

## СТРУКТУРНО - МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧЕК В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ

*Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул*

**Калин Д.А., Перепелица И.Н., Бабкина А.В., Лепилов А.В., Долгатов А.Ю.,  
Корсииков Н.А., Долгатова Е.С., Бобров И.П.**

кафедра судебной медицины имени профессора В.Н. Крюкова и  
патологической анатомии с курсом ДПО

---

*Работа посвящена изучению влияния гипотермии на структурно - морфологические особенности почек, рассматриваются основные причины, способствующие развитию переохлаждения и их последствия для организма. Проводится анализ литературы об изменении структуры почек в условиях низких температур, основные патологические процессы. В ходе данного исследования были проанализированы некоторые научные работы и эксперименты, однако данная тема остается малоизученной. Особого внимания заслуживает использование свойств гипотермии по отношению к метаболизму органов и тканей и их применение в терапевтической практике для сохранения функциональной активности данных структур.*

**Ключевые слова:** гипотермия, холодовая травма, повреждение, гипоксия, почка, нефрон.

---

### Введение

Основным методом нашего исследования является литературный обзор, а в качестве материалов мы использовали различные научные статьи, касающиеся нашей темы. Переохлаждение организма и возможные осложнения, которые могут возникнуть после перенесенного переохлаждения на сегодняшний день являются очень актуальной проблемой. Количество и степень переохлаждения определяется климатическими условиями. Данная патология распространена

повсеместно, преимущественно преобладают северные и умеренные широты. Количество переохлаждений существенно увеличивается в холодное время года. Наиболее подвержены гипотермии младенцы и дети младшего возраста, пожилые люди. В небольших населенных пунктах переохлаждение может возникать из-за недостаточной подготовки к холодному времени года. В городах наиболее частыми жертвами переохлаждения являются лица, находящиеся в состоянии алкогольного опьянения.

**Целью работы** является обзор степени изученности патоморфологических изменений в почках при воздействии на них низкой температуры и последующих адаптивных реакций.

### **Материалы и методы**

Основными причинами переохлаждения являются:

1. Недостаточность теплопродукции. Возникает вследствие истощения организма после перенесенных травм и заболеваний, нарушения функции щитовидной железы [1].

2. Увеличение количества выделения тепла. Обусловлено расширением сосудов на фоне приема алкоголя или лекарственных препаратов.

3. Патология, связанная с терморегуляцией. Возникает из-за заболеваний и повреждений нервной системы человека.

Влияние гипотермии на организм проявляется в нарушении передачи нервных импульсов, нарушении свойств крови, риска развития некроза ткани, а также развития воспалительных процессов и присоединение вторичной инфекции [2]. При действии холода на организм человека возникает ответ в виде сложных биофизиологических реакций, в результате которых происходит стабилизация температуры внутренней среды. Эти же реакции имеют два основных направления, количественный и качественный, первый проявляется в виде гиперплазии, для того чтобы компенсировать повышенную нагрузку на структуры в момент действия раздражителя. Качественный же направлен на перестройку

гиперпластических структур, появление у них специфичности именно к данному патологическому агенту, и чем сильнее этот агент, тем больше выражена гиперплазия. Естественно, что возможности адаптации организма зависят не только от его возможностей, но и от времени их реализации. Если защитная реакция реализовалась несвоевременно, то ее эффективность будет выражена значительно меньше, вплоть до нуля. Реакции преимущественно носят кратковременный характер, при чрезмерном и продолжительном действии стрессора, а в нашем исследовании – гипотермии, происходит срыв основных реакций организма, что способствует развитию необратимых последствий [3].

К тому же, длительное воздействие гипотермии значительно повышает риск развития хронической почечной недостаточности, острого цистита, пиелонефрита, абсцесса. К тому же, отрицательные температуры вызывают значительные нарушения со стороны сосудистого русла органа или систем органов, что в свою очередь приводит ко всем известному типовому патологическому процессу - гипоксии, не говоря уже об изменениях в других очень важных структурах почки.

### **Результаты и обсуждения**

Начнем обсуждение со стороны изменения сосудистого русла, являющегося одним из основных побочных эффектов действия гипотермии. Тимербулатов В.М., Каюмов Ф.А. описали гистологические изменения при данном типе воздействия. Отмечается полнокровие сосудов, выявляется периваскулярный отек. В корковом веществе встречаются венозные сосуды с выраженным полнокровием и лейкоцитарной интеграцией, проникающей в близлежащие тканевые структуры. Наблюдаются очаги кровоизлияний возле полнокровного сосуда, явно деформированные канальцы и эпителиоциты. Клетки не имеют границ, а их ядра подвержены кариопикнозу и кариолизису. Таким образом полнокровие сосудов почек приводит к деструктивным изменениям ультраструктур коркового и мозгового вещества, последнего в меньшей степени [4].

Нарушения происходят и со стороны показателей гемодинамики, а точнее с объемом ренального кровотока и его скорости. В связи с гипотермией и некоторой деформацией сосудов происходит перестройка кровотока, следствием этого становится возможное снижение как объема, так и скорости кровоснабжения почки. Влияние последнего более выражено и описано дальше с сопутствующими факторами [5].

Еще одним из отрицательных эффектов холодого фактора является нарушение со стороны гемостаза. В работе Дворянского С.А. и Овчинникова В.В. описан сдвиг коагуляции в сторону повышения свертывания. Возникает данное явление из-за повышения свободных радикалов и последующего изменения как самих клеток, так и их мембран. Вдобавок к этому преобразование затрагивает и обмен веществ, основным субстратом становятся не углеводы, а липиды. Все перечисленное в итоге приводит к активации системы гемостаза, и как следствие, возможное развитие тромбозов и тромбоземболий [6].

В разговоре о повреждениях сосудов почек, подробнее остановимся на таком опасном осложнении, как образование тромбов в связи со спазмом сосудов, застоем крови и ранее озвученной гиперкоагуляции, а далее возможном развитии инфаркта почки или аневризмы почечной артерии [7].

Коснемся также и практических исследований по эффектам низких температур на почки. Исследователями, а именно Арбыкиным Ю.А., Алябьевым Ф.В. был проведен эксперимент по влиянию гипотермии на почки крыс, которые подвергались воздействию отрицательных температур различной градусной градации и продолжительности по времени. В итоге были описаны состояния различных частей аппарата почек, проведены измерения структурных элементов нефроцитов, рассчитано соотношение клеток с пикнотичными ядрами в канальцах нефронов. Результатом воздействия низких температур стало увеличение количества нефроцитов с пикнотичными ядрами в проксимальных канальцах нефрона, а через более длительное время и мезангиоцитов,

затем изменения коснулись и ножек подоцитов. Такие изменения ультраструктур можно расценивать как снижение функциональных способностей различных отделов почек [8].

Возвращаясь к началу исследования повторим, что гипотермия-стресс, и ее воздействие запускает адаптативные механизмы. При слишком длительном действии стрессора данные механизмы истощаются, что приводит к хроническим формам повреждений. Данные повреждения и их последствия также были описаны в одной из работ Лисянской О.Ю. Продолжительное воздействие приводит к усиленному ангиогенезу, как правило несовершенному, в последствии это приводит к дополнительной пролиферации клеток и фиброзу, который стремительно разрастается, увеличивая интерстициальное пространство, а следовательно и расстояние между капиллярами и канальцами, еще больше усугубляя гипоксию, что приводит к дальнейшим повреждениям структур почки вплоть до развития некроза [9].

Опираясь на вышеописанное исследование можно сделать вывод о том, что сдвиг защитных сил организма в ту или иную сторону пагубно повлияет на функции почек, их угнетение влечет снижение ответной реакции на флогены, что в свою очередь послужит началом инфекционных заболеваний, которые уже были описаны вначале. Теперь можно коснуться активации этих механизмов. В работе Скаковой А.Б. были рассмотрены последствия увеличения концентрации иммунных клеток. Наблюдалась инфильтрация стромы почки и дистрофия канальцев, с вытекающим некрозом эпителия. Также были и фиброзные изменения сосудов с их полнокровием. Следствием всего этого можно считать снижение концентрационной и фильтрационной функций почек [10].

И наконец, хотелось бы отметить положительные стороны гипотермии, которые можно и даже нужно использовать в клинической практике. Ведь охлаждение организма наблюдается не только в неблагоприятных климатических условиях, но и при использовании методов терапевтической гипотермии. На сегодняшний день гипотермия

характеризуется как один из перспективных методов защиты органов от гипоксии. Данный метод был предложен впервые как иностранными, так и отечественными авторами и применяется в качестве протектора при анаэробных условиях. Было доказано, что при перераспределении крови основное ее количество идет в мозг и сердце, ограничивая поступление в почки, находящиеся в среде с низким давлением кислорода и очень чувствительными к любым изменениям, связанным с перфузией. Данная методика ингибирует механизм апоптоза, уменьшает образование свободных радикалов и медиаторов воспаления, что положительно сказывается на функции органа в перенесенных анаэробных условиях, к сожалению, данных по длительному использованию ТГ-нет [11].

Изучив научную работу Магомедовой Н.Г., Мирской Р.О., мы выяснили изменения со стороны ферментных систем, а именно фермента супероксиддисмутаза под воздействием гипотермии, являющимся важным компонентом антиоксидантной системы и первой линией защиты организма от АФК. Эксперимент проводился на лягушках, их подвергали недельной гипотермии, а затем отогревали и изучали изменения активности фермента. В результате стало ясно, что действие холода, как стрессора приводило в действие реактивность организма и соответственно повышение активности фермента, дальнейшее отогревание возвращало данные к контрольной группе. Эта область достаточно мало исследована, но имеет достаточно хорошие перспективы для изучения и использования такого эффекта гипотермии в медицине, так как фермент защищает организм от свободно - радикального окисления, что является достаточно актуальной темой в настоящее время [12].

Важным методом диагностики смерти от переохлаждения является морфологический метод. Однако серьезной проблемой является проведение дифференциальной диагностики, когда выявленные морфологические признаки не являются специфическими и могут встречаться и при других патологиях. Отдельного внимания заслуживают результаты исследований, проведенных Бобровым И.П. и соавторами [13,

15]. Данные исследования посвящены изучению особенностей морфофункциональной реорганизации клеточных структур, возникающих на фоне действия низкой температуры различной интенсивности и сроков. Отдельного внимания заслуживают работы, посвященные структурным изменениям ядерного аппарата клеток печени, легких, морфофункциональные изменения тучноклеточной популяции [15, 16, 17].

### **Выводы**

Проанализировав научные статьи и исследования по влиянию гипотермии на почки, можно сделать вывод о том, что отрицательные температуры, безусловно, пагубно влияют на структуру и функциональные способности данных органов. Патология органов, обусловленная влиянием гипотермии, зависит преимущественно от климатических условий, в которых обитает человек. Стоит отметить также, что к дисфункции приводит не сам холод, а последствия его воздействия, в большей мере оказывая влияние на сосудистую систему, вызывая тяжелые заболевания почек: хроническую почечную недостаточность, острый цистит, пиелонефрит. При воздействии низких температур в условиях эксперимента наблюдалось увеличение количества нефроцитов с пикнотичными ядрами в проксимальных канальцах нефрона, изменение ножек подоцитов. Данные патологии со стороны различных систем организма указывает на отрицательное влияние гипотермии как в условиях жизнедеятельности, так и в условиях эксперимента.

У гипотермии есть не только «плохая» сторона, но и положительные особенности влияния. Положительным свойством гипотермии является ее преимущественное использование в терапевтических целях. Это проявляется в защите клеток от гипоксии. Чем дольше обусловлен период гипоксии, тем сильнее и глубже могут оказаться повреждения различных органов. Гипоксия в большей степени повреждает головной мозг, сердце, почки. Почки в условиях гипоксии начинают повреждаться спустя 40 минут. Тем самым положительные свойства гипотермии способствуют предотвращению подобных процессов повреждения тканей и органов.

На сегодняшний день влияние гипотермии как на почки, так и на весь организм в целом не до конца изучено. На наш взгляд гипотермия заслуживает большего внимания. Необходимо уделять больше времени разработке новых технологий, которые бы позволили более углубленно изучить влияние гипотермии на организм в целом.

#### Список литературы:

1. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодových воздействиях (обзор). Сообщение. Журнал медико-биологических исследований. 2015; 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/termoregulyatsiya-organizma-pri-holodovyh-vozdeystviyah-obzor-soobschenie-i> (дата обращения: 04.11.2022).
2. Степанян Ю.С. Структурные основы процессов адаптации при гипотермии. 2009. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturnye-osnovy-protsessov-adaptatsii-pri-gipotermii> (дата обращения: 04.11.2022)
3. Денисенко А.Г., Расстройство здоровья и смерть от действия крайних температур: методические рекомендации. Витебск: Витебский государственный медицинский университет. 2018. 34 с.
4. Тимербулатов В.М., Каюмов Ф.А., Тимербулатов Ш.В., Фаязов Р.Р., Смыр Р.А. Патоморфология синдрома интраабдоминальной гипертензии. Часть I. Медицинский вестник Башкортостана. 2015; 4 (58). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/patomorfologiya-sindroma-intraabdominalnoy-gipertenzii-chast-i> (дата обращения: 03.11.2022).
5. Ананьев В.Н. Холодовая адаптация и адренорецепторы. Успехи современного естествознания. 2010; 11: 8-11.
6. Антонов, А.Г., Ионов, О.В., Киртбая, А.Р., Балашова, Е.Н., Никитина, И.В., Рындин, А.Ю. Методика проведения лечебной гипотермии детям, родившимся в состоянии асфиксии. Анестезиология и реаниматология. 2014; 59(6): 76-78.
7. Дворянский С.А., Овчинников В.В. Некоторые аспекты адаптации и состояния гемостаза на Севере. 2010.



URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-aspekty-adaptatsii-i-sostoyaniya-gemostaza-na-severe>(дата обращения:03.11.2022)

8. Лычева Н.А., Шахматов И.И., Киселев В.И., Бобров И.П., Лепилов А.В., Долгатов А.Ю. Патоморфология скелетной мускулатуры и микроциркуляторного русла при экспериментальной гипотермии. Судебная медицина. 2017; 2: С. 12-16.

9. Арбыкин Ю.А., Алябьев Ф.В., Янковский В.Э., Агеева Т.А., Полякевич А.С. Динамика ультраструктурных изменений почек при общем переохлаждении организма. СМЖ. 2015; 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-ultrastrukturnyh-izmeneniy-pochek-pri-obshchem-pereohlazhdenii-organizma> (дата обращения: 04.11.2022).

10. Лисянская О.Ю. Гипоксия — ведущий фактор прогрессирования хронической болезни почек. Почка. 2016; 1 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipoksiya-veduschiy-faktor-progressirovaniya-hronicheskoy-bolezni-pochek> (дата обращения: 04.11.2022).

11. Антонов, А.Г., Ионов, О.В., Киртбая, А.Р., Балашова, Е.Н., Никитина, И.В., Рындин, А.Ю. Методика проведения лечебной гипотермии детям, родившимся в состоянии асфиксии. Анестезиология и реаниматология. 2014; 59(6): 76-78.

12. Магомедова Н.Г., Мирская Р.О., Мейланов И.С. Активность супероксиддисмутаза в тканях озерной лягушки *Rana ridibunda* при искусственной гипотермии и последующем согревании. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2010; 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktivnost-superoksiddismutazy-v-tkanyah-ozernoj-lyagushki-rana-ridibunda-pri-iskusstvennoy-gipotermii-i-posleduyuschem-sogrevanii> (дата обращения: 20.11.2022).

13. Бобров И.П., Лепилов А.В., Долгатов А.Ю., Крючкова Н.Г., Бакарев М.А., Молодых О.П. Влияние среды охлаждения на пloidометрические

параметры гепатоцитов белых крыс. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019; 167(2): 163 – 168.

14. Корсииков Н.А., Лепилов А.В., Бобров И.П., Долгатов А.Ю., Долгатова Е.С., Бабкина А.В., Гервальд В.Я., Бульбенко М.М., Бычкунов В.А., Чикменев А.В., Лушникова Е.Л., Бакарев М.А. Некоторые особенности структурно - морфологической реорганизации миокарда крыс при глубокой гипотермии в эксперименте. Современные проблемы науки и образования. 2022; 4.

15. Бобров И.П., Лепилов А.В., Шахматов И.И., Долгатов А.Ю., Гулдаева З.Н., Крючкова Н.Г., Орлова О.В., Шепелева Н.В., Лушникова Е.Л., Бакарев М.А., Молодых О.П. Роль тучных клеток в процессах адаптации легких к однократной и многократной иммерсионной гипотермии. Бюллетень медицинской науки. 2020; 2: 10 – 17.

16. Бобров И.П., Лепилов А.В., Гулдаева З.Н., Долгатов А.Ю., Алымова Е.Е., Крючкова Н.Г., Лушникова Е.Л., Молодых О.П. Тучноклеточная инфильтрация легких крыс после гипотермии. Современные проблемы науки и образования. 2019; 1.

17. Бобров И.П., Лепилов А.В., Долгатов А.Ю., Корсииков Н.А., Гулдаева З.Н., Крючкова Н.Г., Соседова М.Н., Долгатова Е.С., Лушникова Е.Л., Бакарев М.А. Тучные клетки миокарда при воздействии гипотермии. Современные проблемы науки и образования. 2021; 5.

---

**Как цитировать:**

Калин Д.А., Перепелица И.Н., Бабкина А.В., Лепилов А.В., Долгатов А.Ю., Корсииков Н.А., Долгатова Е.С., Бобров И.П. Структурно - морфологические особенности изменений почек в условиях гипотермического повреждения. *Scientist*. 2023; 23 (1): 169-178.

---