

**Дрыганова Дарина Сергеевна**, студент,  
Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Белгород

**Тарасова Арина Олеговна**, студент,  
Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Белгород

**Бочарова Ксения Александровна**, доцент,  
кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой  
микробиологии и вирусологии с курсом клинической иммунологии,  
Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Белгород

**Шванова Татьяна Александровна**, ассистент кафедры  
микробиологии и вирусологии с курсом клинической иммунологии,  
Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Белгород

## РОЛЬ E. COLI В ПАТОГЕНЕЗЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ

**Аннотация:** *Escherichia coli* – грамотрицательная бактерия, часто встречающаяся в кишечнике человека и других теплокровных животных. В норме она выполняет полезные функции, но в некоторых случаях она может стать причиной инфекций мочеполовой системы. Лучшее понимание патогенеза ИМП, особенно наиболее распространенной причины ИМП, а именно *Escherichia coli* имеет решающее значение для лечения и профилактики ИМП.

**Ключевые слова:** *Escherichia coli*, мочеполовая система, инфекции мочевыводящих путей, факторы вирулентности, лекарственная устойчивость.

ИМП в основном вызываются бактериями, хотя в них также замешаны грибки и некоторые вирусы. Среди бактерий грамотрицательные бактерии *Enterobacteriaceae* семейство, включающее *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus* виды, и др., в основном вовлечены. Однако некоторые грамположительные организмы, в основном *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* и *Streptococcus agalactiae*, также играют определенную роль, особенно среди молодых женщин. *E. coli* является доминирующим возбудителем во всех группах пациентов, вызывая 80-90% всех ИМП. Следовательно, *E. coli* служит модельным патогеном для изучения патогенеза ИМП [7]

*Escherichia coli* является нормальным компонентом кишечной микробиоты человека и животных. Отличительные *E. coli* штаммы, вызывающие большинство ИМП, были названы уропатогенными *E. coli*. Они обладают разнообразными факторами, ассоциированными с вирулентностью, которые помогают им прикрепляться к хозяину, вторгаться в него и травмировать его, и включают адгезины, токсины, сидерофоры, защитные полисахаридные покрытия, инвазины и белки, ассоциированные с резистентностью сыворотки [3].

Роль *E. coli* в патогенезе заболеваний мочеполовой системы может быть связана с несколькими ключевыми аспектами:

Адгезия и колонизация. *E. coli* обладает способностью адгезии (прилипания) к эпителиальным клеткам мочеполовых органов, что является первым шагом в заражении. Бактерии могут проникать в мочевой пузырь, мочеточники или даже почки.



Факторы вирулентности. У некоторых штаммов *E. coli* есть специальные факторы вирулентности, такие как фимбрии и адгезивные белки, которые способствуют колонизации и проникновению в эпителиальные клетки. Они улучшают способность бактерии существовать в условиях мочеполовых органов.

Факторы патогенности. Некоторые штаммы *E. coli* содержат гены, ответственные за синтез токсинов и другие факторы патогенности. Эти гены могут быть объединены в так называемые «патогенные острова», что делает определенные штаммы более способными вызывать заболевания.

Воспалительный ответ. При инфекции мочеполовой системы организм активирует воспалительные механизмы в ответ на присутствие бактерий. Это может привести к характерным симптомам, таким как боль, покраснение и отечность.

Мочеполовые органы как ворота инфекции. Мочевыводящие пути, особенно у женщин, представляют собой особый путь для инфекции извне в организм. У женщин мочеиспускательный канал короче и шире, что облегчает попадание бактерий в мочевой пузырь [5].

Патогенез ИМП представляет собой сложный процесс, на который влияют различные биологические и поведенческие факторы хозяина, а также свойства инфицирующего патогена, включая факторы вирулентности. Это представляет проблему в эпидемиологических исследованиях, касающихся роли специфических факторов вирулентности в патогенезе ИМП из-за смешивающего действия факторов хозяина [9].

У большинства людей без осложнений мочевыводящие пути обычно стерильны, и проникновение микроорганизмов предотвращается потоком мочи, секретирруемыми и тканеассоциированными антибактериальными факторами, а также бактерицидной активностью эффекторных иммунных клеток. В большинстве случаев источником заражения является фекальная флора хозяина. *E. coli* штаммы и распространяются через влагиалище в нижние мочевыводящие пути (т.е. мочеиспускательный канал и мочевой пузырь), где они могут установить колонизацию. Были предложены две гипотезы для объяснения перемещения организма из фекальной флоры в мочевыводящие пути. Гипотеза распространенности гласит, что численно наиболее распространенный *E. coli* в это будут вовлечены клоны в кале, в то время как теория патогенности утверждает, что *E. coli* будут отобраны штаммы с повышенным потенциалом вирулентности. Эти два механизма, возможно, не являются взаимоисключающими, но вместо этого могут совместно способствовать патогенезу ИМП [1].

Хотя фекальная флора хозяина является основным источником *E. coli* были описаны другие. Сообщалось о вспышках ИМП среди населения, но без каких-либо доказательств передачи инфекции от человека к человеку. Продукты питания и вода были предложены в качестве возможных переносчиков таких вспышек. В частности, большое молекулярное сходство между *E. coli* из мясных продуктов розничной продажи и у здоровых или инфицированных людей. Распространение инфекции в домашних условиях *E. coli* среди совместно проживающих людей и их домашних животных, в том числе между половыми партнерами [2]. Факторы вирулентности вторгающихся бактерий и защитные механизмы хозяина определяют исход инфекции. Различные факторы хозяина, такие как возраст, пол, беременность или иммунологический статус, могут предрасполагать к ИМП и позволять менее вирулентным патогенам вызывать заболевание. Если инфекция локализуется в нижних отделах мочевыводящих путей с такими симптомами, как дизурия и учащенное мочеиспускание, инфекция называется острым циститом. Если инфекция распространяется на верхние мочевыводящие пути с такими симптомами, как боль в боку, лихорадка и недомогание, инфекция определяется как острый пиелонефрит [8].



Вирулентность относится к способности микроорганизма вызывать заболевание и зависит от наличия различных вспомогательных признаков, называемых факторами вирулентности, – это специфические свойства, которые позволяют организмам преодолевать защитные силы хозяина и вызывать заболевание. Однако, хотя в уропатогенном *E. coli* было идентифицировано несколько факторов, экспериментальные и эпидемиологические данные показали, что ни один из них не определяет эти патогены однозначно.

Факторы вирулентности уропатогенного *E. coli* сгруппированы по функциональным категориям, таким как адгезины, токсины, системы усвоения железа и протектины. Факторы вирулентности кодируются генами, расположенными в хромосомах или плаزمиде, причем некоторые из них являются исключительно хромосомными, другие, исключительно или преимущественно связанные с плазмидой, и некоторых хромосомных или плазмид-ассоциированных [1].

Антибиотики являются средством первой линии лечения ИМП, но некоторые штаммы *E. coli* стали более устойчивыми ко многим из этих препаратов.

На самом деле, резистентные штаммы *E. coli*, по-видимому, вызывают сейчас больше ИМП, чем когда-либо прежде. В одном исследовании, проведенном в 2021 году, исследователи отслеживали более 1,5 миллионов случаев ИМП с 2011 по 2019 год и обнаружили, что резистентность к *E. coli* варьировала от 3,8% (при применении нитрофурантоина) до более чем 25% (ко-тримоксазол), в зависимости от антибиотика [6].

К лицам, наиболее подверженным риску развития устойчивых ИМП к *E. coli*, относятся лица с мочевыми катетерами, все, у кого в анамнезе были рецидивы ИМП, и люди, недавно прошедшие курс антибиотиков. Мало того, что устойчивые инфекции труднее поддаются лечению, люди, которые заражаются этими инфекциями, также подвергаются повышенному риску потенциально опасного для жизни инфекционного осложнения, называемого сепсисом [4].

*Список литературы:*

1. Flores-Mireles AL, Walker JN, Caparon M, and Hultgren SJ. Urinary tract infections: Epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nature Reviews Microbiology*. 2015;13:269-284.
2. Mobley HL, Island MD, Massad G. Virulence determinants of uropathogenic *Escherichia coli* and *Proteus mirabilis*. *Kidney International Supplements*. 1994;47:S129-S136.
3. Moreno E, Andreu A, Perez T, Sabate M, Johnson JR, Prats G. Relationship between *Escherichia coli* strains causing urinary tract infection in women and the dominant faecal flora of the same hosts. *Epidemiology and Infection*. 2006;134:1015-1023.
4. Mulvey MA. Adhesion and entry of uropathogenic *Escherichia coli*. A mini review. *Cell Microbiology*. 2002;4:257-271.
5. Svanborg C, Bergsten G, Fischer H, et al. Uropathogenic *Escherichia coli* as a model of host-parasite interaction. *Current Opinion in Microbiology*. 2005;9:33-39.
6. Гавриченко, С.С. Микробиология: учеб. пособие / С. С. Гавриченко, С.И. Якубовская. – Минск: РИПО, 2022. – 270 с. – ISBN 978-985-895-024-8. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789858950248.html>.
7. Зверев, В.В. Микробиология: учебник / под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – 2-е изд., перераб. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 616 с. – ISBN 978-5-9704-6396-3. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970463963.html>.



8. Маннапова, Р.Т. Микробиология, микология и основы иммунологии: учебник / Р.Т. Маннапова. – Москва: Проспект, 2023. – 616 с. – ISBN 978-5-392-37534-9. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392375349.html>.

9. Ножевникова А.И., Бочкова Е.А., Плаунов В.К. Мультивидовые биопленки в экологии, медицине и биотехнологии. // Микробиология. – 2015. – Т.84. – №6. – С.623-644.

