

7. Рахманова А.Г., Кирпичникова Г.И., Неверов В.А. Этиопатогенез, лабораторная диагностика и терапия герпесвирусных инфекций. СПб, 2003.
8. Adams M.J., Carstens E.B. Ratification vote on taxonomic proposals to the International Committee on Taxonomy of Viruses. Archives of virology. 2012, 157(7):1411-1422.
9. Davison A.J., Eberle R., Ehlers B. et al. The order herpesvirales. Archives of virology. 2009, 154(1): 171-177.

Поступила 26.10.18

Контактная информация: Марданлы С.С., 123098, Москва, ул. Гамалеи, 18

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

А.А.Марков<sup>1,3</sup>, Т.Х.Тимохина<sup>1</sup>, Н.Б.Перунова<sup>2</sup>, Я.И.Паромова<sup>1</sup>, Е.В.Иванова<sup>2,4</sup>

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКЗОМЕТАБОЛИТОВ BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM № 791 В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

<sup>1</sup>Тюменский государственный медицинский университет, <sup>2</sup>Оренбургский научный центр, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза, <sup>3</sup>ООО Научно-производственное инновационное объединение «Мультифункциональная медицинская лаборатория», Тюмень, <sup>4</sup>Оренбургский государственный медицинский университет

*Цель.* Изучить влияние экзосометаболитов Bifidobacterium bifidum на биологические свойства возбудителей гнойно-септических осложнений в травматолого-ортопедической практике и оценить их воздействие на репаративную регенерацию костной ткани перимплантационной зоны в послеоперационном периоде. *Материалы и методы.* В работе использованы музейные культуры V. bifidum 791, S. aureus 25923 ATCC, P. aeruginosa 27853 ATCC и антибиотикорезистентные госпитальные изоляты, выделенные от пациентов с перипротезной инфекцией и остеомиелитом (S.aureus 889, S. epidermidis 2041, P. aeruginosa 9672). Супернатант (экзосометаболиты) V. bifidum 791 получали из бульонной культуры, которую центрифугировали и пропускали через мембранный фильтр. При исследовании влияния экзосометаболитов бифидобактерий на пролиферативную активность бактерий двухсуточный супернатант V. bifidum соинкубировали в течении 24 с культурами музейных и госпитальных штаммов. Формирование биопленки в эксперименте in vitro изучали через 24 и 96 часов. Обработку имплантатов экзосометаболитами бифидобактерий осуществляли в течение 30 минут. Экспериментальное исследование проводили на кроликах породы «Фландр». В большеберцовые кости животных вкручивались титановые имплантаты без покрытия (контроль) и с пористым СБКФМ покрытием, обработанным экзосометаболитами V. bifidum (опыт). Гистологическое исследование и компьютерная микротомография проводились с использованием прибора SkyScan 1172 (BRUKER). *Результаты.* Супернатант V. bifidum 791 в зависимости от сроков культивирования бифидобактерий в разной степени оказывал бактериостатическое и бактерицидное действие, а также ингибировал биопленкообразование исследуемых культур микроорганизмов, включая антибиотикорезистентные штаммы. В экспериментах in vivo применение пористого СБКФМ покрытия на титановых имплантатах, обработанного супернатантом бифидобактерий, позволяло сохранять показатели минеральной плотности перимплантационной зоны на высоком уровне в сравнении с использованием контрольных титановых имплантатов без покрытия. *Заключение.* Положительные результаты доклинических экспериментов перспективны для проведения дальнейших клинических исследований в травматолого-ортопедической практике, что в конечном итоге позволит снизить риск развития гнойно-септических осложнений и предотвратить миграцию металлоконструкций и нестабильность эндопротезов в послеоперационном периоде.

Журн. микробиол., 2019, № 2, С. 55—61

Ключевые слова: V. bifidum 791, биопленки микроорганизмов, антибиотикорезистентные штаммы, травматолого-ортопедическая практика, титановые имплантаты

## POSSIBILITY OF USING EXOMETABOLITES *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* № 791 IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

<sup>1</sup>Tyumen State Medical University, <sup>2</sup>Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis, Orenburg, <sup>3</sup>Limited Liability Company Scientific-Production Innovative Association «Multifunctional Medical Laboratory», Tyumen, <sup>4</sup>Orenburg State Medical University, Russia

*Aim.* To study the effect of exometabolites of *Bifidobacterium bifidum* on the biological properties of causative agents of purulent-septic complications in trauma and orthopedic practice and to evaluate their effect on reparative bone tissue regeneration in the peri-implant zone in the postoperative period. *Materials and methods.* Using the museum cultures of *B. bifidum* 791, *S. aureus* 25923 ATCC, *P. aeruginosa* 27853 ATCC and antibiotic-resistant hospital strains, isolated from patients with periprosthetic infection and osteomyelitis (*S.aureus* 889, *S. epidermidis* 2041, *P. aeruginosa* 9672). The supernatant (exometabolites) of *B. bifidum* 791 was obtained from a broth culture, which was centrifuged and passed through a membrane filter. In studying the effect of exometabolites of bifidobacteria on the proliferative activity of bacteria, the two-day supernatant of *B. bifidum* was co-incubated for 24 cultures of museum and hospital strains. The biofilm formation in vitro experiment was studied after 24 and 96 hours. Treatment of implants with exometabolites of bifidobacteria was carried out for 30 minutes. Experimental research was carried out on rabbits of breed «Flandr». Titanium implants without coating (control) and with porous SBKFM coating treated with exometabolites of *B. bifidum* (experiment) were screwed into the tibial bones of animals. Histological examination and computed microtomography were performed using a SkyScan 1172 instrument (BRUKER). *Result.* Depending on the time of cultivation of bifidobacteria, the supernatant *B. bifidum* 791 had a bacteriostatic and bactericidal effect to varying degrees, and also inhibited the biofilm formation of the studied microorganism cultures, including antibiotic-resistant strains. In in vivo experiments, the use of porous SBKFM coatings on titanium implants treated with the supernatant of bifidobacteria made it possible to maintain the mineral density indices of the peri-implantation zone at a high level in comparison with the use of control titanium implants without coating. *Conclusion.* Positive results of preclinical experiments are promising for further clinical research in trauma and orthopedic practice, which ultimately will reduce the risk of developing septic complications and prevent the migration of metal structures and instability of endoprostheses in the postoperative period.

Zh. Mikrobiol. (Moscow), No. 2, P. 55—61

Key words: *B. bifidum* 791, biofilms of microorganisms, antibiotic-resistant strains, traumatologic-orthopedic practice, titanium implants

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на все достижения асептики и антисептики, риск развития гнойно-септических осложнений в раннем и позднем послеоперационном периодах по данным отечественных и зарубежных авторов достигает 37,8% от всех оперативных вмешательств [1, 7, 8, 16].

Сложность проведения антибактериальной терапии усугубляется формированием биопленок на поверхности установленных эндопротезов и имплантатов. Бактерии в составе биопленок усиливают свою патогенность, проявляют более высокую устойчивость к антибиотикам и другим лекарственным препаратам, что, в свою очередь, приводит к хронизации инфекционного процесса [6, 11, 14].

Учитывая стадийность развития биопленки, важно предотвратить первичную контаминацию имплантируемых материалов микроорганизмами. В условиях современного мира, в котором все чаще встречается резистентность бактерий ко многим антибиотикам, а в определенных случаях отмечается и полиантибиотико-резистентность, изучение антимикробных свойств метаболитов пробиотических микроорганизмов (в частности бифидо- и лактобацилл) приобретает все более важное значение. Поиск препаратов, биологически безопасных для организма человека, обладающих высокими антимикробными свойствами, перспективно и следует

рассматривать с позиции ассоциативного симбиоза — многокомпонентной интегративной системы (макропартнер, нормофлора, условно патогенные и патогенные микроорганизмы).

Перспективность применения симбиотического подхода в медицине обоснована результатами научных исследований, которые доказали, что экзометаболиты представителей симбиотической нормофлоры (бифидобактерий) обладают высокой антимикробной активностью, противовоспалительными свойствами, а также предупреждают гипоксию тканей и микроциркуляторные нарушения за счет содержания в них карбоновых кислот, микробного лизоцима, перекиси водорода, бактериоцинов, протеолитических ферментов, витаминов [2, 3, 5, 9, 10].

В связи с вышесказанным интерес представляет изучение и практическое применение антимикробных свойств супернатанта (экзометаболиты) бифидофлоры в травматолого-ортопедической практике для предотвращения первичной контаминации имплантатов микроорганизмами и влияния на репаративную регенерацию костной ткани периимплантационной зоны в послеоперационном периоде.

Цель работы — изучение влияния экзометаболитов *Bifidobacterium bifidum* на биологические свойства возбудителей гнойно-септических осложнений в травматолого-ортопедической практике и оценка их воздействие на репаративную регенерацию костной ткани периимплантационной зоны в послеоперационном периоде.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве штамма-продуцента была использована производственная культура *Bifidobacterium bifidum* 791 (№ депонента АС-1247 Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУП ГосНИИ «Генетика»), использующаяся при производстве пробиотика «Бифидумбактерин».

Супернатант (экзометаболиты) *B. bifidum* 791 получали из бульонной культуры бифидобактерий. Исследуемую культуру инокулировали в питательный бульон Schaedler, культивировали в течении 24 (суточная бульонная культура), 48 (двухсуточная), 72 (трехсуточная) и 96 (четырёхсуточная) часов в условиях анаэробного термостата (Binder, Германия) при 37°C, центрифугировали при 3000 об/мин в течение 20 минут и пропускали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,2 мкм («Millipore», Франция).

При исследовании пролиферативной и антимикробной активности в эксперименте *in vitro* использовали двухсуточный (48 часов культивирования бифидобактерий в питательном бульоне) супернатант *B. bifidum*, музейные тест-штаммы: *Staphylococcus aureus* 25923 АТСС, *Pseudomonas aeruginosa* 27853 АТСС и антибиотикорезистентные госпитальные изоляты, выделенные от пациентов с перипротезной инфекцией и остеомиелитом: *Staphylococcus aureus* 889 (MRSA), *Staphylococcus epidermidis* 2041, *Pseudomonas aeruginosa* 9672.

Выделение, идентификацию и определение чувствительности возбудителей к антибиотикам проводили на базе бактериологической лаборатории ГБУЗ ТО ОКБ № 2 г. Тюмени в соответствии с приказом МЗ СССР № 535 Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинико-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений.

Эксперимент *in vitro* по изучению бактерицидного влияния в отношении тест-штаммов бактерий проводили методом десятикратных разведений супернатанта *B. bifidum*, полученного из двухсуточной бульонной культуры бифидобактерий. Исследуемый супернатант соинкубировали с чистой культурой музейных и госпитальных штаммов бактерий в соотношении 9:1 при 37°C в течение 24 часов, затем из каждого разведения производили высеивание по 0,1 мл на плотные питательные среды: желточно-солевой агар для *Staphylococcus aureus* и *epidermidis*, агар Мюллера-Хинтона — *Pseudomonas aeruginosa*. Пролиферативную активность тест-штаммов бактерий оценивали через 24 часа.

Нанесение пористого синтетического биоактивного кальций-фосфатного минерального (СБКФМ) покрытия на титановые имплантаты для экспериментов осуществлялась по авторской методике [12].

В основе изучения формирования биопленки использовали метод G. O'Toole [15], модифицированный в авторском исполнении. В опытах в качестве «подложки» использовали образцы титановых имплантатов с пористым СБКФМ покрытием, обработанные экзосметаболитами бифидобактерий, т.е., выдержанные 30 минут в двухсуточных экзосметаболитах. Контрольные образцы титановых имплантатов с пористым ПСБКФМ покрытием не обрабатывали экзосметаболитами. Контрольные опытные образцы погружали в питательный бульон с музейными и госпитальными тест-штаммами ( $1,5 \times 10^3$  КОЕ/мл) с экспозицией в 24 и 96 часов. После экспозиции образцы кратковременно погружали в физиологический раствор для избавления от планктонных клеток и опускали на 45 минут в 0,1% раствор генцианвиолета, затем промывали в физиологическом растворе и помещали в этиловый спирт (2 мл) на 15 минут. Оптическую плотность (OD) окрашенного спирта измеряли на фотоэлектроколориметре (КФК-3).

Экспериментальное исследование *in vivo* проводили на 27 кроликах породы «Фландр» в возрасте 7-8 месяцев, с массой тела 5,8 — 6, 6 кг. В большеберцовые кости животных после предварительного засверливания вкручивались титановые имплантаты без покрытия (контроль), с пористым СБКФМ покрытием и с пористым СБКФМ покрытием, обработанным экзосметаболитами *V. bifidum* (опыт). Оперативное вмешательство выполнялось в асептических условиях, под внутривенным наркозом.

Животных выводили из эксперимента в следующие сроки: 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 30 и 50 сутки. Костная ткань периимплантационной зоны во все вышеуказанные сроки исследовалась методом гистологического исследования и компьютерной микротомографии с использованием прибора высокого разрешения SkyScan 1172 (BRUKER). Данный метод позволяет проводить реконструкцию трехмерных моделей рентгеновских изображений и анализировать качество костной ткани периимплантационной зоны с высоким разрешением. Динамику оценивали по изменению показателя минеральной плотности костной ткани — BMD ( $\text{г/см}^3$ ).

Статистическую обработку полученных данных проводили средствами пакета Statistica 10 (StatSoft, USA).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В экспериментах *in vitro* установлено, что суточный супернатант *V. bifidum* 791 проявлял бактериостатическое действие в отношении исследуемых штаммов микроорганизмов, а трех- и четырехсуточный — бактерицидное. Двухсуточные экзосметаболиты *V. bifidum* отличались максимальной бактерицидной активностью, что дало основание использовать их в экспериментах *in vivo* и *in vitro*.

Результаты исследования по изучению бактерицидных свойств супернатанта *V. bifidum* в отношении антибиотикорезистентных госпитальных изолятов *S. aureus* 889 (MRSA), *S. epidermidis* 2041 и *P. aeruginosa* 9672 показали отсутствие роста бактерий в максимальных концентрациях ( $1,5 \times 10^7$  КОЕ/мл), что свидетельствовало о высокой антимикробной активности супернатанта бифидобактерий в отношении не только тест-штаммов бактерий, но и антибиотикорезистентных госпитальных изолятов.

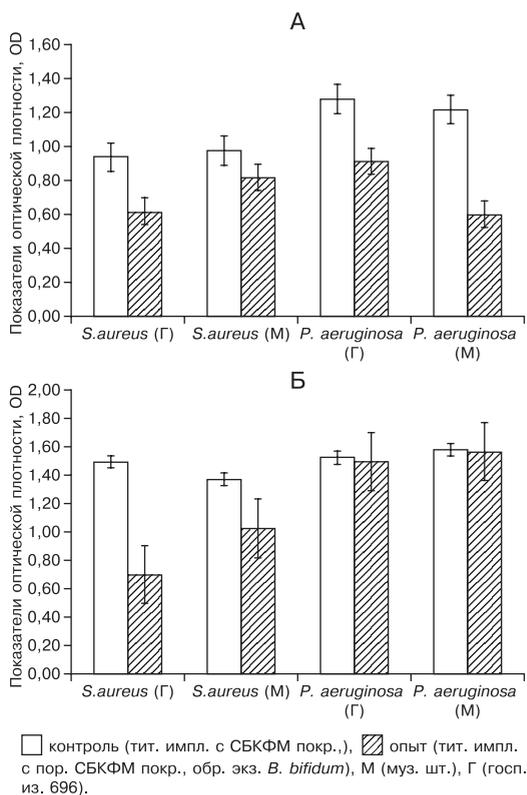
При изучении влияния супернатанта *V. bifidum* 791 на биопленкообразование бактерий установлено, что наиболее выраженное снижение показателей оптической плотности было выявлено через 24 часа экспозиции. Среди всех исследуемых культур микроорганизмов более чувствительным к экзосметаболитам бифидобактерий оказался музейный тест-штамм *P. aeruginosa*, у которого отмечено снижение показателя биопленкообразования на  $50 \pm 3\%$  от значений контроля (рис. 1 А). Через 96 часов эксперимента максимальное ингибирование биопленкообразования бы-

ло выявлено в отношении госпитального тест-штамма *S. aureus*, у которого различия значений оптической плотности в опыте и контроле составило  $53 \pm 3\%$  (рис. 1 Б).

Результаты гистологического исследования и компьютерной рентгеновской микрофотографии в экспериментах на кроликах показали более выраженную резорбцию костной ткани периимплантационной зоны при использовании титановых имплантатов без покрытия. В таблице представлены данные по изменению минеральной плотности, являющейся одним из показателей качества костной ткани. Определено снижение данного показателя при анализе периимплантационной зоны титанового имплантата без покрытия, как с 3 по 9 сутки, так и с 11 по 50 сутки исследований, что свидетельствовало о снижении прочности кости. Напротив, применение пористого СБКФМ покрытия на титановых имплантатах, обработанного экзометаболическими бифидобактерий, позволило сохранить качество костной ткани, определяемое сохранением показателя минеральной плотности периимплантационной зоны на высоком уровне в сравнении с использованием контрольных титановых имплантатов без покрытия.

Результаты проведенных *in vivo* и *in vitro* экспериментов подтверждают роль микробного фактора в предотвращении инфекционного процесса при хирургической патологии, о чем также свидетельствуют экспериментальные исследования на модели штамма *B. subtilis* № 534, транслоцирующегося из кишечника к очагу воспаления [13]. В нашей работе мы использовали супернатант бифидобактерий, являющихся представителями нормальной микрофлоры человека и способных снижать персисцентный потенциал патогенов и регулировать иммунный гомеостаз хозяина [3]. Проведенные исследования позволили установить высокую антибактериальную активность и способность супернатанта штаммов *B. bifidum* 791 подавлять формирование биопленок у антибиотикорезистентных госпитальных изолятов, выделенных от пациентов с перипротезной инфекцией и остеомиелитом.

Использование экзометаболических *B. bifidum* с синтетическим биоактивным кальций-фосфатным минеральным покрытием на титановых имплантатах в экспериментах *in vivo* показало, что минеральная плотность костной ткани периимплантационной зоны претерпевает меньшие изменения и остается на высо-



**Влияние экзометаболических на формирование биопленки музейными тест-штаммами и госпитальными изолятами через 24 (А) и 96 (Б) часов.**

**Сравнительная оценка показателей минеральной плотности периимплантационной зоны костной ткани при использовании имплантатов в эксперименте *in vivo***

Сутки	Вид имплантата	BMD ( $\text{г}/\text{см}^3$ )
3 по 9	Ti	$0,788 \pm 0,040$
3 по 9	Ti + ПСБКФМП + Э/М	$0,818 \pm 0,046$
3 по 9	Нормальная кость	$0,915 \pm 0,011$
11 по 50	Ti	$0,735 \pm 0,018$
11 по 50	Ti + ПСБКФМП + Э/М	$0,832 \pm 0,018$
11 по 50	Нормальная кость	$0,940 \pm 0,010$

Условные обозначения: Ti — титановый имплантат; Ti + ПСБКФМП + Э/М — титановый имплантат с пористым синтетическим биоактивным кальций-фосфатным минеральным покрытием, обработанный двухсуточными экзометаболическими *B. bifidum*; BMD — показатель минеральной плотности костной ткани (в  $\text{г}/\text{см}^3$ ).

ком уровне, в сравнение с изменениями при использовании титановых имплантатов без покрытия. Это позволяет утверждать, что в случае применения экзометаболитов *B. bifidum* с синтетическим биоактивным кальций-фосфатным минеральным покрытием на титановых имплантатах будет формироваться прочный костно-металлический блок в послеоперационном периоде.

Выявленная нами в работе антимикробная и антибиопленочная активность бифидобактерий в отношении антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов открывает перспективу создания на их основе антимикробных средств, имеющих преимущество в сравнении с широко используемыми в травматолого-ортопедической практике антибиотиками и антисептическими препаратами. Положительные результаты доклинических экспериментов перспективны для проведения дальнейших клинических исследований в травматолого-ортопедической практике, что в конечном итоге позволит снизить риск развития гнойно-септических осложнений и предотвратить миграцию металлоконструкций и нестабильность эндопротезов в послеоперационном периоде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Божкова С.А., Тихилов Р.М., Разоренов В.Л. и др. Микробиологические аспекты антибактериальной терапии парапротезной инфекции, вызванной грамположительными возбудителями. *Инфекции в хирургии*. 2011, 9 (3):31-36.
2. Бондаренко В.М., Рыбальченко О.В. Анализ профилактического и лечебного действия пробиотических препаратов с позиций новых научных технологий. *Журнал микробиологии*. 2015, 2:90-104.
3. Бухарин О.В., Перунова Н.Б., Иванова Е.В. Бифидофлора при ассоциативном симбиозе человека: монография. О. В. Бухарин, Н. Б. Перунова, Е.В. Иванова. Екатеринбург, УрО РАН, 2014.
4. Бухарин О.В., Лобакова Е.С., Немцева Н.В., Черкасов С.В. Ассоциативный симбиоз. Екатеринбург, УрО РАН, 2007.
5. Вахитов Т.Я. Регуляторные функции бактериальных экзометаболитов на внутривидовом и межвидовых уровнях. Дисс. д-ра биол. наук. СПб, 2007.
6. Льюис К. Персистирующие клетки и загадка выживания биопленок. *Биохимия*. 2005, 70(2):327-336.
7. Лещинин Я. М. Инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) в экстренном хирургическом стационаре: распространенность и структура. Многопрофильная больница: проблемы и решения. Ленинск-Кузнецкий, 2011.
8. Малков И.С., Шакиров М.И., Пизамутдинов Е.З. и др. Интраоперационная профилактика раневых гнойно-воспалительных осложнений. *Казанский медицинский журнал*. 2006, 2:108-110.
9. Молохова Е.И., Сорокина Ю.В. Разработки отечественных метаболических пробиотиков и их стандартизация. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2011, 26(1):29-33.
10. Постникова Е.А., Ефимов Б.А., Володин Н.Н., Кафарская Л.И. Поиск перспективных штаммов бифидобактерий и лактобацилл для разработки новых биопрепаратов. *Журн. микробиол.* 2004, 2:64-69.
11. Смирнова Т.А., Диденко Л.В., Андреев А.Л., Алексеева Н.В. и др. Электронно-микроскопическое изучение биоплёнок, образуемых бактериями *Burkholderia cerasia*. *Микробиология*. 2008, 77(1):63-70.
12. Марков А.А., Соколюк А.А. Способ нанесения синтетического биоактивного кальций-фосфатного минерального комплекса на имплантаты медицинского назначения. Патент РФ № 2606366 от 10.01.2017. Бюл. № 1.
13. Тарасенко В.С., Никитенко В.И., Стадников А.А. Экспериментально-клиническое обоснование применения споробактерина в комплексном лечении панкреонекроза. *Вестн. хирургии им. И.И. Грекова*. 2002, 161(1):110-114.
14. Тец Г.В. Роль внеклеточной ДНК и липидов матрикса во взаимодействии бактерий биоплёнок с антибиотиками. Дисс. канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2007.

15. Toole G.A., Kaplan H.B., Kolter R. Biofilm formation as microbial development. *Annu. Rev. Microbiol.* 2000, 54:49-79.
16. Wald D.S. Wound healing under pathological conditions. *Inf. Medicina propraxi.* 2002, 10:6-10.

Поступила 15.02.19

Контактная информация: Марков А.А.,  
625023, Тюмень, ул. Одесская, 54, р.т. (3452)20-21-97

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

*Л.И.Корзая, Д.И.Догадов, А.М.Гончаренко, Б.А.Лапин*

## **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОТИВОКОРЕВОВОГО ИММУНИТЕТА У ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА СОЧИ И ОБЕЗЬЯН АДЛЕРСКОГО ПРИМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА**

НИИ медицинской приматологии, Сочи

*Цель.* Изучение уровня противокоревового иммунитета у обезьян приматологического центра, обслуживающего персонала питомника и у некоторых групп населения Адлерского региона в сравнительном аспекте. *Материалы и методы.* В работе исследовано 1077 сывороток: 354 — от людей и 723 — от обезьян. Использовали коммерческие тест-системы для определения IgG и IgM к вирусу кори методом ИФА. *Результаты.* Выявлена крайне низкая степень противокоревового иммунитета у обезьян разных видов Адлерского приматологического центра ( $10,2 \pm 1,4\%$ ) за счет особей, рожденных до 1993 года. У макак яванских, импортированных из Вьетнама и Республики Маврикий в 2015-2017 гг., частота обнаружения анти-IgG варьировала от 2,3% до 57,5%, анти-IgM не обнаруживались. Показатель противокоревового иммунитета у взрослого населения, в целом, был ниже нормы ( $86,4 \pm 1,8\%$ ), однако варьировал в различных группах (57,8 — 100%). Выявлена значительная разница ( $p \leq 0,05$ ) не только в проценте иммунных лиц к вирусу кори среди лиц в возрасте 18-35 по сравнению с лицами в возрасте 36-75 лет ( $73,6 \pm 3,5\%$  и  $96,9 \pm 1,2\%$  соответственно), но и в среднем титре антител ( $1,34 \pm 0,26$  МЕ/мл и  $2,92 \pm 0,24$  МЕ/мл соответственно). Самый низкий процент серопозитивных лиц ( $57,8 \pm 6,2\%$ ) и уровень антител ( $0,97 \pm 0,21$  МЕ/мл) был отмечен в группе студентов (18-25 лет). *Заключение.* Наличие серонегативных лиц (26,4%) к вирусу кори среди молодого населения в возрасте 18-35 лет требует проведения вакцинации против кори. Появление источника инфекции среди неиммунных обезьян (89,8%), рожденных после 1992 года, может привести к возникновению вспышки кори.

Журн. микробиол., 2019, № 2, С. 61—67

Ключевые слова: корь, антитела, иммунитет, ИФА, человек, обезьяны

*L.I.Korzaya, D.I.Dogadov, A.M.Goncharenko, B.A.Lapin*

## **COMPARATIVE STUDY OF ANTI-MEASLES IMMUNITY IN ADULT POPULATION OF SOCHI AND LABORATORY PRIMATES OF ADLER PRIMATE CENTER**

Research Institute of Medical Primatology, Sochi, Russia

*Aim.* Comparative study of the level of anti-measles immunity in monkeys of the Primate Center, colony service staff and in some groups of the population of the Adler region. *Materials and methods.* In this study 1077 sera have been investigated: 354-from humans and 723-from monkeys. Commercial test systems were used to determine IgG and IgM antibodies to measles virus by IEA (immune enzyme analysis). *Results.* An extremely low degree of anti-measles immunity among monkeys of different species of the Adler Primate Center ( $10,2 \pm 1,4\%$ ) at the expense of the individuals born before 1993 was revealed. In cynomolgus