

Summary

A STATISTICAL MODEL OF THE ASSOCIATION BETWEEN THE NUMBER OF ANNUAL CASES OF ACUTE RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS WITH THE HEALTH AND IMMUNE STATUS OF RAILWAY WORKERS

Martynov A.I., Feofanova T.V., Fedoskova T.G., Zelenova Z.V..

The statistical models of communication of cases of acute respiratory viral infections, health, immune status and age of persons working in railway transport have been proposed. The main factors of these models were the health and age (for women) and two indicators of immunity – phagocytosis of

macrophages and the percentage of lymphocytes-helper cells in the serum – for men. The decrease in the number of annual cases of SARS is possible only in the group of men, mainly due to the increase in the level of lymphocytes-helper cells. The number of annual cases of SARS in the group of women can only increase.

Key words: *regression model, repeated SARS, health status, immune status, rail transport.*

*Впервые поступила в редакцию 20.03.2017 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК 616. 36-008

ГЕМОКУЛЬТУРЫ С «ПОДВИЖНЫМ» МОРФОТИПОМ КОЛОНИЙ

Морозова Н.С., Ридный С.В., Попов А.А., Коробкова И.В.

*Харьковская медицинская академия последипломного образования
sergey.readney@gmail.com*

34

Из крови шести больных с клиническими проявлениями брюшного тифа выделены гемокультуры с подвижным морфотипом колоний по типу «вихря», из которых у четырёх штаммов при пассировании выявлены культуры, идентифицированные как *S.typhi*. выделенные от больных гемокультуры, имеющие общий подвижный морфотип колоний по совокупности полученной информации и с позиций, обсуждаемых в мировой литературе подходов к данному явлению, можно рассматривать как самоорганизацию коллективного поведения бактерий в ответ на стрессовые воздействия. Дальнейшие исследования организационного принципа коллективного поведения бактерий могут потенциально повлиять на будущее развитие лабораторной диагностики, лечения и профилактики инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: *гемокультура, подвижный морфотип колоний, брюшной тиф.*

Актуальность

Способность микроорганизмов быстро реагировать и адаптироваться к изменениям окружающей среды играет важную роль в структурировании микробных сообществ, оказывающих влияние на различные микробные взаимодействия с внешними факторами (антибиотики, дезинфектанты, температура, УФ-излучение и др.).

Организационный принцип коллективного поведения бактерий в настоя-

щее время рассматривается как бактериальная стигмергия, которая часто как самоорганизующееся явление проявляется в виде своеобразного формообразования подвижного морфотипа колоний микроорганизмов [1] .

В медицинской практике формирование нестандартных микробных сообществ, сохранивших факторы патогенности, может приводить к изменению структуры инфекционной патологии, в частности, хронизации и персистениза-

ции инфекционного процесса, а, следовательно, к затруднению их диагностики и лечения [2] .

В поле зрения микробиологов всегда находились бактериальные колонии, поскольку легко определяемые различия в их морфологии имеют значение не только для идентификации микроорганизмов, но и для выявления внутривидовых штаммовых отличий, обусловленных воздействием на микробную клетку различных факторов окружающей среды, и их значимости для диагностики инфекционного заболевания.

Архитектоника бактериальных колоний в некоторых случаях послужила единственным критерием для определения таксономической категории микроорганизмов. Так, на основании морфологии колоний и признака своеобразной их подвижности на мясопептонном агаре, несмотря на различия в биохимических свойствах, в отдельный вид был выделен *Bac. circulans* [3, 4] .

Однако феномен своеобразной подвижности колоний оказался характерен не только для *Bac. circulans*. Во время исследований сложного бактериального формирования были изолированы неспорозные бактерии с подвижностью колоний, подобной *Bac. circulans* [5] .

В начале 90-х годов прошлого столетия из почвы, личинок насекомых и единичных клинических образцов раневого отделяемого были выделены бактерии, формирующие колонии со сложной и динамичной архитектурой, которые рассматривались как представители рода *Bacillus*. В 1993 году они были переквалифицированы в отдельный род *Paenibacillus* [6, 7] .

Феномен миграций колоний обсуждался с различных позиций, в частности, как результат развития у клеток мощного жгутикового аппарата, следствие снижения электрического потенциала поверхности бактериальных клеток или выработки микробной клеткой особого

слизистого вещества, способствующего большой подвижности жгутиков [8, 9].

В настоящее время имеет место и новая трактовка своеобразной подвижности микробных колоний на твердых питательных средах. На современном уровне знаний происходит постепенная смена микробиологической парадигмы - переход от представлений об одноклеточности микроорганизмов к представлению о микробных колониях как целостных «сверхорганизмах». В связи с этим снова вырос интерес к форме, рисунку, макро- и микроструктуре бактериальных колоний [10] .

Поэтому феномен миграции колоний и обсуждается уже с позиций кооперативного поведения бактерий как адаптивной реакции на неблагоприятные воздействия различных факторов окружающей среды [11] .

Согласно такой точке зрения микробные клетки, сталкиваясь с экологическими стрессами, формируют сложные пространственные организации колоний (*patterns*). Процесс паттерн-формирования происходит, в частности, в присутствии антибиотиков, повышенной температуре [12, 13, 14] .

Эффективная адаптация бактерий к неблагоприятным условиям роста требует самоорганизации, которая возможна благодаря коммуникации бактерий, использующих широкий набор биохимических средств и сложный внутриклеточный коммуникационный механизм, например, сигнал трансдукции сети [15] .

В соответствующих условиях роста адаптированные бактериальные виды самоорганизуются в комплексы структурированных колоний, которые ведут себя как многоклеточные организмы [16] .

Эти наблюдения подразумевают, что колония выполняет коллективное распределение информации и генное регулирование отдельных бактериальных групп. Анализ проведения паттернинга предполагает бактериальные процессы, где коммуникация приводит к самоорга-

низации при использовании совместных клеточных взаимодействий.

По сути, формирование структуры колонии микроорганизмов можно рассматривать как результат обмена информацией между отдельными клетками и колониями, поскольку эффективная адаптация колонии к неблагоприятным факторам (условиям роста) требует кооперативного поведения бактерий. В этом отношении описаны три структуры колоний, для которых было введено понятие «морфотип»: на основе расщепления края (Т), хиральный (С) и вихрь (V). Следует отметить, что к одному и тому же морфотипу могут принадлежать различные бактериальные виды и штаммы. Смена морфотипа колонии носит адаптивный характер и происходит в течение нескольких дней [17, 18] .

Так, на модели *E.coli*, *Bac.subtilis* показано, что адаптации микробных клеток к разным стрессовым условиям - смене среды роста, повышенной температуре, присутствию антибиотиков, антисептиков и т.п., способствуют выделению бактериями в окружающую среду ряда однотипных соединений (полисахаридные и пептидные компоненты и т.п.) [19, 20, 21] .

Ряд авторов сообщили о формировании подвижного морфотипа у *E.coli* и *S.typhimurium* под влиянием H_2O_2 . Встречалось это у мутантов, дефективным по двум главным регулирующим белкам как результат клеточных реакций на кислородное воздействие - Oxy^R и RpO^S . Формирование морфотипа V сопровождалось выделением микробными клетками хемоаттрактанта сигнальными молекулами (аспартат и глутамат). На основании данных экспериментов был сделан вывод, что клеточная агрегация обеспечивает механизм для локального снижения концентрации кислорода, то есть механизм защиты клеток от повреждения свободными радикалами и супероксидными [22] .

Можно полагать, что структура ко-

лоний микроорганизмов служит зримым отражением её сложной многоуровневой социальной организации, включающей коллективные, охватывающие всю колонию, формы поведения, когда «воля индивидуума» (клетки) подчиняется «воле коллектива» (колонии). Поистине, «бактерии, хотя и представляют собой одноклеточные организмы, являются социальными существами, которые формируют многоклеточные ассоциации» [23] .

Таким образом, приведенные литературные данные свидетельствуют о том, что подвижные микробные колонии могут развивать сложные структуры (*patterns*) в ответ на неблагоприятные воздействия в условиях ограничения энергии. Формирование структуры колоний микроорганизмов, в том числе и подвижного морфотипа, может быть рассмотрено как результат обмена информацией между индивидуальными клетками и колониями.

В целом приведенные исследования не поставили точку в вопросе о подвижном морфотипе как идентификационной характеристике отдельных видов бактерий, в частности, *Bac.circulans* и *Paenibacillus*, которые были выделены из внешней среды, или же речь идет о возможности изменения морфотипа колоний под влиянием стрессовых условий у любого вида микроорганизмов.

В плане обсуждаемой проблемы феномен миграции бактериальных колоний на твердой питательной среде требует глубокого анализа с точки зрения диагностической значимости «подвижного» морфотипа бактерий, выделенных у больного.

В настоящей работе приведены результаты изучения микроорганизмов, характеризующихся подвижным морфотипом колоний и впервые выделенных из крови длительно температурающих больных с клиническими проявлениями брюшного тифа.

Факт выделения подобных микроорганизмов у больных ставит вопрос об

их природе не только в ряд теоретических разработок, но важен и с чисто утилитарных позиций микробиологической диагностики инфекционных заболеваний и лечения больных.

Целью работы явилось изучение микроорганизмов с подвижным морфотипом колоний, впервые выделенных из крови длительно температурающих больных.

Материалы и методы

Было обследовано 84 больных, поступивших в инфекционное отделение на 10-15 день с начала заболевания с предварительным диагнозом «брюшной тиф». При бактериологическом исследовании крови больных, взятой на пике подъёма температуры, были выделены шесть гемокультур с необычной архитектурой колоний, характеризующейся подвижностью микробных клеток на мясопептонном агаре.

Колониальная структура, сформированная подвижными микробными клетками, изучалась на 2% мясопептонном агаре Хоттингера толщиной 5 мм, предварительно выдержанном при комнатной температуре в перевернутой вверх дном чашке Петри для удаления лишней влаги. Потеря массы агаровой среды составила 1,5 г.

Бактерии, проинкубированные в жидкой питательной среде в течение 20 часов при 32°C, когда их количество составило 10^8 в мл, инокулировали на поверхность мясопептонного агара методом посева.

Ферментативную активность гемокультур изучали по 30 биохимическим тестам. Серотипирование осуществляли в реакции агглютинации адсорбированными O-, H- и Vi- сальмонеллезными диагностическими сальмонеллезными сыворотками.

Результаты изучения

Исследование сложного бактериального формирования на твёрдой поверхности агара позволило выявить у всех изученных штаммов широкое раз-

нообразии ветвящихся структур. Все ветви произведены ведущей колонией в виде капли, которая давала боковые ответвления, каждое - с собственной ведущей капелькой.

Микроскопические наблюдения показали, что ведущая «капелька» состоит из сотен клеток, которые окружают общий центр в виде коллективного потока, осложненного завихривающейся динамикой «вихрь». Вихри в колонии могут состоять из единичных или множественных слоев. Наблюдаются «вихри» с пустым ядром в виде «рогалика». После формирования количество клеток в «вихре» увеличивается, «вихрь» расширяется и перемещается как самостоятельная единица. Скорость «вихря» медленнее индивидуальных клеток, циркулирующих вокруг его центра. Бактериальные клетки также содержатся в следах, остающихся после передвижения «вихрей». Мигрирующая группа клеток ограничена следом ведущего «вихря». При этом ни одиночные клетки, ни группа движущихся клеток не выходят за границы следа. Только «вихри», сформированные в следах, могут выйти за пределы следа и создать новую ветвь (рис. 1, 2, 3, 4, 5).

При микроскопическом наблюдении отмечено, что сформировавшаяся дочерняя субколония остаётся неподвижной в течение 30 минут после генерации, а затем начинает мигрировать.

Все изученные штаммы гемокультур представляли собой грамотрицательные палочки, не образующие спор, которые ферментировали с образованием газа глюкозу, манит, мальтозу и

с подвижным морфотипом колоний на 2% мясопептонном агаре. Увеличение 10440.

сахарозу, давали положительную реакцию с метиловым красным, вызывали пептонизацию молока, не продуцировали индол не разжижали желатин. Три из них продуцировали сероводород, ферментировали ксилозу. Два штамма обладали аргингидролазой, лизиндекар-

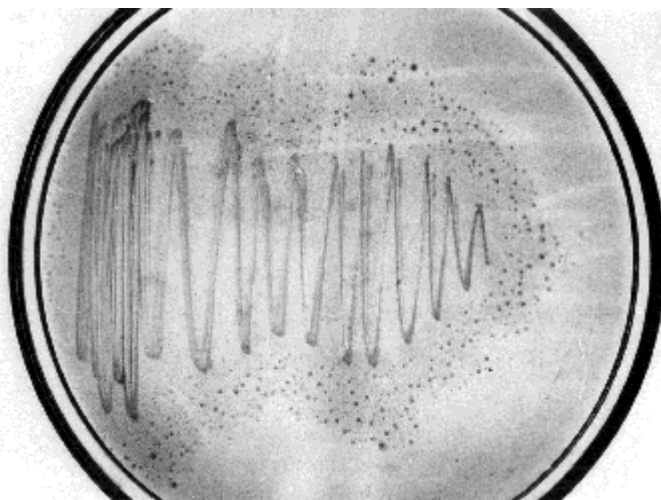


Рис. 1. Рост гемокультур с подвижным морфотипом колоний на 2% мясопептонном агаре

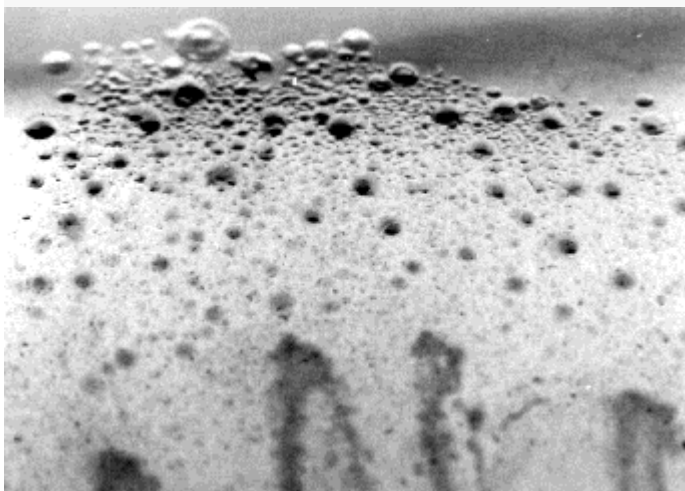


Рис.2. Рост гемокультур с подвижным морфотипом колоний на 2% мясопептонном агаре. Увеличение 10×40.

микробных клеток на твердой питательной среде к неблагоприятным факторам окружающей среды, проведено изучение выживаемости гемокультур при различных температурных режимах от 70°C до 100°C. В результате установлено, что все «подвижные» штаммы оставались жизнеспособными при 70°C в течение 2 часов, а при 90°C - 30 минут. Только кипячение при 100°C вызывало мгновенную гибель всех изученных культур.

При длительном от 10 до 20 пассажей пассирования в мясопептонном и желчном бульоне с периодическими через 2-3 пассажа высевами на 2% мясопептонный агар у всех штаммов было отмечено появление «неподвижных» колоний в S-форме. В результате изучения по биохимическим свойствам 4 штамма были идентифицированы как *S. typhi*.

Принципиальное сходство у изученных гемокультур по морфологии колоний, способных мигрировать на поверхности мясопептонного агара, высокой устойчивости к температур-

ному фактору, способности реверсировать в *S. typhi*, ставит на обсуждение вопрос о природе таких культур. Современный уровень знаний позволяет полагать, что существует много ещё не изученных приспособительных механизмов выживания патогенов в различных условиях, выявление и изучение которых может способствовать новому взгляду на проблемы эволюции, развития, инфекционной патологии и экологии бактерий. Перестройка генетического аппарата известных патогенных бактерий, возбудителей инфекционных заболеваний, в ответ на изменения условий существования, при попадании в организм хозяина или существования в окружающей среде, позволяет им не только сохранить

боксилазой и орнитиндекарбоксилазой. Два штамма обладали способностью утилизировать цитрат.

Поскольку «подвижные» штаммы были выделены из крови длительно температурающих больных с клиническими проявлениями брюшного тифа, все культуры были типированы с помощью набора агглютинирующих O-, H- и Vi-сывороток. В результате у двух штаммов определены групповые сальмонеллезные антигены, а у одного - монорецепторные группы Д- 0-9, О- 12, Н-d. Остальные культуры были инагглютинабельны.

Учитывая данные литературы о высокой степени устойчивости микроорганизмов с феноменом «подвижности»

жизнеспособность и свой патогенный потенциал будучи в таксономическом

плане в атипичном состоянии, но и реверсировать в исходную форму и вызвать инфекцию. Полученные данные соответствуют принципу стигмергии как самоорганизующемуся коллективному поведению бактерий в ответ на воздействие различных факторов окружающей среды. Хотя принцип стигмергии до сих пор не стал общепринятой теоретической основой для обоснования бактериальной коллективной самоорганизации, однако полученные на клинических изолятах данные свидетельствуют о необходимости обсуждать их именно с этих позиций.



Рис.3. Формирование колонии *S. typhi* в виде вихря, стадия 1



Рис.4. Формирование колонии *S. typhi* в виде вихря, стадия 2.

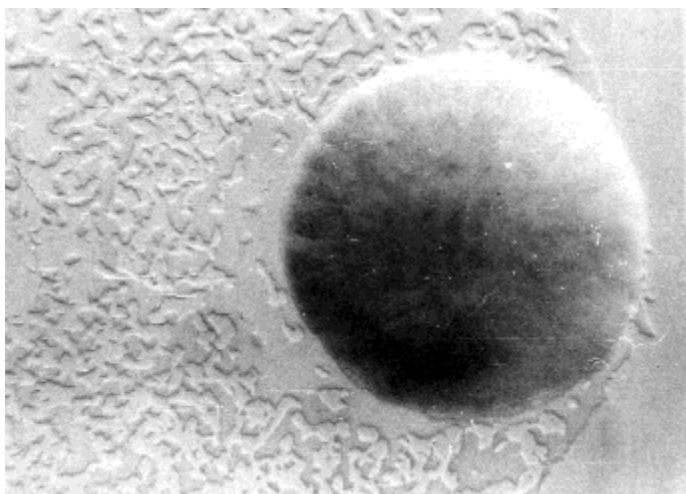


Рис.5. Сформировавшаяся дочерняя субколлония *S. typhi*, стадия 3.

Выводы

1. Впервые из крови шести больных с клиническими проявлениями брюшного тифа выделены бактерии с подвижным по типу роения морфотипом колоний. У двух штаммов выявлены групповые сальмонеллезные антигены, у одного монорецепторные группы Д-0-9, О-12, Н-d.
2. В процессе пассирования у четырех штаммов с подвижным морфотипом колоний выделены неподвижные в S-форме колоний, культуры которых были идентифицированы как типичные *S. typhi*.
3. По всей видимости описанные штаммы по совокупности информации можно рассматривать как организационный принцип коллективного поведения бактерий в ответ на неблагоприятные воздействия окружающей среды.

Литература

1. Gloag E.S., Turnbull L., Whitchurch C.B. Bacterial Stigmergy: An Organising Principle of Multicellular Collective Behaviours of Bacteria.// Scientifica (Cairo). 2015. 387342.

- Volume 2015 (2015), Article ID 387342.
2. Morozova N.S. Theoretical background disinfectology prevention of healthcare-associated infections, from the point of microbial communication.// Pest species management. Proceedings of the 11nd Euroasian Pest Management Conference, EAPMC-2016. Moscow, Russia, September 5-7, 2016. P. 211 – 214.
 3. Ford W.W. Studies on Aerobic Spore-bearing Non-pathogenic Bacteria, Part 2: Miscellaneous Cultures.// J. Bacteriol. 1. P. 518 – 526.
 4. Smith N.R., Clark F.E. Motile colonies of *Bacillus alvei* and other bacteria.// J. Bacteriol. 1938. 35. P. 59 – 60.
 5. Ben-Jacob E., Genenbaum A., Schochet O., Avidan O. Holotransformation of bacterial colonies and genome cybernetics.// Physica A: Statistical Mechanics and its Applications.// 1994. 202(1-2). P. 1 – 47.
 6. Ben-Jacob E. Bacterial self-organization: co-enhancement of complexification and adaptability in a dynamic environment.// Philos Trans. A Math. Phys. Eng. Sci. 2003. 361(1807). P. P. 1283 – 1312.
 7. Ouyang J., Pei Z., Lutwick L. et al. Case Report: *Paenibacillus thiaminolyticus*: A New Cause of Human Infection, Inducing Bacteremia in a Patient on Hemodialysis. / Ann. Clin. Lab. Sci. 2008. 38(4). P. 393 – 400.
 8. Sasarman A., Dospina M., and Ganea V. Contribution a l'etude de la mobilite des colonies bacteriennes. Note II. Mecanisme.// Arch. Roum. Pathol. Exp. Microbiol. 1959. V. 18. P. 307 – 314.
 9. Sasarman A., Surbeanu M., Ciufecu C. Quelques consid'ration sur la resistance transferable des souches Enterobacteriaceae isolees en Roumanie. / Arch. Roum. Pathol. Exp. Microbiol. 1970. V. 29. P. 731 – 736.
 10. Олескин А.В., Ботвинко И.В., Цавкелова Е.А. Колониальная организация и межклеточная коммуникация у микроорганизмов// Микробиология. 2000. Т. 69. №3. С.309 – 327.
 11. Ben-Jacob E. Social behavior of bacteria: from physics to complex organization.// European Physical Journal. 2008. V. 65. Issue 3. P. 315 – 322.
 12. Ben-Jacob E., Garik P. The formation of patterns in non-equilibrium growth// Nature. 1990. 343. P.523–530.
 13. Ben-Jacob E., Garik P., Mueller T., Grier D. Characterization of morphology-transitions in diffusion- controlled system// Phys Rev. A Gen. Phys. 1988. 38(3). P.1370–1380.
 14. Ben-Jacob E., Cochen J., Schochet O., Czirok A, Vicsek T. Cooperative formation of chiral patterns during growth of bacterial colonies.// Phys. Rev. Lett. 1995. 75(15). P. 2899–2902.
 15. Berg HC., Tedesco PM. Transient response to chemotactic stimuli in *Escherichia coli*. / Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1975. 72. P. 3235–3239.
 16. Ben-Jacob E., Genenbaum A, Schochet O., Avidan O. Holotransformation of bacterial colonies and genome cybernetics.// Physica A: Statistical Mechanics and its Applications.// 1994. 202(1-2). P. 1–47.
 17. Fuqua C., Winans SC., Greenberg EP. Census and consensus in bacterial ecosystems: the LuxR-LuxI family of quorum-sensing transcriptional regulators. / Annu. Rev. Microbiol. 1996. 50. P. 727–751.
 18. Kaiser D., Losick R. How and why bacteria talk to each.// Cell. 1993. 73. P. 873–87.
 19. Николаев Ю.А. Обнаружение двух новых внеклеточных адаптогенных факторов у *Escherichia coli* K-12// Микробиология. 1997. Т. 66. № 6. С. 785-789.
 20. Николаев Ю.А. Сравнительное изучение двух новых внеклеточных протекторов образуемых клетками *Escherichia coli* при повышенной температуре// Микробиология. 1997. Т. 66. № 7. С.790–795.
 21. Николаев Ю.А., Воронина Н.А. Перекрестное действие внеклеточных факторов адаптации к стрессу у микроорганизмов / Микробиология. 1999. Т. 68. №1 .С.45–50.
 22. Budrene EO., Berg HC. Dynamics of formation of symmetrical patterns by chemotactic bacteria.// Nature. 1995. 376. P. 49–53.
 23. Gray K.M. Intercellular communication and group behavior in bacteria.// Trends Microbiol. 1997. V.5. №5. P. 174–188.

References

1. Gloag E.S., Turnbull L., Whitchurch C.B. Bacterial Stigmergy: An Organising Principle of Multicellular Collective Behaviours of Bacteria.// Scientifica (Cairo). 2015. 387342. Volume 2015 (2015), Article ID 387342.
2. Morozova N.S. Theoretical background

- disinfectology prevention of healthcare-associated infections, from the point of microbial communication.// Pest species management. Proceedings of the 11nd Euroasian Pest Management Conference, EAPMC-2016. Moscow, Russia, September 5-7, 2016. P. 211 – 214.
3. Ford W.W. Studies on Aerobic Spore-bearing Non-pathogenic Bacteria, Part 2: Miscellaneous Cultures.// J. Bacteriol. 1. P. 518 – 526.
 4. Smith N.R., Clark F.E. Motile colonies of *Bacillus alvei* and other bacteria.// J. Bacteriol. 1938. 35. P. 59 – 60.
 5. Ben-Jacob E., Genenbaum A., Schochet O., Avidan O. Holotransformation of bacterial colonies and genome cybernetics.// Physica A: Statistical Mechanics and its Applications.// 1994. 202(1-2). P. 1 – 47.
 6. Ben-Jacob E. Bacterial self-organization: co-enhancement of complexification and adaptability in a dynamic environment.// Philos Trans. A Math. Phys. Eng. Sci. 2003. 361(1807). P. P. 1283 – 1312.
 7. Ouyang J., Pei Z., Lutwick L. et al. Case Report: *Paenibacillus thiaminolyticus*: A New Cause of Human Infection, Inducing Bacteremia in a Patient on Hemodialysis.// Ann. Clin. Lab. Sci. 2008. 38(4). P. 393 – 400.
 8. Sasarman A., Dospina M., and Ganea V. Contribution a l'etude de la mobilite des colonies bacteriennes. Note II. Mecanisme.// Arch. Roum. Pathol. Exp. Microbiol. 1959. V. 18. P. 307 – 314.
 9. Sasarman A., Surbeanu M., Ciufecu C. Quelques consid'ration sur la resistance transferable des souches Enterobacteriaceae isolees en Roumanie.// Arch. Roum. Pathol. Exp. Microbiol. 1970. V. 29. P. 731 – 736.
 10. Oleskin AV, Botvinko IV, Tsavkulova EA Colonial organization and intercellular communication in microorganisms // Microbiology. 2000. T. 69. № 3. P.309-327. (in Russian)
 11. Ben-Jacob E. Social behavior of bacteria: from physics to complex organization.// European Physical Journal. 2008. V. 65. Issue 3. P. 315 – 322.
 12. Ben-Jacob E., Garik P. The formation of patterns in non-equilibrium growth// Nature. 1990. 343. P.523–530.
 13. Ben-Jacob E., Garik P., Mueller T., Grier D. Characterization of morphology-transitions in diffusion- controlled system// Phys Rev. A Gen. Phys. 1988. 38(3). P.1370–1380.
 14. Ben-Jacob E., Cochen J., Schochet O., Czirok A, Vicsek T. Cooperative formation of chiral patterns during growth of bacterial colonies.// Phys. Rev. Lett. 1995. 75(15). P. 2899–2902.
 15. Berg HC., Tedesco PM. Transient response to chemotactic stimuli in *Escherichia coli*.// Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1975. 72. P. 3235–3239.
 16. Ben-Jacob E., Genenbaum A, Schochet O., Avidan O. Holotransformation of bacterial colonies and genome cybernetics.// Physica A: Statistical Mechanics and its Applications.// 1994. 202(1-2). P. 1–47.
 17. Fuqua C., Winans SC., Greenberg EP. Census and consensus in bacterial ecosystems: the LuxR-LuxI family of quorum-sensing transcriptional regulators.// Annu. Rev. Microbiol. 1996. 50. P. 727–751.
 18. Kaiser D., Losick R. How and why bacteria talk to each.// Cell. 1993. 73. P. 873–87.
 19. Nikolaev Yu.A. Detection of two new extracellular adaptogenic factors in *Escherichia coli* K-12 // Microbiology. 1997. T. 66. № 6. P. 785-789. (in Russian)
 20. Nikolaev Yu.A. Comparative study of two new extracellular protectors formed by *Escherichia coli* cells at elevated temperature // Microbiology. 1997. T. 66. № 7. P.790-795. (in Russian)
 21. Nikolaev Yu.A, Voronina N.A. Cross-action of extracellular factors of adaptation to stress in microorganisms // Microbiology. 1999. T. 68. №1 .P.45-50. (in Russian)
 22. Budrene EO., Berg HC. Dynamics of formation of symmetrical patterns by chemotactic bacteria.// Nature. 1995. 376. P. 49–53.
 23. Gray K.M. Intercellular communication and group behavior in bacteria.// Trends Microbiol. 1997. V.5. №5. P. 174–188.

Резюме

**ГЕМОКУЛЬТУРИ З РУХЛИВИМ
МОРФОТИПОМ КОЛОНІЙ**

*Морозова Н.С., Рідний С.В.,
Попов О.О., Коробкова І.В.*

З крові шести хворих з клінічними проявами черевного тифу виділені гемокультури з рухливим морфотипом колоній за типом «вихору», з яких у чоти-

рбох штамів при пасируванні виявлені культури, ідентифіковані як *S. typhi*. Виділені культури мають загальний рухливий морфотип колоній. За сукупністю отриманої інформації та з позицій обговорюваних у світовій літературі підходів до цього явища його можна розглядати як самоорганізацію колективної поведінки бактерій у відповідь на стресові впливи. Подальші дослідження організаційного принципу колективної поведінки бактерій можуть потенційно вплинути на майбутній розвиток діагностики та лікування профілактики інфекційних захворювань.

Ключові слова: гемокультура, рухливий морфотип колоній, черевний тиф.

Summary

BLOOD CULTURES WITH MOTILE MORPHOTYPE OF COLONIES

Morozova N.S., Readney S.V., Popov A.A., Korobkova I.V.

From the blood of six patients with clinical manifestations of typhoid fever, was isolated blood cultures with a motile morphotype of colonies by the type of "vortex" have been identified, in the four strains of which by passaging detected

cultures were identified as *S. typhi*. This cultures have a common motile morphotype of the colonies, on a set of the information obtained and from the positions of the approaches to this phenomenon discussed in the world literature, can be considered as the self-organization of the collective behavior of bacteria in response to stressful effects. Further studies of the organizational principle of collective behavior of bacteria can potentially affect the future development of diagnosis, treatment and prevention of infectious diseases.

Key words: blood culture, motile morphotype of colonies, typhoid fever.

*Впервые поступила в редакцию 17.03.2017 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*