТ отображало состояние регионарного тканевого кровотока, перфузия — качество кровоснабжения в тканях и считалась мерой тканевого метаболизма. При большей перфузии наблюдали более яркий сигнал на T1 DWI, который получали с помощью градиентного отображения. Оценка перфузии зависела также от уровня оксигенации крови, поскольку кислород является парамагнитным веществом и усиливает обратный электромагнитный сигнал. Отсроченное накопление парамагнитных контрастных веществ позволяло выявить нарушение венозного и лимфатического оттока из поврежденных тка-

ней, то есть уточнить объем некротизированных тканей.

Выбранная последовательность МРТ позволяла на первом этапе (DWI МРТ) выявить целостность клеточных мембран и уточнить объем повреждения на клеточном уровне, это было фоновым исследованием для последующей оценки регионарного тканевого кровотока методом PI МРТ. На втором этапе оценивали активность тканевых процессов и жизнеспособность поврежденных клеток по артериально—капиллярному кровотоку. В конце исследования оценивали лимфатический и венозный отток, то есть, по суммарной оценке микроциркуляторного русла четко определяли, в каких зонах сосудистые нарушения были необратимыми дегенеративно—некротическими, а в каких — умеренно выражены или отсутствовали с возможностью функционально—морфологического восстановления тканевых структур.

Выбор гадовиста (гадобутрола) в качестве контрастного вещества обусловлен тем, что он наименее токсичный из всех парамагнитных веществ. Оптимальные дозы и режим его введения установлены авторами на основе собственных исследований.

На основании полученных данных, в 1 — 3—и сутки, после стабилизации общего состояния пострадавших на фоне инфузионной и медикаментозной терапии, в условиях наркоза в основной группе производили некротомию по разработанной методике [7], первичную некрэктомию диагностированных глубоких ожогов в пределах жизнеспособных тканей с последующей одномоментной или отсроченной аутодермопластикой, поверхностные ожоги лечили консервативно.

В группе сравнения использовали визуальную оценку глубины поражения, на основании которой проводили оперативное лечение глубоких и поверхностных ожогов, как в основной группе.

В обеих группах проведено гистологическое исследование иссеченных во время операции некротизированных тканей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку объективная диагностическая оценка глубины ожогового повреждения имеет принципиальное значение для определения тактики (консервативной или оперативной) и объема иссечения тканей, качество и окончательный результат хирургического вмешательства отражают точность диагностики.

Ошибки в диагностике глубины поражения выявлены нами ретроспективно в процессе лечения пострадавших. В качестве критериев оценки диагностики взяты расхождение данных о степени глубины термической травмы, приживление лоскута в соотношении с площадью дефекта, а также сроки приживления, местные осложнения, в частности, нагноение, лизис аутокожи.

Ошибочные результаты обуславливали как гипо-, так и гипердиагностику глубины ожога.

У пациентов группы сравнения после визуальной оценки глубины ожогового поражения на фоне комплексной медикаментозной и инфузионной терапии проводили местное лечение поверхностных ожогов и раннее оперативное лечение глубоких ожогов, которое включало декомпрессионную некротомию в первые часы после госпитализации пострадавшего, первичную некрэктомию с одномоментной или отсроченной аутодермопластикой. Некротомию в целях декомпрессии на фоне прогрессирования отека выполнена у 5 (35,7%) пострадавших.

На 21-е сутки у 6 (42,85%) пациентов в области, где были диагностированы поверхностные ожоги и проводили местное лечение раны, после отторжения струпа эпителизация не наступила. Раневые дефекты представлены мелкозернистыми розовыми грануляциями, что требовало в последующем осуществления свободной аутодермопластики на площади 3,8% поверхности тела.

Полное приживление кожных лоскутов в группе сравнения достигнуто у 9 (64,3%) пациентов; у 3 (21,4%) — отмечен лизис от 4 до 45% площади пересаженных лоскутов, требовалось выполнение повторных операций по восстановлению

кожи; у 2 (14,3%) — возникло нагноение аутоотрансплантатов. Сроки приживления лоскута после нередко повторной — у 5 (35,7%) больных — свободной аутодермопластики у 14 пациентов составили в среднем (8 ± 1) сут, у 3 — выполнены повторные операции в связи с возникновением местных осложнений. В целом, продолжительность лечения пациентов этой группы составила в среднем ($32,2 \pm 2,2$) сут.

У пациентов основной группы после визуальной и МРТ оценки ожоговых поверхностей проведено местное и ранее хирургическое лечение, в зависимости от глубины ожоговых ран, с учетом данных, полученных в собственных исследованиях.

DWI MPT зоны коагуляционного некроза характеризовалось полным отсутствием или выраженной гипоинтенсивностью МР-сигнала (прекращение диффузии воды); перфузионные изображения (MRP — МРА) — отсутствием перфузии, регионарного тканевого кровотока и тканевого метаболизма — темный (черный) сигнал на T1—DWI и отсутствием накопления контрастного вещества (темный) с зонами линейного, овального и кольцевого МР-сигнала на T2—DWI (средней интенсивности, серого цвета) при отсроченном накоплении контрастного вещества.

DWI — MPT зоны паранекроза с необратимыми сосудистыми нарушениями характеризовалось неоднородностью зон МР-свечения с чередованием зон светлого, интенсивного сигнала с большим количеством зон темно-серого гипоинтенсивного сигнала из-за низкого диффузного градиента; перфузионные изображения (MRP — МРА) — множественными большими зонами сниженного МР-сигнала (разные оттенки серого цвета) с единичными, линейными, овальными и кольцевыми зонами повышенного сигнала (белого цвета — повреждение 80—95%); отсроченное накопление контрастного вещества — зонами локальной гипер- (светлые) и гипо- (темные) интенсивности на фоне неоднородного умеренного снижения до изоинтенсивности (се-

рого) МР-сигнала на T1 — DWI. DWI — MPT зоны паранекроза с обратимыми сосудистыми нарушениями характеризовалось высокой интенсивностью (яркостью) МР-сигнала в виде сплошной зоны с единичными участками снижения тканевой диффузии молекул воды (гипоинтенсивность МР-сигнала); перфузионные изображения (MRP — МРА) характеризовал яркий, усиленный МР-сигнал на T1 — DWI с единичными зонами умеренного накопления контрастного вещества (частичное поражение 50—70% сосудов); отсроченное накопление контрастного вещества проявлялось зонами гиперинтенсивности (светлые, белые) с единичными очагами изоинтенсивности и негомогенностью МР-сигнала на T1 — DWI.

Для зоны неповрежденных тканевых структур были характерны диффузно-взвешенные изображения (DWI — MPT) с отсутствием МР-сигнала (свободное движение молекул воды без термостимуляции); перфузионные изображения (MRP — МРА) с отсутствием зон перфузионного накопления контрастного вещества и активации тканевого метаболизма и отсутствием зон отсроченного накопления внеклеточных парамагнитных комплексов.

Некротомию в целях декомпрессии по разработанной нами методике осуществлена у 6 (50%) больных, что позволило не только предупредить нарушения в тканях паранекроза, но и уменьшить травматичность последующей некрэктомии, улучшить результаты кожной пластики.

На 21-е сутки у 2 (16,66%) пациентов в области ожоговой поверхности, где были диагностированы поверхностные ожоги, рана после очищения от струпа была представлена грануляционной тканью, что потребовало оперативного лечения, направленного на восстановление общего покрова на площади 1,4% поверхности тела.

Полное приживление кожных лоскутов в основной группе достигнуто у 11 (91,7%) пациентов, у 1 (8,3%) больного отмечен лизис 35% площади пересаженных лоскутов,

требовалось выполнение повторной операции, направленной на восстановление общего покрова; у 2 (16,66%) пациентов — возникло нагноение аутотрансплантатов. Сроки приживления лоскута после свободной аутодермопластики у 12 пациентов основной группы составили в среднем (5 ± 1) сут, необходимость повторной операции возникла у 1 (8,3%) больного. Продолжительность лечения пострадавших этой группы составила в среднем ($23,3 \pm 1,7$) сут.

Свободная, однако далеко не всегда обоснованная, аутодермопластика в группе сравнения осуществлена у 27 больных, в основной группе — у 19, что в 1,4 раза меньше числа оперативных вмешательств, направленных на восстановление общего покрова в группе сравнения. Это достигнуто благодаря полному совпадению данных о глубине и объеме поражения, установленного по данным МРТ, со степенью и характером термического поражения.

В целом, разработанный способ диагностики успешно применен в диагностике и определении лечебной тактики у 12 больных. При этом у всех удалось четко определить зону и объем глубокого ожогового поражения и дифференцировать зону необратимого повреждения, требующего хирургического вмешательства, от зон с возможностью консервативного лечения. То есть, применение способа позволило выбрать обоснованную и дифференцированную хирургическую тактику.

Использование предложенного способа диагностики в раннем по-

слеожоговом периоде позволило гарантированно дифференцировать участки собственно коагуляционного некроза и необратимых паранекротических изменений от участков обратимых изменений (в зонах паранекроза) с перспективой восстановления жизнеспособности частично поврежденных тканей. При этом разработаны объективные критерии оценки глубины ожогов, на основе которых появилась возможность уточнить зону и объем необходимого хирургического лечения и объем инфузионной терапии, а также планировать тактику по восстановлению общего покрова зон, не подвергшихся необратимому поражению, что в последующем позволило уменьшить частоту выполнения оперативных вмешательств за счет объективной диагностики глубины ожоговых поверхностей и уменьшить в 2,7 раза площадь неверно диагностированного глубокого ожога, продолжительность лечения пациентов в специализированном центре на 9 сут, а также частоту местных осложнений, тем самым создать оптимальные условия для приживления аутотрансплантатов. Дальнейшие инновации по применению МРТ в оценке эффективности лечения термического повреждения [8] и ранней диагностике вторичных воспалительных изменений позволят существенно оптимизировать своевременность и качество лечения пострадавших с ожогами.

Выводы

1. Применение МРТ зон глубокого ожогового поражения с последовательным качественным и количественным анализом МР—сигналов на диффузно—взвешенных и перфузионных изображениях, а также по отсроченному накоплению парамагнитного контрастного вещества позволило получить достаточно полную морфофункциональную характеристику не только зон коагуляционного некроза и неповрежденных тканевых структур, но и зон сосудистых нарушений. В зонах паранекроза появилась возможность дифференцировать участки необратимых сосудистых изменений и возможного восстановления микроциркуляторного русла, репарации окружающих его тканевых структур.

2. При проведении МРТ по интенсивности МР—сигналов на T1 — DWI и T2 — DWI и их сравнению с интенсивностью и характером МР—сигналов на перфузионно—взвешенных изображениях (MRP—MPA) появилась возможность с большей вероятностью оценить выраженность и обратимость ишемического поражения, состояние регионарного тканевого кровотока и тканевого метаболизма.

3. Степень и выраженность начальных фаз воспалительного процесса с оценкой характера и объема отечного синдрома определяли по интенсивности МР—сигнала на DWI, а зоны необратимого поражения тканей наиболее информативно выявляли по отсроченному накоплению парамагнитного контрастного вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козинець ГП, Комаров МП, Воронін АВ. Нова концепція розвитку комбустіологічної служби в Україні. Вестн. неотлож. и восстанов. медицины. 2014; 15 (1): 6.
2. Ковальчук АО. Шляхи оптимізації медико—технічної бази для забезпечення хірургічного лікування тяжко обпечених хворих. Вісн. соц. гігієни та орг. охорони здоров'я України. 2014; 1 (59): 16—21.
3. Коваленко ОМ. Патогенетичне обґрунтування програм хірургічного лікування дітей з поширеними опіками та вплив їх на перебіг ранового процесу: автореф. дис. ...д—ра мед. наук: К., 2012: 40 с.
4. Коваленко АО. Застосування термометрії для визначення глибини опіків шкіри. Клін. хірургія. 2015; (4): 66—8.
5. Загиров МХ, Соколов ВА. Сравнительная характеристика частоты диагностических ошибок при определении площади глубины термических поражений на догоспитальном этапе и при клиническом обследовании. Скорая мед. помощь. 2006; (3): 54.
6. Спосіб діагностики змін тканин після глибоких опіків. Пат. 106977 Україна. МПК А61В 17/00. ЮІ Козін, ВВ Бойко, ОВ Кравцов, ІМ Канищева, ОО Кравцова (Україна). Замовник та патентовласник Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України. — у 2015 12346, заявл. 14.12.15; опубл. 10.05.16, Бюл. № 9.
7. Спосіб некротомії при опікових ушкодженнях. Пат.95223 Україна. МПК; А61В 17/00. О. В. Кравцов, В. В. Бойко, Ю. І. Козін (Україна). Замовник і патентовласник Ін—т загальної та невідкладної хірургії ім. В. Т. Зайцева НАМН України. — у 2014 07883, заявл. 14.07.14; опубл. 10.12.14, Бюл. № 23.
8. Спосіб оцінки ефективності лікування глибоких опіків. Пат. 106985 Україна. МПК; А61В 5/00. Ю. І. Козін, О. В. Кравцов, О. О. Кравцова. Замовник та патентовласник Ін—т загальної та невідкладної хірургії ім. В. Т. Зайцева НАМН України. — у 2015 12663, заявл. 21.12.15; опубл. 10.05.16, Бюл. № 9.