

НЕИНВАЗИВНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ХОЛОДОВОЙ ТРАВМЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Валентюкевич А.Л., Меламед В.Д.

*УО «Гродненский государственный медицинский университет», Гродно,
Республика Беларусь*

Введение. Лечение и профилактика холодовой травмы остается одной из сложных проблем в медицине. Клиническое течение криотравмы трудно прогнозируемо, что обуславливает необходимость изыскания и внедрения в клиническую практику новых методов диагностики.

Цель. Оценить возможность и целесообразность применения температурной визуализации тканей при холодовой травме для диагностики степени повреждения в эксперименте.

Материалы и методы. Исследование было проведено на 30 белых лабораторных крысах в возрасте 5-6 месяцев массой тела 180 ± 24 грамм. Все этапы эксперимента проводились по разработанной схеме эфирного наркоза по закрытому контуру. Наркотизированным животным непосредственно перед проведением эксперимента осуществляли удаление шерсти в межлопаточной области для последующего моделирования контактного отморожения.

Моделирование холодовой травмы производилось посредством разработанного нами «Устройства для моделирования отморожений различной степени тяжести» (патент на полезную модель №12002, ГрГМУ, 1.04.2019).

Лабораторные животные были разделены на 2 группы по 15 крыс. В первой группе моделировали поверхностные (5 секунд воздействия), во 2-й группе глубокие контактные отморожения (30 секунд экспозиции).

При моделировании холодовой травмы для динамической фиксации температуры и ее визуального отображения использовали профессиональный тепловизор Seek Thermal Shot Pro (модель KIT FB0110, США) (рационализаторское предложение «Устройство для оценки степени тяжести контактных отморожений в эксперименте» №1916, ГрГМУ, 28.04.2023). Для проведения тепловой съемки прибор устанавливали на стационарный штатив на расстоянии 30 сантиметров до спины животного, где осуществляли моделирование отморожений. Полученные термограммы выводили на компьютер для последующего анализа. Для верификации достоверности полученных тепловизионных показателей последние сопоставляли с морфогистологическими данными.

Результаты и обсуждение. Интактная температура планируемой зоны отморожения составляла $36 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Непосредственно после моделирования на термограммах зона отморожения была представлена синим цветом. Вокруг тканей, подвергшихся контактному воздействию, визуализировалась перифокальная зона толщиной до 2 мм., в виде ярко-красного ободка, а

интактные кожные покровы имели жёлтый окрас.

При моделировании поверхностного отморожения происходило резкое снижение температуры в зоне контакта со скоростью $7,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ в секунду, а в перифокальных тканях - $5,2 \pm 0,4^\circ\text{C}$ в секунду. Температурные показатели при этом распределялись равномерно в области криповреждения и регистрировались не ниже $-2 \pm 0,4^\circ\text{C}$. При этом температурный режим в пограничной области был минимальным, и к 5-ой секунде моделирования снизился до $10 \pm 0,6^\circ\text{C}$. После удаления устройства с поверхности кожи температурные показатели в пораженной области и пограничных тканях вернулись к исходному значению в $36 \pm 0,5^\circ\text{C}$ в течение 60 секунд.

Макроскопически после 5-секундной холодовой экспозиции отмечались признаки поверхностного отморожения: кожа приобрела умеренно выраженный белый цвет, который через 1 час постепенно сменился незначительной гиперемией, ограниченной зоной воздействия (синий цвет на термограмме). При гистологическом исследовании роговой слой эпидермиса был разрыхлен, местами частично отслоен от эпителия. В подкожной клетчатке на границе с дермой определялось умеренно выраженное венозное полнокровие. Признаки некротических и воспалительных изменений в эпидермисе, дерме, подкожной клетчатке и мышечной ткани отсутствовали.

На 3-и сутки в месте нанесения поверхностного отморожения визуализировалась незначительная гиперемия и пастозность тканей. При микроскопическом исследовании роговой слой эпидермиса в исследуемой зоне подвергся десквамации. В дерме и подкожной клетчатке определялось умеренно выраженное венозное полнокровие и слабо выраженный диффузный отек.

На протяжении 5-ти суток после моделирования в зоне холодового воздействия наблюдалась слабо выраженная воспалительная реакция и шелушение эпидермиса. К 7-м суткам кожные покровы стали эластичными, обычного цвета, макроскопически и гистологически не отличаясь от интактных тканей. При интерпретации термограмм температура кожных покровов сохраняла исходное значение, что подтверждало воспроизведение поверхностного отморожения.

Таким образом, пятисекундное холодовое воздействие не привело к значительному повреждению тканей, вызвав локальную сосудистую реакцию, которая была зарегистрирована при температурной визуализации.

При моделировании глубоких отморожений на термограммах область криповреждения была представлена черным цветом, окруженным синей ареолой по периферии. Вокруг тканей, соприкасавшихся с устройством, визуализировался фиолетовый и ярко-красный ободок перифокальной зоны толщиной 2 мм.

Кожная температура в зоне холодового воздействия снизилась до $-23 \pm 0,5^\circ\text{C}$. В последующем тепловой режим исследуемой области постепенно повышался, однако возврат к исходной температуре был зафиксирован более, чем через 2 часа.

Температура пограничных контактного воздействию тканей (ярко-красная перифокальная зона на представленной ниже термограмме) снизилась до $-5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ и восстановилась до исходного значения ($36\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) в течение 60 секунд. Эти показатели сопоставимы с ранее описанными при моделировании поверхностных отморожений и свидетельствуют о возможности обратимости происходящих изменений в тканях.

При завершении моделирования глубокого отморожения макроскопически зона криповреждения представляла собой четко ограниченную гомогенную белую поверхность с диффузно расположенными петехиями различного размера и ярко-белым окрасом перифокальной области.

Через 30 минут в зоне контактного воздействия белое пятно сменилось гиперемией. Через 1 час зона отморожения стала синюшного цвета, кожа практически на всем протяжении плотная, в складку не собиралась. Гистологически роговой слой эпидермиса сильно разрыхлен, повсеместно отслоен от эпителия за счет отека, ядра клеток базального и зернистого слоев местами с признаками кариопикноза. Дерма, подкожная клетчатка и подлежащая мышечная ткань с признаками отека и, преимущественно в подкожной клетчатке, определялась слабо выраженная очаговая нейтрофильно-клеточная инфильтрация. Признаки некроза в эпителии, дерме, подкожной клетчатке и мышечной ткани не определялись.

На 3-и сутки в зоне отморожения кожные покровы были резко утолщены, не смещаемы, в складку не собирались, бурого цвета с четкими границами. Микроскопически эпидермис и дерма разрушены, дно дефекта представлено подкожно-жировой клетчаткой и мышечной тканью. Перифокальная зона бледнее интактной кожи на расстоянии 2 мм от места криповреждения, гистологически эпидермис истончен, с выраженными дистрофическими изменениями.

На 7-е сутки после холодового воздействия в области отморожения определялся темно-бурый плотный сухой струп, который по периферии отслаивался. В перифокальной зоне визуальных изменений не наблюдалось, однако микроскопически ещё обнаруживалась незначительная инфильтрация, представленная нейтрофилами, макрофагами и плазмócитами. При этом в области холодового воздействия гистологически выявлялся глубокий очаг некроза с вовлечением в процесс кожи, подкожной клетчатки и мышечной ткани и наличием неравномерно выраженной лейкоцитарной инфильтрации. Дерма и гиподерма были представлены тканевым детритом, в котором невозможна дифференцировка на слои. Мышечная ткань со стертыми границами и некрозом миоцитов. Венозные сосуды расширены, их стенки в состоянии мукоидного и фибриноидного набухания. Имелись очаги формирования грануляционной ткани с множественными фибробластами, фиброцитами и вновь образованными сосудами. В краях эпидермального пласта и дистальнее зоны некроза отмечалась очаговая гиперплазия эпидермиса, который в этих зонах имел признаки дистрофии и вакуолизации цитоплазмы.

Таким образом, аргументирована имеющаяся место корреляция между полученными результатами температурной визуализации тканей и морфогистологическими данными, что характерно для глубокого отморожения.

Выводы. Температурная визуализация позволяет оценить степень тяжести отморожений и может быть использована в клинической практике для диагностики жизнеспособности тканей при термической травме.