

цирроза печени, повторные резекции печени). Послеоперационная летальность составила 7,84%. Таким образом, операцией выбора при опухолях печени является резекция печени. Объем резекции определяется распространенностью опухолевого процесса. При локализации опухоли в пределах половины печени должна выполняться гемигепатэктомия, при вовлечении в процесс смежных сегментов противоположной половины – расширенная гемигепатэктомия. Применение криовоздействия способствует повышению радикальности вмешательства. Отсюда показанием к применению криохирургических методов могут служить опухоли большой распространенности и сомнительной резектабельности, а также рецидивные опухоли печени. Использование криохирургических технологий облегчает достижение гемостаза во время операций и способствует снижению кровопотери.

<sup>1</sup>Морозова Н.В., <sup>2</sup>Пономарев Д.Е., <sup>3</sup>Пушкарев А.В.,  
<sup>1</sup>Цыганов Д.И.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ КРИОХИРУРГИИ ПЕЧЕНИ

<sup>1</sup>ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России; <sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Москва

Традиционные методы хирургического удаления патологических образований часто трудновыполнимы, малоэффективны и тяжело переносятся пациентами. Альтернативой хирургическому удалению новообразований печени могут служить методы локального воздействия на очаг поражения. К основным методам локального воздействия на опухолевый очаг относят: химическую абляцию (инъекции химически активного соединения), радиочастотную абляцию, (гипертермический метод), криодеструкцию (гипотермический метод).

Экспериментальные исследования Э.И. Канделя показали, что при криодеструкции в печени происходит развитие очагов крионекроза. Он наблюдал отдельные печеночные клетки в состоянии некробиоза и жировой дистрофии, а в центре очага – некротизированные крупные вены с явлениями тромбоза. Мелкие сосуды при воздействии температурой от -40 до -196°C с экспозицией от 7 до 30 мин подвергаются некрозу. Остается каркас из коллагена. В крупных сосудах после оттаивания восстанавливается кровоток. Геморрагические осложнения не наблюдались. Автор сделал вывод о целесообразности использования метода в гепатологии. А.С. Долецкий (1975) с помощью своего оригинального устройства проводил в эксперименте изучение заживления ран печени после криодеструкции.

В настоящее время при проведении криоабляции печени контроль температуры в целевой области не осуществляется в полном объеме, а значит, отсутствует контроль распространения зоны некроза биологической ткани и есть вероятность получения неохваченных зон некрозом, а также криоповреждение

здоровых тканей. В различных источниках указываются разные данные по температуре крионекроза. В [1] таковой является -60°C. То есть, при достижении данной температуры происходит гибель опухолевых клеток.

Целью нашего исследования является изучение возможностей применения теплофизического моделирования для прогнозирования некроза биологической ткани при криохирургических операциях. Основная задача данной работы заключается в разработке алгоритма и программы теплофизического расчета по прогнозированию криохирургического воздействия. При использовании такой программы контроль процесса криовоздействия будет осуществляться на основе изображений замораживаемых зон, получаемых при помощи УЗИ с использованием планирования операции на основании математического прогнозирования, производимого как до, так и во время операции с помощью программного комплекса.

На первом этапе исследования был разработан алгоритм расчета температурных полей при криохирургическом операционном вмешательстве на примере криоабляции рака предстательной железы. В алгоритме применяется универсальная математическая модель трехмерного теплообмена с учетом структуры области криовоздействия. На основании математической модели создана базовая компьютерная программа теплофизического расчета криохирургического воздействия в ходе многозондовой операции с учетом реальных теплофизических свойств биологической ткани в широком диапазоне температур.

Численное моделирование математических данных проведено в академической версии программного комплекса Ansys 14.5.7 (вычислительный модуль – Ansys Thermal Transient). Используется численный метод конечных элементов в нестационарной постановке задачи.

Данная компьютерная программа может применяться для теплофизического моделирования при криодеструкции печени. Для этого необходимо знать характеристики используемого криохирургического оборудования, формы и размеры оперируемого органа, а также теплофизические свойства тканей печени в широком диапазоне температур (теплопроводность, теплоемкость, энтальпия).

*Мошуров И.П., Михайлов А.А., Фоништейн М.С.,  
Ольшанский М.С., Летников Б.А., Ниникашвили Л.В., Сухочев Е.Н., Макарова Е.Д.*

## МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД И МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ПЕРВИЧНОГО И МЕТАСТАТИЧЕСКОГО РАКА ПЕЧЕНИ

БУЗ ВО «Воронежский областной клинический онкологический диспансер», г. Воронеж

Мультидисциплинарный подход к лечению первичных и метастатических новообразований печени и инновации обеспечивают будущий прогресс