

32. Salcedo S.P., Marchesini M.I., Lelouard H. et al. Brucella control of dendritic cell maturation is dependent on the TIR-containing protein Btp1. *PLoS Pathog.* 2008, 4:e21.
33. Sengupta D., Koblansky A., Gaines J. et al. Subversion of innate immune responses by Brucella through the targeted degradation of the TLR signaling adapter, MAL. *J. Immunol.* 2010, 184:956-964.
34. Spera J. M., Comerci D. J., Ugalde J. E. Brucella alters the immune response in a prpA-dependent manner. *Microb. Pathog.* 2014, 0: 8-13.
35. Spera J.M., Ugalde J.E., Mucci J. et al. A B lymphocyte mitogen is a Brucella abortus virulence factor required for persistent infection. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2006, 103:16514-16519.
36. Starr T., Ng T.W., Wehrly T.D. et al. Brucella intracellular replication requires trafficking through the late endosomal/lysosomal compartment. *Traffic.* 2008, 9:678-694.
37. Starr T., Child R., Wehrly T.D. et al. Selective subversion of autophagy complexes facilitates completion of the Brucella intracellular cycle. *Cell Host Microbe.* 2012, 11: 33-45.
38. Svetic A., Jian Y.C., Lu P. et al. Brucella abortus induces a novel cytokine gene expression pattern characterized by elevated IL-10 and IFN- γ in CD4+ T cells. *Int. Immunol.* 1993; 5:877-883.
39. Terwagne M., Ferooz J., Rolan H.G. et al. Innate immune recognition of flagellin limits systemic persistence of Brucella. *Cell Microbiol.* 2013, 15:942-960.
40. Vershilova P.A., Chernisheva M.I., Knyazeva E.N. Pathogenesis and immunology of brucellosis. 1974, Moscow, Meditsina.
41. Wattam A.R., Foster J.T., Mane S.P. et al. Comparative phylogenomics and evolution of the Brucellae reveal a path to virulence. *J. Bacteriol.* 2014, 196(5): 920-930.
42. Wolfram J.H., Butaev M.K., Dyuyshev A. et al. Epidemiology chapter. *Vaccine.* 2010, 28 Suppl 5:F77-84.
43. Xavier M.N., Paxro T.A., den Hartigh A.B. et al. Pathogenesis of Brucella spp. *The Open Vet. Sci. J.* 2010, 4:109-118.
44. Xavier M.N., Winter M.G., Spees A.M. et al. CD4+ T cell-derived IL-10 promotes Brucella abortus persistence via modulation of macrophage function. *PLoS Pathog.* 2013, 9: e1003454.
45. Yang J., Zhao Y., Shao F. Non-canonical activation of inflammatory caspases by cytosolic LPS in innate immunity. *Curr. Opin. Immunol.* 2015, 32:78-83.
46. Zhang X., Kimura Y., Fang C. et al. Regulation of Toll-like receptor-mediated inflammatory response by complement in vivo. *Blood.* 2007, 110:228-236.
47. Zygmunt M.S., Hagius S.D., Walker J.V., Elzer P.H. Identification of Brucella melitensis 16M genes required for bacterial survival in the caprine host. *Microbes Infect.* 2006, 8:2849-2854.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

Т.Н. Рыбалкина¹, Н.В. Каражас¹, П.А. Савинков^{1,2}, Р.Е. Бошьян^{1,3}, М.Ю. Лысенкова¹, М.Н. Корниенко¹, Е.М. Бурмистров¹, П.А. Веселовский¹, И.А. Солдатова²

ЗАВИСИМОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ МАРКЕРОВ ОПОРТУНИСТИЧЕСКИХ ИНФЕКЦИЙ ОТ ПРИВЕРЖЕННОСТИ АРВТ У ДЕТЕЙ, РОЖДЕННЫХ ВИЧ-ИНФИЦИРОВАННЫМИ МАТЕРЯМИ

¹Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи, Москва; ²Инфекционная клиническая больница №2 Департамента здравоохранения города Москвы; ³Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

Цель. Изучить зависимость выявления маркеров оппортунистических инфекций (ОИ) от приверженности АРВТ у детей, рожденных ВИЧ-инфицированными матерями, на примере герпесвирусных инфекций (ГВИ) и пневмоцистоза. *Материалы и методы.* Были исследованы образцы биологического материала (сыворотки крови и клетки крови) от 66 детей с ВИЧ-инфекцией в возрасте от 1 месяца до 15 лет, находившихся на лечении в Детском боксированном отделении ИКБ №2, с диагнозами «неокончательный тест на ВИЧ» и «ВИЧ-инфекция». Для определения IgM и IgG к герпесвирусам и пневмоцисте был использован метод иммуноферментного анализа; непрямая реакция

иммунофлюоресценции для выявления в клетках крови герпесвирусов и их антигенов. Ранние антигены и репродукцию вирусов определяли быстрым культуральным методом. *Результаты.* Антиретровирусную терапию в полном объеме получили 56,0% обследуемых детей, в неполном — 16,7%, у 27,3% детей приверженность к АРВТ отсутствовала полностью. Несмотря на то, что 100% детей с неокончательным диагнозом ВИЧ-инфекции были охвачены АРВТ за счёт приёма химиопрепаратов их матерями на протяжении беременности, у них всё же определяли маркеры как активных, так и латентных форм ГВИ и пневмоцистоза. У детей с подтвержденной ВИЧ-инфекцией, проживающих как в социальных учреждениях, так и в семьях, маркеры оппортунистических инфекций чаще диагностировали у пациентов, получавших АРВТ в полном и не в полном объеме, чем у детей, которым она не проводилась. *Заключение.* Выявление маркеров активных форм герпесвирусных инфекций и пневмоцистоза у ВИЧ-положительных детей, не получающих АРВТ, является основанием для её незамедлительного назначения.

Журн. микробиол., 2018, № 4, С. 76—81

Ключевые слова: приверженность АРВТ, ВИЧ-инфекция, оппортунистические инфекции, герпесвирусные инфекции, пневмоцистоз, маркеры активной инфекции, латентная инфекция

T.N. Rybalkina¹, N.V. Karazhas¹, P.A. Savinkov^{1,2}, R.E. Boshyan^{1,3}, M.Yu. Lysenkova¹, M.N. Kornienko¹, E.M. Burmistrov¹, P.A. Veselovsky¹, I.A. Soldatova²

DEPENDENCE OF DETECTION OF MARKERS OF OPPORTUNISTIC INFECTIONS FROM ADHERENCE TO ANTIRETROVIRAL THERAPY IN CHILDREN BORN BY HIV-INFECTED MATTERS

¹Gamaleya National Research Centre of Epidemiology and Microbiology, Moscow; ²Infectious Clinical Hospital No. 2, Moscow; ³Sechenov First Moscow State Medical University, Russia

Aim. To study the dependence of detection of markers of opportunistic infections from adherence to antiretroviral therapy in children born to HIV-infected mothers on the example of herpesvirus infections and pneumocystis. *Materials and methods.* Samples of biological materials (blood serum and blood cells) of 66 children with HIV infection aged 1 month to 15 years old were treated in Children's Boxed Department of Children's Hospital No. 2 with diagnoses «incomplete HIV test» (children from the age of one month to one and a half years) and «HIV infection». To determine IgM and IgG to herpesviruses and pneumocyst, the method of enzyme immunoassay was used; indirect immunofluorescence reaction for the detection of herpesviruses and their antigens in the blood, early antigens and virus reproduction were determined using a rapid culture method. *Results.* 56.0% of the surveyed children received complete antiretroviral therapy, in 16,7% of cases they were not complete, and 27,3% of children did not fully adhere to ARVT. Despite the fact that 100% of children with an incomplete diagnosis of HIV infection were covered by ARVT due to the use of chemotherapy drugs by their mothers during pregnancy, they still had markers of both active and latent forms of herpesvirus infections and pneumocystis. In children with confirmed HIV infection living both in social institutions and in families, the markers of opportunistic infections were more often diagnosed in patients receiving ARVT in full and not in full volume than in children who did not have it. *Conclusion.* Identification of markers of active forms of herpesvirus infections and pneumocystis in HIV-positive children not receiving ARV is the basis for its immediate appointment.

Zh. Mikrobiol. (Moscow), 2018, No. 4, P. 76—81

Key words: adherence to ARVT, HIV infection, opportunistic infections, herpesvirus infections, pneumocystis, active infection markers, latent infection

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации отмечается ежегодный рост заболеваемости ВИЧ-инфекцией. По данным Федерального научно-методического центра по профилактике и борьбе со СПИД в 2015 г. среди впервые выявленных ВИЧ-положительных преобладали россияне в возрасте 30-40 лет (48%). Вторую ступень занимала возрастная группа 20-30 лет (26%) и третью — 40-50 лет (18%). Поэтому в настоящее время на первое место выходит вопрос приверженности антиретровирусной терапии (АРВТ) как фактора, способного остановить репродукцию вируса в организме, восстановить иммунную систему, а также увеличить продолжительность и улучшить качество жизни ВИЧ-инфицированных больных. В научной терминологии под понятием «приверженность лечению» подразумевают, насколько ВИЧ-положительный человек точно соблюдает все предписания врача: 1. проходить систематически медицинское обследование с учетом графика, установленного врачом; 2. принимать лекарственные препараты своевременно и строго в предписанной врачом дозе; 3. ставить в известность врача обо всех нарушениях, которые могли иметь место в приеме АРВТ; 4. сообщать лечащему доктору обо всех изменениях в состоянии здоровья, которые могут быть связаны с действием препаратов АРВТ; 5. соблюдать все рекомендации врача относительно питания, диеты и образа жизни; 6. не принимать любые другие медицинские препараты без консультации лечащего врача.

Таким образом, в настоящее время процесс лечения, обуславливающий качество жизни больных ВИЧ-инфекцией, напрямую зависит от сочетания обоих факторов: эффективности подобранной схемы лечения и приверженности терапии. Так, при низкой приверженности любое лечение неэффективно, как и неэффективна высокая приверженность терапии без самих препаратов и правильно выбранной врачом схемы их применения [1]. По данным за 2015 год, в России антиретровирусную терапию получали 230 022 человека. В то же время, охват лечением антиретровирусными препаратами составил всего лишь 28 % от числа зарегистрированных лиц, живущих с диагнозом ВИЧ-инфекция на территории Российской Федерации, среди состоявших на диспансерном наблюдении 37% ВИЧ-положительных были привержены АРВТ. Поскольку охват антиретровирусной терапией в России остается низким, то в последние годы отмечается тенденция к росту смертности среди инфицированных ВИЧ: с 15,7 в 2013 году до 18,8 в 2015 году на 100 000 населения. На 6-10% в год растет и количество женщин с вновь выявленной ВИЧ-инфекцией. Поэтому особое внимание необходимо уделять приему антиретровирусных препаратов в период беременности и усиленной профилактике у детей из групп повышенного риска. Так, более чем у 75% женщин, принимавших химиопрепараты во время беременности, уже к 36 неделе вирусная нагрузка снижалась почти до неопределяемого уровня (менее 50 копий/мкл.), что, безусловно, относится к благоприятному прогностическому признаку уменьшения риска передачи ВИЧ от матери ребенку. Тем не менее, в 2015 году 0,9% всех случаев ВИЧ-инфекции приходилось на детей, инфицированных матерями во время беременности, родов и при грудном вскармливании [3].

Одним из показателей эффективности проводимой антиретровирусной терапии может служить отсутствие вторичных инфекционных осложнений, в том числе активных форм оппортунистических инфекций (ОИ).

Цель исследования — изучить зависимость выявления маркеров ОИ от приверженности АРВТ у детей, рожденных ВИЧ-инфицированными матерями, на примере герпесвирусных инфекций (ГВИ) и пневмоцистоза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На маркеры ГВИ и пневмоцистоза были исследованы образцы сывороток и клеток крови, полученные от детей, рожденных ВИЧ-инфицированными матерями. Методом ИФА определяли IgM и IgG к вирусу простого герпеса (ВПГ), вирусу Эпштейна-Барр (ВЭБ), цитомегаловирусу (ЦМВ), вирусу герпеса человека шестого типа и к пневмоцисте. Методом непрямой реакции иммунофлюоресценции (НРИФ) исследовали клетки крови на наличие указанных возбудителей и их антигенов. Для выявления ранних антигенов ЦМВ, ВГЧ-6 и репродукции вирусов ВПГ и ВЭБ применяли быстрый культуральный метод (БКМ).

Всего были исследованы образцы биологических материалов 66 детей с ВИЧ-инфекцией в возрасте от 1 месяца до 15 лет. Все дети находились на лечении в Детском боксированном отделении ИКБ №2 Москвы и были разделены на 2 группы. В первую вошли груднички от месяца до полутора лет с диагнозом «неокончателный тест на ВИЧ». Это — младенцы с положительным результатом исследования на антитела в ИФА—иммуноблот и с отрицательным результатом на ДНК ВИЧ в полимеразной цепной реакции (ПЦР). Следует отметить, что матери этих детей в полном объеме получили АРВТ во время беременности. Вторую группу составили дети, у которых диагноз «ВИЧ-инфекция» подтвержден обнаружением IgG в ИФА — иммуноблот и ДНК ВИЧ в ПЦР. Последняя группа была подразделена на две подгруппы: дети из закрытых организованных коллективов (дом ребенка, детский дом, интернат) и дети, проживающие в семье.

В зависимости от приверженности АРВТ все ВИЧ-позитивные дети как организованные, так и домашние, в свою очередь, также были подразделены на три подгруппы: дети, получающие АРВТ в полном объеме, не в полном объеме и не получающие АРВТ.

АРВТ детям назначается по клиническим, иммунологическим и вирусологическим показаниям [Idele P. et al., 2014]. При снижении показателей иммунного статуса, тромбоцитопении, при клинических проявлениях инфекционных заболеваний, а также для профилактики развития инфекций помимо АРВТ назначают иммунозаместительную терапию, которую проводят такими препаратами как Октагам, Пентаглобин, ИГ-Вена. Для неспецифической медикаментозной профилактики пневмоцистоза используют бисептол (ко-тримоксазол+триметоприм) [Ермак Т.Н. и др., 2011].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы, рассчитывающей достоверность различия долей признака в двух группах по критерию Стьюдента (t) [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали наши исследования, в полном объеме АРВТ получили 56,0% обследуемых детей, в неполном — 16,7%, у 27,3% детей приверженность АРВТ отсутствовала полностью.

Дети с неокончательным диагнозом ВИЧ-инфекции в 100% случаев были охвачены АРВТ, так как их матери получали химиопрепараты на всех сроках беременности, тогда как только половина ВИЧ-позитивных детей, проживающих в детских социальных учреждениях (44,4%) и семьях (50,0%), имели приверженность АРВТ в полном объеме. АРВТ не в полном объеме получили 27,8% домашних детей. Более половины организованных детей (55,6%) АРВТ не получали совсем, число таких детей в семьях было в два раза меньше и составило 22,2%. Среди ВИЧ-позитивных, проживающих в детских учреждениях, случаев применения АРВТ не в полном объеме зафиксировано не было.

С целью изучения влияния АРВТ на распространение и активацию ОИ среди детей, рожденных ВИЧ-позитивными матерями, были исследованы образцы сывороток и клеток крови на различные маркеры ВПГИ, ВЭБИ, ЦМВИ, ВГЧ-6 и пневмоцисто́за.

Анализ результатов показал, что в среднем больше, чем у половины младенцев с неокончательным тестом на ВИЧ (58,3%), какие либо маркеры диагностируемых ОИ отсутствовали. У 25% из них на основании выявления только IgG в титрах, не превышающих диагностическую сероконверсию (четырёхкратное нарастание диагностического титра), была установлена латентная инфекция. У 16,7% детей этой группы были определены маркеры активных ОИ, т.е. обнаружены изолированные IgM, IgM сочетанные с IgG, а также сочетание антител одного или обоих классов с детекцией возбудителя и его антигенов методами НРИФ и БКМ. Следует отметить, что половина младенцев (50,0%) имели только IgG к ВПГ, указывающие на латентное течение этой инфекции. Реже всего диагностировали латентный пневмоцистоз (8,3%) и ВГЧ-6 инфекцию (16,7%); по 25% приходится на латентные ВЭБИ и ЦМВИ. В то же время, наиболее часто определяли маркеры активной ВЭБ-инфекции — у 41,7% обследованных этой группы. Активную пневмоцистную инфекцию диагностировали значительно реже — у 16,7% детей, а активные ВПГИ, ЦМВИ, ВГЧ-6 выявили у одинакового числа детей — у 8,3%.

Обследование детей с ВИЧ подтвержденной инфекцией, проживающих как в социальных учреждениях, так и в семьях показало, что маркеры ОИ чаще выявляли у детей, получавших АРВТ в полном, а также и не в полном объеме, чем у детей, которым она не проводилась. У всех детей этих подгрупп помимо активных и латентных инфекций определяли стадию реконвалесценции, IgG в высоких титрах (превышающих диагностическую сероконверсию, при отсутствии других маркеров инфекции) и свидетельствующих о уже перенесенном остром заболевании. Среди детей, получивших АРВТ в полном объеме, диагностировали активные ОИ: ВПГИ — у 16,7% домашних и 22,2% организованных детей, ВЭБИ — у 19,4% и 5,5% соответственно. Острая пневмоцистная инфекция была выявлена у 11,1% больных из детских учреждений и у 8,3% детей, проживающих в семьях. Маркеры активных ЦМВ и ВГЧ-6 инфекций не были выявлены ни у одного организованного ребенка, тогда как у домашних детей в 5,6% случаев была установлена активная ЦМВИ, а в 11,1% случаев — активная ВГЧ-6. Латентные инфекции были обнаружены как у организованных, так и у домашних ВИЧ-позитивных детей, получивших АРВТ в полном объеме. По 33,3% случаев латентной инфекции в обеих подгруппах приходится на ЦМВИ, 27,8% организованных детей и 19,4% домашних имели IgG к ВЭБ, 16,7% и 13,9% — к ВПГ, 16,7% и 2,8% — к ВГЧ-6, 5,5% и 19,4% — к пневмоцисте соответственно.

Следует обратить внимание на то, что у ВИЧ-инфицированных детей, не получавших АРВТ, как домашних, так и организованных значительно реже выявляли маркеры активных и латентных ОИ, чем у детей, получивших ее в полном и не полном объеме. Случаи реконвалесценции ОИ приблизительно с одинаковой частотой встречали во всех подгруппах вне зависимости от приверженности АРВТ. Необходимо отметить, что среди детей, не получавших АРВТ совсем, маркеры как активных, так и латентных инфекций значительно чаще выявляли у организованных, чем домашних детей.

Обследование детей с неокончательным тестом на ВИЧ, несмотря на проведенную в полном объеме химиотерапию матерям, показало, что 25,0% детей имели латентные и 16,7% активные ОИ. Учитывая возраст детей, от месяца до полутора лет, выявленные IgG в титрах, не превышающих диагностическую сероконверсию, могут быть связаны не с латентно протекающими инфекциями, а обусловлены сохранением у них материнских антител. В то же время, обнаружение активных форм ГВИ и пневмоцистоза, являющихся СПИД-маркерными инфекциями, свидетельствующими об иммунодефицитном состоянии, позволило детей из этой группы (R-75 — неокончательный тест на ВИЧ) перевести в группу ВИЧ-позитивных (B-23) и незамедлительно назначить им АРВТ.

В соответствии с российскими рекомендациями антиретровирусная терапия проводится всем больным ВИЧ-инфекцией стадий 4 (4А, 4Б и 4В) и 5. Показанием к назначению АРВТ является иммуносупрессия (количество CD4-лимфоцитов менее 350/мкл), гематологические нарушения (анемия, тромбоцитопения), а также тяжелые и рецидивирующие вторичные инфекции. Лечение больных в остром периоде ВИЧ-инфекции показано, если у пациента обнаружено снижение числа CD4-лимфоцитов менее 1200/мл (стадии 2А и 2Б) или установлена стадия ВИЧ-инфекции 2В (острая ВИЧ-инфекция с вторичными заболеваниями). Терапия проводится комбинированно, то есть 3 препаратами одновременно, она направлена на блокаду репликации РНК вируса, что приводит к снижению вирусной нагрузки в крови больных и, как следствие, сохранению иммунных функций организма. Однако в связи с различными факторами (социальными, личной убежденностью больных), не все пациенты получают АРВТ в полном объеме, чаще — не в установленное время или пропускают приемы лекарств. Это ведет к активной репродукции вируса, прогрессированию вторичной иммуносупрессии и вторичным инфекционным осложнениям. Именно поэтому у домашних детей, получавших АРВТ в полном и неполном объеме, а также у организованных детей, получавших АРВТ только в полном объеме, маркеры активных ГВИ и пневмоцистоза выявляли значительно чаще, чем у детей, не получавших лечение из-за отсутствия медицинских показаний к нему (более сохранная иммунная система). У детей, получающих терапию антиретровирусными препаратами в полном объеме при соблюдении приверженности лечению и коррекции иммунитета все активные формы ОИ перейдут в латентные формы. Среди детей, не получавших АРВТ, маркеры оппортунистических инфекций встречались несколько чаще в организованных коллективах, что обусловлено более тесным контактом детей внутри коллектива и, как следствие, более интенсивной реализацией путей и механизмов передачи возбудителей ОИ. Результаты проведенного исследования выявили среди ВИЧ-позитивных детей, не получавших АРВТ по медицинским показаниям, случаи активных ГВИ и пневмоцистоза, что явилось показанием к ее незамедлительному назначению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кибец Е.В., Коваленко Т.А., Евдокимова И.А. Приверженность к АРВ-терапии у ВИЧ-положительных детей на разных возрастных этапах. М., Спецкнига, 2014.
2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. Проверка гипотез о равенстве долей признака в двух и более совокупностях. 2004.
3. Латышева И.Б., Воронин Е.Е. ВИЧ-инфекция у женщин в РФ. Актуальные вопросы ВИЧ-инфекции. СПб, Человек и его здоровье, 2016.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДНЫХ СИМБИОЗОВ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

Н.В.Немцева, О.А.Гоголева, М.Е.Игнатенко

БИОМЕДИЦИНСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АЛЬГО-БАКТЕРИАЛЬНЫХ СИМБИОЗОВ

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза, Оренбург

Представлен анализ последних опубликованных работ по взаимодействию между микроводорослями и бактериями. Микроводоросли, являясь результатом многомиллионной эволюции, способны к взаимодействию друг с другом, а также и с другими организмами. Взаимодействия между водорослями и бактериями демонстрируют разнообразие способов коммуникации от мутуализма до паразитизма. Они могут существенным образом влиять на поддержание жизнедеятельности, определяя вектор направленности связей, и в итоге, обеспечивая целостность экосистем. У исследователей возрастает внимание к альго-бактериальным симбиозам как продуцентам биомассы, а также биологически активных соединений. Направленное развитие зеленых биотехнологий нацеливает на создание новых направлений использования альго-бактериальных взаимодействий. Проанализированные материалы свидетельствуют о высоком фундаментальном и прикладном потенциале симбиозов микроводорослей с бактериями для биологии и медицины.

Журн. микробиол., 2018, № 4, С. 82—87

Ключевые слова: микроводоросли, бактерии, симбиоз, альгобактериальные взаимодействия, биотехнология

N.V.Nemtseva, O.A.Gogoleva, M.E.Ignatenko

BIOMEDICAL POTENTIAL OF ALGO-BACTERIAL SYMBIOSES

Institute of Cellular and Intracellular Symbiosis, Orenburg, Russia

The analysis of the latest published works on the interactions between microalgae and bacteria is presented. Microalgae as a result of multimillion evolution can interact with each other and with another microorganisms. Interactions between algae and bacteria demonstrate a variety of communication from mutualism to parasitism. They can significantly affect the maintenance of vital activity, determines the direction vector, ensure the integrity of ecosystems. In modern society the attention of researches to algae-bacterial symbiosis increases as a biomass producer and as biologically active compounds. The development of green biotechnology is aimed at creating new directions for the use of algae-bacterial interactions. The analyzes materials testify to the high fundamental and applied potential of symbiosis microalgae with bacteria for biology and medicine.

Zh. Mikrobiol. (Moscow), 2018, No. 4, P. 82—87

Key words: microalgae, bacteria, symbiosis, algobacterial interactions, biotechnology

Микроводоросли, являясь результатом многомиллионной эволюции, способны к взаимодействию друг с другом, а также и с другими организмами [3, 10]. Теперь уже невозможно составить полное представление о биологии и экологии этих древнейших фотосинтезирующих организмов, изучая их в