

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОФИЛАКТИКИ ИШЕМИЧЕСКИ-РЕПЕРФУЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ОРГАНОСОХРАНЯЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

*Айбазов А.С.-Х., Гусейнов К.Р.*

*СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки  
aaibaz0v81@yandex.ru*

**Введение.** В настоящее время основным методом лечения локализованного почечно-клеточного рака является хирургическое вмешательство. Один из наиболее эффективных вариантов – это органосохраняющие операции по удалению части почки. Основная идея таких операций заключается в том, чтобы сохранить как можно больше здоровой ткани почки. Тепловая ишемия почки используется как необходимая техника в ходе лапароскопической резекции почечной ткани с целью сокращения потери крови во время операции. Этот метод также способствует улучшению визуализации и контроля манипуляций при удалении пораженного участка и закрытии раны почечной паренхимы. Однако снижение кровенаполнения может привести к кислородному голоданию и нарушению функции клеток, что может потенциально сказаться на экскреторной функции почки во время и после операции. Во время обескровливания ренальной паренхимы первичным объектом альтерации становятся эндотелиоциты сосудистых стенок и эпителиоциты канальцев, чьи функциональные и структурные нарушения в конечном итоге могут привести к нарушению процессов клубочковой фильтрации и канальцевой реабсорбции. Эпителиоциты проксимальных канальцев оказываются особенно чувствительными к дефициту кислорода по сравнению с другими клетками почечной ткани.

Важной частью патогенеза ишемического повреждения эпителиоцитов проксимальных канальцев является нарушение функций митохондрий, что приводит к разрыву окислительного фосфорилирования и снижению образования АТФ. Этот дефицит АТФ ведет к нарушению работы ионных насосов, дисбалансу электролитов внутри и вне клетки, и способствует развитию окислительного стресса, что в конечном итоге может привести к программированной клеточной смерти. Восстановление уровня клеточного АТФ после ишемии и последующей реперфузии возможно только при сохранении целостности биологических мембран. Контроль состояния почечной ткани и разработка методов медикаментозной коррекции ее функции во время периода тепловой ишемии - это актуальные проблемы в современной нефрологии.

**Цель исследования.** Оценить результаты использования натрия фумарата как нефропротектора при проведении лапароскопической резекции почки с временной остановкой кровотока на клеточном и органном уровнях. Мы также использовали методы оптической диагностики для изучения влияния данного вещества на сохранение функции и структуры почки в условиях ишемии, характерной для такого хирургического вмешательства.

**Материалы и методы.** С июля 2014 года по июнь 2025 года в больнице Святителя Луки было изучено 387 пациентов в возрасте от 48 до 78 лет с диагнозом почечно-клеточного рака в стадии T1a–b. В рамках исследования были образованы группы пациентов, которым проводилась лапароскопическая резекция почки (ЛРП), учитывая время тепловой ишемии (15, 15-30 и 30-45 минут) и применяемое медикаментозное лечение (15 % водный раствор натрия фумарата, фуросемид и маннитол). Для каждой группы пациентов анализировалось содержание в сыворотке крови и моче ряда ренальных биомаркеров, включая NGAL, цистатин С, KIM-1 (молекула повреждения почек-1), маркер L-FABP (белок, связывающий жирные кислоты) и креатинин.

Дополнительно, для оценки эффективности нефропротекторной терапии были сформированы две группы: контрольная и группа, которая получала внутривенную инфузию 15% водного раствора натрия фумарата. Для более детального изучения клеточных механизмов защиты нефронов от ишемически-реперфузионных повреждений были проведены предварительные исследования с использованием клеточной культуры MDCK. Кроме того, была разработана методология для создания условий гипоксии и регистрации изменений, происходящих в клеточной культуре.

**Результаты исследования.** Результаты анализов крови у всех исследуемых пациентов показали, что степень нарушений напрямую зависела от продолжительности времени тепловой ишемии почки и применяемой фармакологической защиты. Наилучшая защита почек была достигнута при использовании 15% раствора натрия фумарата. Измерения, проведенные в контрольной группе, где также применялась флуоресцентная спектроскопия с временным разрешением, показали статистически значимые изменения продолжительности флуоресценции ( $\tau_2$ ). В группе без нефропротекторной терапии этот параметр увеличивался во время ишемии, а затем резко снижался при реперфузии. Оценка времени жизни флуоресценции также позволила оценить соответствующие изменения в клеточном отношении НАДФН/НАДН. Количественная оценка короткоживущей компоненты  $\alpha_1$ , которая используется для определения свободного НАДФН (недегидрированной формы никотинамидадениндинуклеотида), также показала увеличение во время ишемии и снижение после устранения окклюзии. У пациентов, которым применялся 15% раствор натрия фумарата, статистически значимых изменений указанных показателей не наблюдалось. Исследование на клеточном уровне показало, что натрий фумарат действует как акцептор электронов при отсутствии кислорода в момент развития тепловой ишемии. Это обеспечивает поддержание работы как комплекса I дыхательной цепи, так и АТФ-синтазы в течение некоторого времени.

**Выводы.** Выводы, сделанные на основе разнообразных исследований, включая анализ биохимических показателей крови, измерения спектрально-временных характеристик ренальной ткани во время операции с использованием флуоресцентной спектроскопии с временным разрешением, а также изучение механизмов действия натрия фумарата на клеточном уровне

при моделировании гипоксических условий, указывают на высокую эффективность выбранного препарата – фумаровой кислоты, как средства с выраженными нефропротекторными свойствами. Это подтверждает целесообразность и обоснованность его использования в хирургической практике в случаях, когда требуется проведение тепловой ишемии почки.

#### *Литература*

1. Артемов, Д. В. Современный взгляд на патогенез синдрома ишемии-реперфузии при трансплантации почки / Д. В. Артемов, А. Б. Зулькарнаев // Нефрология. – 2018. – Т. 22, № 6. – С. 23–29.
2. Бациков, Х. А. Реперфузионный синдром при острой кишечной непроходимости / Х. А. Бациков, М. М. Магомедов // Новости хирургии. – 2017. – Т. 25, № 4. – С. 404–411.
3. Неймарк, М. И. Синдром ишемии-реперфузии / М. И. Неймарк // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2021. – № 9. – С. 71–76.
4. Оксидативный стресс при реперфузионном синдроме и методы его коррекции / В. Г. Пасько, В. Н. Ардашев, Ю. Ю. Титарова, А. В. Тихонравов // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – № 1. – С. 150–153.
5. Пономарев, Э. А. Морфологические параметры нейропротекции и при ишемии – реперфузии головного мозга у крыс / Э. А. Пономарев, В. В. Новочадов, Н. Н. Стрепетов // Вестник ВолГМУ. – 2010. – Т. 1, № 33. – С. 103–106.

### **CONTEMPORARY PRINCIPLES OF PREVENTING RENAL ISCHEMIA-REPERFUSION INJURY DURING ORGAN-PRESERVING INTERVENTIONS**

*Aybazov A.S.-Kh., Guseinov K.R.*

*Clinical Hospital of St. Luke, St. Petersburg, Russia  
aaibaz0v81@yandex.ru*

Modern prevention of renal ischemia-reperfusion injury during organ-preserving surgeries involves intraoperative monitoring and the use of nephroprotective drugs. A key approach is the application of sodium fumarate, which demonstrates a marked protective effect. These methods help preserve kidney functionality during surgical interventions.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЦ ТАЗОВОГО ДНА**

*Айдарова Г.Э., Яковлев А.А.*

*Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия  
gylnaraaydarova@icloud.com*

**Введение.** Активное внедрение и разработка методов оценки мышечной ткани и ее функционального состояния привело к формированию понятий о