

## Биопленки госпитальных экосистем

А.В. МОКИЕНКО

**Резюме.** Обзор посвящен актуальной проблеме биопленок госпитальных экосистем и современным подходам к ее решению. Освещены вопросы нозокомиальных инфекций, роль биопленок в их распространении, современные методы удаления биопленок, в том числе с применением бактериофагов, значимость воды как фактора трансмиссии возбудителей нозокомиальных инфекций. Представлены результаты собственных аналитических и экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** биопленки, госпитальные экосистемы, нозокомиальные инфекции.

Согласно определению Европейского бюро Всемирной Организации Здравоохранения (1979 г.) «Внутрибольничная инфекция» (син. больничная, госпитальная, внутригоспитальная, нозокомиальная) – любое клинически распознаваемое инфекционное заболевание, которое поражает больного в результате его поступления в больницу или обращения в нее за лечебной помощью, или инфекционное заболевание сотрудника больницы вследствие его работы в данном учреждении, вне зависимости от появления симптомов заболевания во время или после пребывания в больнице».

Глобальный характер проблемы нозокомиальных инфекций (НИ) иллюстрируется следующими фактами, которые отражены в материалах Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС) по экономическим последствиям НИ (2012 г.). Из 100 пациентов инфицируются 7 в развитых и 10 в развивающихся странах. В отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) показатель возрастает до 30%, а летальность на фоне НИ – в 10 раз. С каждым годом увеличивается мультирезистентность возбудителей НИ. Экономические последствия состоят в том, что стоимость лечения увеличивается в 3–4 раза. В США НИ являются 4-й причиной смерти (от 47 тыс. до 90 тыс. человек ежегодно), экономический ущерб составляет около 6,5 млрд долларов. В Российской Федерации НИ заражаются до 2,5 млн человек в год (1,75% жителей страны), экономический ущерб оценивается от 5 до 10–15 млрд рублей. В Европе ежегодно затраты на НИ составляют около 7 млрд евро.

По мнению R.M. Donlan и J.W. Costerton (2002) [1], основным источником НИ и фактором персистенции их возбудителей в госпитальных экосистемах, от воздуха и воды до внутренней поверхности катетеров и систем организма, являются биопленки.

Первостепенная важность биопленок как основного источника нозокомиальных инфекций инициирует необходимость тщательного анализа этой проблемы.

Прежде всего, следует отметить, что биопленка – это не хаотичный конгломерат микробов, не связанных между собой, но самоорганизующаяся, самодостаточная, регулируемая система, которую по праву можно назвать самостоятельной формой биоты и важнейшей биотической компонентой биосферы.

Фундаментальные принципы организации биопленок состоят в следующем.

1. Убиквитарность (вездесущность) как основной доминанты существования бактерий в окружающей среде (более чем 99,9% бактерий растут в биопленках на широком разнообразии поверхностей) [2].

2. Оппортунизм бактерий биопленки, которые с удобством и выгодой (дословно с латыни) используют возможность (дословно с английского) пребывать в организме бессимптомно (*Staphylococcus aureus* как условно-патогенный микроорганизм обнаруживается в носоглотке 20–30% здоровых взрослых лиц), так и вызывать острые и хронические инфекции, вплоть до септических состояний при иммунодефицитах различного генеза.

3. Наличие высокорезистентных клеток – персистеров: выжившие персистеры восстанавливают исходную популяцию биопленки. Персистеры – это альтруистические клетки, жертвующие быстрым размножением ради выживания популяции родственных клеток в присутствии летальных факторов. Исследования показали, что проблемы лечения инфекций, связанных с бактериальными биопленками, в значительной степени определяются наличием в них персистеров [3].

4. Наличие экзополисахаридного матрикса, который на 95% состоит из воды [4] и представляет собой одновременно «тело» биопленки и субстрат для обмена генетической информацией и сигнальными молекулами.

5. Мультиантибиотикобиоцидорезистентность бактерий биопленки.

6. Устойчивость биопленок к внешним воздействиям, например, парадоксальная способность формироваться с большей скоростью в турбулентных (образовавшаяся структура является очень вязкоупругой и эластичной [5]), а не в ламинарных потоках (биопленки имеют низкий предел прочности и легко деформируются [1]).

7. Наличие quorum-sensing – ощущения кворума – способности бактерий общаться друг с другом сигнальными молекулами (автоиндукторами), что позволяет их колониям в биопленке регулировать коллективное поведение и функционировать как единый организм с самостоятельными системами регуляции движения, роста, защиты, размножения, токсичности и вирулентности [6].

8. Ассоциация со свободно живущими амёбами (FLA), например *Hartmannella vermiformis* и *Acanthamoeba castellanii*, амёбо-резистентных бактерий (ARB), чаще всего *Legionella spp.* и нетуберкулезных *Mycobacterium spp.*, подтверждением чему является работа [7] и наши предыдущие публикации [8, 9], согласно которым FLA являются резервуаром для этих ARB, что подчеркивает важность учета амёб при контроле качества воды в больницах.

По разным оценкам, с биопленками связаны от 60% [3] до 80% [1] заболеваний человека. Мы схематично очертили значимость биопленок в наиболее манифестных патологиях. Однако не будет преувеличением сказать, что это только верхушка айсберга. В настоящее время очевидно существование ассоциации между возникновением биопленок и инфекцией при определенных патологиях. Микроорганизмы, влеклеточные компоненты биопленки, ее природа и характер патогенности изменяются от одних условий болезни к следующим. Однако в каждом конкретном случае существуют определенные общие неизменные закономерности: продукция внеклеточного матричного полимера, устойчивость к антимикробным средствам, которая увеличивается с возрастом биопленки, и устойчивость к факторам иммунной системы [1].

Результаты эпидемиологических исследований неопровержимо свидетельствуют о роли биопленок в инфекционных болезнях и в результате воздействия медицинских устройств. Это может быть особенно важным для пациентов с теми или иными явлениями иммунодефицита. Предложенные механизмы такой взаимосвязи следующие [1]:

- отделение клеток или их скоплений из биопленок медицинских устройств в кровотоки или в мочевыводящие пути;
- продукция эндотоксинов,
- устойчивость к иммунной системе организма,
- образование ниши для генерирования устойчивых микроорганизмов (через обмен плазмидами резистентности).

В связи с изложенным возникает вполне справедливый вопрос: как гарантировано удалить биопленки. Именно так, а не иначе, поскольку минимальное их количество всегда и при всех адекватных условиях обеспечит прежний (а может и более бурный) рост и выживание.

Здесь уместно вспомнить мнение Rodney M. Donlan и J. William Costerton [1]: «Все попытки контроля за формированием биопленки в промышленных системах потерпели неудачу. Следует ожидать равную нехватку успеха при таком же подходе к медицинским устройствам». Заканчивая этот обзор, авторы акцентируют: необходимо исследовать любую инфекцию, резистентную к антибиотикотерапии и к системам иммунной защиты, с экспрессией соответствующих генов, кодирующих

невосприимчивый бактериальный фенотип. Кроме того, необходимо использовать фенотип биопленки каждого возбудителя хронической инфекции для получения новых вакцин и антибиотиков, направленных на инактивацию биопленок как источника многих болезней.

Мы сочли необходимым уделить определенное внимание биопленкам актуальных возбудителей нозокомиальных инфекций – *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* и *L. pneumophila*. Прежде всего, потому, что эти возбудители наиболее часто поражают пациентов, а их выделение из всевозможных объектов внутрибольничной среды дает все основания рассматривать их как наиболее частые и опасные причины нозокомиальных инфекций. Здесь следует обратить внимание на ряд обстоятельств, которые лежат в основе чрезвычайно трудной излечимости инфекционных патологий, вызванных этими бактериями. Первое – это многофакторность формирования стафилококками биопленок за счет аутоиндукторов в системе quorum sensing, что определяет способность этого микроорганизма к высокой адаптации к факторам окружающей среды и иммунной системы, состоящей, в том числе, в многошаговой миграции из биопленок и обратно в процессе персистенции в организме [10]. Второе – убедительно сформулированный механизм взаимосвязи апоптоза определенных бактерий *P. aeruginosa* в биопленке с освобождением *Psl* на поверхности этих клеток, разрушением существующей матрицы и выходом бактерий за пределы биопленки [11]. Третье – ассоциативность *Legionellae spp.* с биопленками и идентичность жизненного цикла *L. pneumophila* в протозоа и человеческих макрофагах [12]. Четвертое – совместность присутствия в биопленках *L. pneumophila* с другими микроорганизмами-возбудителями внутрибольничных инфекций, в том числе вышепомянутыми *P. aeruginosa* и *Staphylococcus spp.* [13, 14]

Вышеизложенное целиком и полностью объясняет результаты исследований о широком распространении полирезистентных штаммов в госпитальных условиях г. Одессы, согласно которым суммарный процент резистентных или умеренно-резистентных к большинству антибиотиков штаммов составил  $(91,76 \pm 14,14)\%$  для *P. aeruginosa* и  $(63,26 \pm 11,2)\%$  для *S. aureus*. Чрезвычайно актуальным является дополнительное обоснование значимости полимерных материалов больничного пространства как локальных резервуаров госпитальных штаммов, возможного источника вторичных очагов НИ и фактора, способствующего селекции мультирезистентных штаммов [15]. Получены убедительные данные о значимости рельефа поверхности на сорбцию легионелл: наибольшее их количество адсорбировалось на поверхности с наиболее шероховатым рельефом, наименьшее – на поверхности с наименьшими размерами пор.

Исследования биопленкообразования и бактериоциногенности у *P. Aeruginosa* представляются нам чрезвычайно важными в контексте распро-

ния наших представлений о роли биопленок как источника нозокомиальных инфекций. Это касается этапности формирования и деградации биопленки; изменений морфологии клеток при переходе *P. aeruginosa* от планктонной к биопленочной форме (тенденция к их укорочению); наличия субстанции, выполняющей структурообразующую функцию биопленки; двухвекторности развития биопленки *P. aeruginosa* во временном и пространственном интервале; зависимости вариабельности размеров структурных компонентов биопленки и их количественного соотношения от штаммоспецифичности; существенных колебаний количества микроорганизмов в динамике накопления биопленки разными штаммами; зависимости интенсивности образования биопленки от температурных колебаний. Особо следует отметить такую важную составляющую этого раздела, как продуцирование *P. aeruginosa* бактериоципов в составе биопленки, интенсивность которого тесно коррелирует с увеличением содержания источника углерода и энергии и не зависит от продолжительности инкубирования культуры. При этом для этих веществ установлена различная степень влияния на близкородственные штаммы того же вида в биопленочной и планктонной формах.

С нашей точки зрения, очень своевременной является характеристика бактериальных биопленок при хронических гнойных средних отитах. Прежде всего, потому, что в доступной нам литературе этот аспект биопленкообразования при этих инфекциях изложен крайне скупо. Речь идет о единственном сообщении Hayes et al. (на которых ссылаются авторы обзора [1]), посвященном развитию биопленок на поверхностях слизистой при средних отитах, и неопубликованной работе. Установленное образование микроорганизмами биопленок в холестеатомах (73,3% случаев), помимо сугубо научного, имеет в высшей степени важное практическое значение, поскольку этот факт должен учитываться хирургами при получении отрицательных результатов бактериологических исследований. Поэтому авторы ркомендуют проводить бактериологические исследования холестеатом, удаленных во время операций, с целью улучшения диагностики и назначения этиотропной антибиотикотерапии.

Результаты исследований *Candida spp.*, как возбудителей нозокомиальных инфекций, и оценка их роли в биопленкообразовании также представляются нам чрезвычайно важными. Установлена особая роль *Candida spp.* и, прежде всего, *C. albicans*, в биопленкообразовании. Это проявляется в факторах, влияющих на формирование биопленок *in vitro*; в корреляции между способностью образовывать биопленки и патогенностью различных видов грибов рода *Candida*, которая сопоставима с данными литературы [16, 17]; во влиянии характера используемого материала катетера на формирование биопленки *C. albicans*; в зависимости количества

матрицы биопленки от условий инкубации; в специфической смеси морфологических форм (споровых клеток дрожжей, гифов и псевдогифов) как отличительной особенностью биопленки *C. albicans*; в различной степени лекарственной устойчивости (и вариантах ее механизма) кандид в составе биопленок; в симбиотических и антагонистических взаимодействиях *C. albicans* с бактериями в смешанных грибково-бактериальных биопленках.

Мы проанализировали чрезвычайно перспективный метод удаления биопленок путем использования бактериофагов. Результаты наших исследований свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований в области применения бактериофагов не только в лечебных, но и в профилактических (противоэпидемических) целях для предупреждения образования госпитальных биопленок и их деструкции. Особый интерес представляет возможность использования фагов, в отличие от дезинфицирующих средств, в процессе непосредственного проведения манипуляций (например, катетеризации).

Вместе с тем, по мнению Rodney M. Donlan [18], здесь следует учитывать ряд важных вопросов. Один из них связан с выбором смеси фагов, которые могли бы предотвратить формирование биопленок разнообразными бактериальными штаммами, могущими потенциально колонизировать устройство. Целый комплекс вопросов касается способности матрицы покрытия адсорбировать фаг, инфекционности внедренного фага, его стабильности, эффективности фага в присутствии сывороточных белков, таких как фибрин, и толерантности покрытия по отношению к пациенту.

Применение фага на поверхности катетеров или других медицинских устройств может обеспечить новый эффективный метод предотвращения образования бактериальных биопленок. Предварительный выбор смесей фага, оптимизация матрицы покрытия и валидация *in vitro* и на моделях животных являются обязательными перед оценкой *in vivo*.

Анализ значимости воды подчеркивает необходимость учета этого важного фактора как фактора распространения НИ. В связи с этим нами обоснована правомочность применения диоксида хлора при дезинфекции медицинского инструментария, оборудования и поверхностей.

Следует отметить, что данные литературы [19, 20] и их анализ [21–23] корреспондируются с результатами исследований М. Ехнер [24], согласно которым диоксид хлора эффективнее хлора при удалении существующих и предотвращении формирования новых биопленок в системе водоснабжения больниц.

В настоящее время образование антибиотиков некоторыми флуоресцирующими видами *Pseudomonas spp.* считается важным фактором в конкурентовании микроорганизмов, причем признается многообразие антибиотиков, продуцируемых разными видами. Флуоресцирующие виды *Pseudomonas* являются

самой крупной и, вероятно, наиболее многообещающей группой бактерий из-за их способности к быстрой и активной колонизации и к предотвращению заражения патогенными микроорганизмами [25].

В этом плане представляет интерес бактерицидное действие минеральных вод, которое подробно изучено в диссертационной работе [26], обосновано методически [27, 28] и получило дальнейшее развитие в исследованиях по гигиеническому обоснованию улучшения качества фасованной минеральной природной лечебно-столовой воды [29]. В частности установлено, что 4 из 5 штаммов микроорганизмов, выделенных из фасованной негазированной минеральной воды, оказывали бактерицидное действие на условно-патогенные микроорганизмы. Это подтверждает результаты предшествующих наблюдений о бактерицидном действии микрофлоры минеральной воды «Нафтуса» на некоторые условно-патогенные бактерии, выделенные у больных с заболеваниями почек и мочевыводящих путей [30]. Следует также упомянуть недавнюю работу по антибиопленковой активности штамма 3J6 морских бактерий *Pseudoalteromonas sp.* [31].

Представленный анализ и вышеизложенное сопоставление даст нам право на совершенно парадоксальное, на первый взгляд, суждение: если биопленку невозможно удалить биоцидами и антибиотиками, то почему человеку не переформатировать свои отношения с ней из антагонистических в симбиотические, создавая искусственные биопленки из бактерицидных штаммов бактерий, которые либо будут создавать защитную пленку на эпидемически значимых медицинских устройствах и поверхностях, либо замещать инфектные биопленки на бактерицидные в живом организме. Последнее открывает совершенно иные перспективы изучения биопленок для обоснования разумного их сосуществования с человеком.

#### Литература

1. Donlan R.M. Biofilms: Survival Mechanisms of Clinically Relevant Microorganisms / R.M. Donlan, J.W. Costerton // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2002. – V. 15, N 2. – P. 167–193.
2. Microbial biofilms / J.W. Costerton, Z. Lewandowski, D.E. Caldwell [et al.]. // *Annu. Rev. Microbiol.* – 1995. – V. 49. – P. 711–745.
3. Льюис К. Персистирующие клетки и загадка выживания биопленок / К. Льюис // *Биохимия*. – 2005. – Т. 70, Вып. 2. – С. 327–336.
4. Characklis W.G. Biofilms: a basis for an interdisciplinary approach / W.G. Characklis, K.C. Marshall // In W.G. Characklis and K.C. Marshall (ed.), *Biofilms*. John Wiley & Sons, New York, N.Y. – 1990. – P. 3–15.
5. Oscillation characteristics of biofilm streamers in turbulent flowing water as related to drag and pressure drop / P. Stoodley, Z. Lewandowski, J.D. Boyle [et al.] // *Biotechnol. Bioeng.* – 1998. – V. 57. – P. 536–544.

6. Rumbaugh K.P. The role of quorum sensing in the *in vivo* virulence of *Pseudomonas aeruginosa* / K.P. Rumbaugh, J.A. Griswold, A.N. Hamood // *Microbes Infect.* – 2000. – V. 2. – P. 1721–1731.

7. Biodiversity of Amocbac and Amocba-Rcsisting Bacteria in a Hospital Water Network / V. Thomas, K. Herrera-Rimann, D.S. Blanc [et al.] // *Applied and Environmental Microbiology.* – 2006. – V. 72, N 4. – P. 2428–2438.

8. Петренко Н.Ф. Питьевая вода и водно-обусловленные инфекции (сообщение второе) *Legionella pneumophila* как опасный контаминант воды / Н.Ф. Петренко, А.В. Мокишко // *Вода і водоочисні технології.* – 2007. – № 2(22). – С. 43–45.

9. Петренко Н.Ф. Питьевая вода и водно-обусловленные инфекции (сообщение третье). Нстуберкулезные микобактерии в воде как фактор риска заболевасмости населения / Н.Ф. Петренко, А.В. Мокишко // *Вода і водоочисні технології.* – 2007. – № 3(23). – С. 41–51.

10. Gotz F. Staphylococcus and biofilms / F. Gotz // *Mol. Microbiol.* – 2002. – V. 43. – P. 1367–1378.

11. Mulcahy H. Extracellular DNA chelates cations and induces antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms / H. Mulcahy, L. Charron-Mazenod, S. Levenza // *PLoS Pathogs.* – 2008. – V. 4. – P. c1000213.

12. Fields B.S. The molecular ecology of legionellae / B.S. Fields // *Trends Microbiol.* – 1996. – V.4. – P. 286–290.

13. Благодравова А.С. Особенности колонизации медицинских учреждений легионеллами / А.С. Благодравова, О.А. Чубукова // *Материалы II Международного Конгресса по внутрибольничным инфекциям.* – Москва, 23–24 ноября 2011 г. *Инфекционные болезни.* – 2011. – Т. 33. – Приложение 3. – С. 11–12.

14. Эпидемиология антибиотикорезистентности нозокомиальных штаммов *Staphylococcus aureus* в России: результаты многоцентрового исследования / А.В. Дехнич, И.А. Эндельштййн, А.Д. Парсзкина [и др.] // *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия.* – 2002. – Т. 4, № 4. – С. 325–336.

15. Значение полимеров в формировании микробиоты больничного пространства / В.А. Пушкина, Л.М. Шафран, Ю.А. Бошченко [и др.] // *Довкілля та здоров'я.* – 2004. – № 2. – С. 8–12.

16. Hawser S.P. Biofilm formation by *Candida* species on the surface of catheter materials *in vitro* / S.P. Hawser, L.J. Douglas // *Infect. Immun.* – 1994. – V. 62. – P. 915–921.

17. Shin J.H. Biofilm production by isolates of *Candida* species recovered from nonneutropenic patients: comparison of blood-stream isolates with isolates from other sources / J.H. Shin // *J. Clin. Microbiol.* – 2002. – V. 40. – P. 1244–1248.

18. Donlan R.M. Preventing biofilms of clinically relevant organisms using bacteriophage / R.M. Donlan // *Trends Microbiol.* – 2009. – V. 17, N 2. – P. 47–88.

19. Comparative effectiveness of chlorine and chlorine dioxide biocide régimes for biofouling control / L.A. Mayack, R.J. Soracco, E.W. Wilde [et al.] // *Water Research.* – 1984. – V. 18, N 5. – P. 593–599.

20. Disinfectant efficacy of chlorite and chlorine dioxide in drinking water biofilms / G.A. Cagnon, J.L. Rand, K.C. O'Leary [et al.] // *Water Research.* – 2005. – V. 39, N 9. – P. 1809–1817.



21. Петренко Н.Ф. Диоксид хлора как средство устранения биопленок / Н.Ф. Петренко, А.В. Мокиенко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2005. – Вип. 19. – С. 58–63.

22. Петренко Н.Ф. Биопленки : состояние проблемы и поиск решения / Н.Ф. Петренко, А.В. Мокиенко // Матеріали науково-практичних конференцій III Міжнародного водного форуму АКВА УКРАЇНА – 2005. – 04–07 жовтня 2005 р., м. Київ, 2005. – С. 223–228.

23. Мокиенко А.В. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Т. 2. Диоксид хлора / А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко, А.И. Гоженко // Одесса : ТЭС, 2012. – 604 с.

24. Prevention and control of health care - associated waterborne infections in health care facilities / M. Exner, A. Kramer, L. Lajoie [et al.] // Am. J. Infect. Control. – 2005. – V. 33. – P. 26–40.

25. Бутилированная вода: типы, состав, нормативы / под ред. Д. Сениор, Н. Деге; пер. с англ. Е. Бровниковой, Т. Зверевич. – СПб. : Профессия, 2006. – 424 с.

26. Николенко С.И. Микрофлора слабоминерализованных вод типа «Нафтуса» и ее влияние на их бальнеологические свойства: дис. к. б. н.: 03.00.07, 145.00.34 / С.И. Николенко; Одесский научно-исследовательский институт курортологии. – Одесса, 1988. – 180 с.

27. Методика визначення бактерицидності рідких природних лікувальних ресурсів та преформованих засобів. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України 25. 08. 2010 р., № 717.

28. Посібник з методів контролю природних мінеральних вод, штучно-мінералізованих вод та напоїв на їх основі та преформованих засобів – Ч. 2. Мікробіологічні дослідження / С.І. Ніколенко, С.М. Глуховська, О.М. Хмелєвська [та ін.] – К. : КІМ, 2011. – 52 с.

29. Хмелєвська О.М. Гігієнічне обґрунтування покращення якості фасованої природної мінеральної лікувально-столової води: автореф. дис. ... к. б. н.: 14.02.01 / О.М. Хмелєвська; Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця – К., 2013. – 24 с.

30. Конотоп Г.И. Изучение микрофлоры минеральной воды «Нафтуса» в процессе эксплуатации трускавецкого месторождения : автореф. дис. ... к. б. н.: 03.00.07 / Г.И. Конотоп; Ордена Трудового Красного Знамени Институт микробиологии и вирусологии им. акад. Д.К. Заболотного. – К., 1983. – 22 с.

31. Antibiofilm Activity of the Marine Bacterium *Pseudoalteromonas sp. Strain 3J6* / A. Dheilly, E. Soum-Soutéira, G.L. Klein [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2010. – V. 76. – P. 3452–3461.

## Біоплівки шпитальних екосистем

А.В. МОКІЄНКО

**Резюме.** *Огляд присвячений актуальній проблемі біоплівок шпитальних екосистем і сучасним підходам до її вирішення. Освітлені питання позокоміпальних інфекцій, роль біоплівок у їх поширенні, сучасні методи видалення біоплівок, у*

тому числі із застосуванням бактеріофагів, значимість води як фактора розповсюдження збудників нозокоміальних інфекцій. Представлені результати власних аналітичних і експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** біоплівки, шпитальні екосистеми, нозокоміальні інфекції.

## Biofilms of hospital ecosystems

A.V. MOKIYENKO

**Summary.** *The review is dedicated to the problem of hospital biological films (BF) and some approaches of its decision. Here were highlighted issues of nosocomial infections, role of BF in infection spreading, modern methods of BF removing, including the methods with use of bacteriophages, and the role of aqueous factor as transmitter of nosocomial infections. The results of our own analytical and experimental research are given.*

**Keywords:** *biofilms, hospital ecosystem, nosocomial infection.*

УДК 616.132.2.133-089.819

## Інформативність та значущість ехокардіографічного дослідження аорти при виконанні коронарних втручань правобічним трансрадіальним доступом

М.О. МОСКВИЧЬОВ, І.І. ГАНГАЛ, С.В. СОФІЄНКО

**Резюме.** *Обстежено 29 пацієнтів, яким виконали коронарографію правобічним трансрадіальним доступом. Стандартна ехокардіографія аорти не дала змоги ефективно прогностувати необхідність конверсії трансрадіального доступу в трансфеморальний. Збільшення діаметра дуги аорти до 4 см і більше стало предиктором технічних труднощів про катетеризації лівої коронарної артерії. Катетер типу JL 4.0 виявився адекватною заміною стандартному трансрадіальному катетеру у пацієнтів з діаметром висхідного відділу аорти більше 3,8 см.*

**Ключові слова:** *аорта, ехокардіографія, правий трансрадіальний доступ.*

У сьогоденні трансрадіальний доступ є досить надійною та перевіреною часом методикою виконання коронарних втручань, серед переваг якого визначають комфорт пацієнта, низьку кількість ускладнень в місці пункції, можливість контролювання ділянки пункції з приводу ймовірної кровотечі на тлі активного застосування антикоагулянтів та антиагрегантів [1]. Контрольовані дослідження останніх років визначають перевагу трансрадіального доступу над трансфеморальним, значна увага приділяється економічним показникам [2]. За даними окремих досліджень, в