

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 1. (118). С. 103-120.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. № 1. (118). P. 103-120.

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 616.314-002-092-003.96-053.6:612.017.1(571.121)

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007

ИММУНИТЕТ В ПАТОГЕНЕЗЕ КАРИЕСА ЗУБОВ ПРИ АДАПТАЦИИ ПОДРОСТКОВ КОРЕННОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Борис Николаевич Зырянов¹, Олег Владимирович Антонов²

¹Медицинская клиника «Дента-Смак», Омск, Россия

²Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия

¹*sdpzyryanov@mail.ru* <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

²*kafpdb@mail.ru* <http://orcid.org/0000-0002-5966-9417>

Аннотация. Изучение иммунитета и его роль в патогенезе кариеса зубов при адаптации детей к экстремальным условиям Крайнего Севера являются актуальными. Целью исследования явилось изучение местного и общего иммунитета и их связь с развитием кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения к условиям Арктики. Было обследовано 111 подростков коренного и пришлого населения Крайнего Севера. У обследованных подростков были изучены общий и местный иммунитет, а также распространённость и интенсивность кариеса зубов. Всего было выполнено 1554 лабораторных анализа и 275 клинических показателей. Выявлено нарушение общего и местного иммунитета у подростков пришлого населения, длительно проживающих в Арктике. Нарушение иммунитета сопряжено с более высокой заболеваемостью кариесом зубов у подростков пришлого населения в этом регионе. Полученные результаты выявили роль иммунитета в патогенезе кариеса зубов у подростков в Арктике. Эти результаты исследования свидетельствуют о срыве адаптации у подростков пришлого населения при длительном проживании их в условиях Крайнего Севера. Даны рекомендации.

Ключевые слова: общий и местный иммунитет, кариес зубов, па-

тогенез, адаптация, подростки коренного и пришлого населения, Крайний Север.

Цитирование: Зырянов Б.Н. Иммуитет в патогенезе кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения на Крайнем Севере / Б.Н. Зырянов, О.В. Антонов // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 103–120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007.

Original article

IMMUNITY IN THE PATHOGENESIS OF DENTAL CARIES IN THE ADAPTATION OF ADOLESCENTS OF INDIGENOUS AND IMMIGRANT POPULATION IN THE FAR NORTH

Boris N. Zyryanov¹, Oleg V. Antonov²

¹Medical Clinic "Denta-Smak", Omsk, Russia

²Omsk State Medical University, Omsk, Russia

¹sdpyryanov@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

²kafpdb@mail.ru <http://orcid.org/0000-0002-5966-9417>

Abstract. The study of immunity and its role in the pathogenesis of dental caries in the adaptation of children to the extreme conditions of the Far North are relevant. The aim of the study was to study local and general immunity and their relationship with the development of dental caries during the adaptation of indigenous and immigrant adolescents to Arctic conditions. 111 adolescents of the indigenous and immigrant population of the Far North were examined. The examined adolescents had general and local immunity, as well as the prevalence and intensity of dental caries. A total of 1554 laboratory analyses and 275 clinical indicators were performed. A violation of general and local immunity was revealed in immigrant adolescents who have been living in the Arctic for a long time. Violation of immunity is associated with a higher incidence of dental caries in immigrant adolescents in this region. The results revealed the role of immunity in the pathogenesis of dental caries in adolescents in the Arctic. These results of the study indicate about the breakdown of adaptation in immigrant adolescents during their long-term residence in the conditions of the Far North. Recommendations are given.

Keywords: general and local immunity, dental caries, pathogenesis,

adaptation, adolescents of indigenous and immigrant population, Far North.

Citation: Zyryanov B.N. Immunity in the pathogenesis of dental caries in the adaptation of adolescents of indigenous and immigrant population in the Far North / B.N. Zyryanov, O.V. Antonov // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. С. 103–120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007.

Введение

Экстремальные условия Крайнего Севера приводят к снижению адаптации человека и сопровождаются нарушением и утратой здоровья, особенно прибывших в этот регион как взрослых [1, 2, 3, 4, 5], так и детей [6, 7, 8, 9]. Это способствует развитию высокой патологии, протекающей более тяжело и имеющей свои особенности [10, 11, 12, 13]. Ямало-Ненецкий автономный округ относится к районам высоких широт и является экстремальной территорией с суровыми климато-географическими и социально-гигиеническими условиями, влияющими на здоровье людей [7, 14]. Это проявляется нарушением адаптации организма как коренного, так и пришлого населения Крайнего Севера, и вызывает патологию [4, 5, 8, 10, 11]. Кариес зубов является одним из распространённых заболеваний в мире [15, 16, 17]. В условиях Крайнего Севера поражение зубов кариесом отмечается наиболее высоким [8, 18, 19, 20]. Изучение роли иммунитета в патогенезе кариеса зубов у населения Арктики является актуальным.

Иммунная система является одним из важных механизмов формирования адаптации человека на Крайнем Севере [8, 21, 22, 23, 24]. Изучению состояния иммунитета у населения Крайнего Севера посвящён ряд исследований [8, 21, 22, 24]. Экстремальные условия на Крайнем Севере для здоровья человека, особенно детского организма, значительно более тяжелые, чем в средней полосе [7, 8, 14]. Освоение Арктики сопровождается интенсивным обживанием этого сурового региона и переездом на постоянное жительство семей с детьми. Организм приезжего ребёнка в Арктике с несформированной иммунной системой является наиболее уязвимым при адаптации к экстремальным условиям Крайнего Севера [8, 25, 26]. Состояние иммунитета у детей школьного возраста коренного и пришлого населения, проживающих на Крайнем Севере, в проблеме патогенеза кариеса зубов изучены недостаточно [8]. В связи с этим возникает необходимость изучить ряд показателей, характеризующих общий и местный иммунитет, его роль в патогенезе кариеса зубов для выявления особенностей адаптации у приезжих подростков с различными сроками

проживания в экстремальных условиях Крайнего Севера и у постоянно проживающих коренных подростков в этих суровых условиях.

Цель исследования

Целью исследования явилось изучение общего и местного иммунитета в патогенезе кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения (далее по тексту – коренных и пришлых подростков) на Крайнем Севере.

Материалы и методы

В качестве региона Крайнего Севера для изучения был взят Ямало-Ненецкий автономный округ. Исследование показателей общего (системного) и местного иммунитета проведено у 31 подростка коренного населения (ненцы, ханты, селькупы) и у 80 подростков пришлого населения Крайнего Севера, выходцев из средней полосы Западной Сибири, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе различные сроки (один год, пять лет и 10 лет). Обследование проводилось в г. Салехарде. Всего было обследовано 111 подростков, лица мужского пола в возрасте 15 лет. Пришлые подростки, проживающие разные сроки в условиях Крайнего Севера, составили основную группу, а коренные подростки Крайнего Севера – группу сравнения. В группы обследованных были включены практически здоровые дети-подростки, не состоящие на диспансерном учете, без признаков перенесенных острых инфекционных заболеваний на момент обследования. В качестве клинического материала у обследуемых лиц были изучены стоматологические заболевания. Так, на кариес зубов было обследовано 111 подростков, у которых проводилось углублённое обследование. Для обследования использовалась «Карта комплексного стоматологического и социально-гигиенического обследования» (ЦНИИС). У них по этой карте определялись распространённость кариеса зубов (%), интенсивность кариеса зубов (индекс КПУ – число зубов, поражённых кариесом, число пломб зубов и число удалённых зубов, индекс КППУ – число поражённых кариесом поверхностей зубов, число пломб на поверхностях зубов и число удалённых зубов). Всего получено 275 клинических показателей.

При углублённом обследовании у этих же подростков был изучен общий и местный иммунитет. Среди общего иммунитета было изучено его клеточное звено. Клеточное звено общего иммунитета определялось путём общего анализа крови с оценкой количества лейкоцитов, эозинофилов, нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов, который выполнялся на гематологическом анализаторе «ABX PENTRA 60» (Франция). Местный иммунитет изучался у обследуемых подростков в надосадочной части ро-

товой жидкости и в осадке ротовой жидкости, где определялись его гуморальное и клеточное звено. Забор ротовой жидкости проводился согласно рекомендации Б.Н. Зырянова, Т.Ф. Соколовой [27]. Для получения надосадочной части и осадка ротовой жидкости ротовую жидкость центрифугировали на центрифуге ОПН-ЗУ при скорости 3000 об./мин. в течение 15 минут. Гуморальное звено местного иммунитета оценивали по содержанию секреторного иммуноглобулина «А» (sIgA), иммуноглобулина «А» (IgA), иммуноглобулина «G» (IgG) и иммуноглобулина «M» (IgM) в надосадочной части ротовой жидкости методом иммуноферментного анализа с помощью набора реагентов ЗАО «Вектор-Бест» (Россия). Лизоцим в ротовой жидкости определялся методом О.В. Бухарина и Н.В. Васильева (1971). Показатели клеточного звена местного иммунитета – нейтрофилы, лимфоциты и макрофаги, а также эпителий определялись в мазках центрифугата осадка ротовой жидкости на предметном стекле путём окраски по Романовскому – Гимза и под микроскопом «Биолан» с увеличением 630 проводился их подсчёт с помощью сетки Автандилова. Всего было проведено 1554 лабораторных анализа. Статистический анализ осуществлялся с использованием пакета программы «Statistica 8 for Windows». Статистические показатели определялись подсчетом интенсивных показателей относительных величин (Р), средней арифметической (М) и их ошибки ($\pm m$) с оценкой значимости различий между сравниваемыми показателями по t-критерию Стьюдента и оценивался коэффициент корреляции по Пирсону (r). Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05 [28].

Результаты исследования и обсуждение

Основным критерием, определяющим важность исследования, являются клинические показатели. Наиболее адаптированной к экстремальным условиям Арктики представлена группа коренных подростков этого региона, что подтверждается клиническими данными (таблица 1). Так, распространённость кариеса у приезжих подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере, достоверно выше ($p < 0,001$), чем у коренных подростков. Анализ интенсивности кариеса зубов показал следующее. Индекс КПУ у пришлых подростков, проживающих пять – десять лет в Арктике (II, III группы) увеличился в 2,0-2,3 раза ($p < 0,001$), чем за один год проживания их (группа I) в этом регионе, а индекс КПпУ у пришлых подростков, длительно проживающих в Арктике (II, III группы), увеличился в 2,1 – 2,6 раза ($p < 0,001$) по сравнению с первым годом проживания их на Крайнем Севере. Отдельно следует отметить, что индекс КПУ у пришлых подростков, длительно проживающих в Арктике (II и III группы), был в 2,5-2,9 раза выше ($p < 0,001$), чем у коренных подростков, а индекс

КППУ у пришлых подростков, проживающих в Арктике пять-десять лет (II, III группы), в 2,8-3,4 раза выше ($p < 0,001$), чем у коренных подростков этого региона. Самый высокий показатель индекса КППУ отмечался у пришлых подростков и был равен $13,29 \pm 0,31$, а самый низкий был у коренных подростков Арктики — $3,91 \pm 0,25$. Следовательно, индексы КПУ и КППУ при увеличении сроков проживания пришлых подростков в Арктике существенно росли ($p < 0,001$) и были значительно выше ($p < 0,001$) по сравнению с этими показателями у коренных подростков. Таким образом, согласно оценочным критериям (ВОЗ, 1980) интенсивность кариеса зубов (индекс КПУ) у пришлых подростков при длительном проживании их в Арктике является очень высокой. У коренных подростков отмечается средний уровень интенсивности кариеса зубов.

Таблица 1. Показатели распространённости кариеса зубов (%), индекса КПУ, индекса КППУ у приезжих подростков, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе различные сроки (от одного года до десяти лет), и у подростков коренного населения этого округа в возрасте 15 лет ($M \pm m$, $P \pm m$, p)

| Группы населения | Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы) | | | Подростки коренного населения (группа сравнения) — $n=31$ |
|------------------------|---|-----------------------------------|--|--|
| | I группа (1 год) $n=30$ | II группа (5 лет) $n=28$ | III группа (10 лет) $n=22$ | |
| Показатели | | | | |
| Распространённость (%) | | | 100 | $90,74 \pm 3,94$ $p_4 < 0,05$ |
| Индекс КПУ | $4,71 \pm 0,33$ | $9,60 \pm 0,25$ $p_1 < 0,001$ | $10,91 \pm 0,24$ $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$ | $3,80 \pm 0,27$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| Индекс КППУ | $5,20 \pm 0,37$ | $10,82 \pm 0,52$ $p_1 < 0,001$ | $13,29 \pm 0,31$ $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$ | $3,91 \pm 0,25$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |

Примечание: p_1 — достоверность различий между I и последующими группами, p_2 — достоверность различий между II и III группами, p_3 — достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 — достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n — число обследованных подростков.

Высокая заболеваемость у пришлых подростков диктует необходимость изучить иммунитет, являющийся одним из главных механизмов адаптации и роста патологии. Особое внимание в наших исследованиях уделялось изучению общего (системного) и местного иммунитета у пришлых подростков с различными сроками проживания в экстремальных условиях Крайнего Севера и для сравнения у коренных подростков этого региона. Важным моментом является изучение показателей клеточного звена общего иммунитета у исследуемых нами подростков Арктики (таблица 2).

Таблица 2. Показатели клеточного звена общего иммунитета у пришлых подростков, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе различные сроки (от одного года до 10 лет – основная группа), и у коренных подростков Ямала (группа сравнения) в возрасте 15 лет ($M \pm m$, p)

| Группы населения | Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы) | | | Подростки коренного населения (группа сравнения) – $n=31$ |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|---|---|
| | Показатели | I группа (1 год) $n=30$ | II группа (5 лет) $n=28$ | |
| Лейкоциты $\times 10^9/\text{л}$ | $8,51 \pm 0,29$ | $5,70 \pm 0,28$ $p_1 < 0,001$ | $5,33 \pm 0,19$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$ | $5,47 \pm 0,08$ $p_1 < 0,001$ $p_3 > 0,05$ $p_4 > 0,05$ |
| Эозинофилы % | $1,80 \pm 0,13$ | $2,86 \pm 0,15$ $p_1 < 0,001$ | $2,56 \pm 0,14$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$ | $3,47 \pm 0,07$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| Нейтрофилы % | $70,21 \pm 0,47$ | $65,75 \pm 1,01$ $p_1 < 0,001$ | $68,89 \pm 0,26$ $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,01$ | $55,74 \pm 0,87$ $p_1 < 0,001$ $p_3 > 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| Лимфоциты % | $18,94 \pm 0,47$ | $15,33 \pm 0,45$ $p_1 < 0,001$ | $15,72 \pm 0,32$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$ | $29,47 \pm 0,74$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| Моноциты % | $9,50 \pm 0,31$ | $7,60 \pm 0,29$ $p_1 < 0,001$ | $7,38 \pm 0,45$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$ | $7,31 \pm 0,12$ $p_1 < 0,001$ $p_3 > 0,05$ $p_4 > 0,05$ |

Примечание: p_1 – достоверность различий между I и последующими группами, p_2 – достоверность различий между II и III группами, p_3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n – число обследованных подростков.

Оказалось, что количество лейкоцитов у пришлых подростков при проживании пять и более лет в Арктике (II, III группы) существенно снижалось ($p < 0,001$), а у коренных подростков (группа сравнения) этот показатель был минимален и не отличался от группы подростков, проживающих в Арктике пять – десять лет ($p > 0,05$). Этот факт может свидетельствовать об истощении этого показателя клеточного звена в течение пяти – десяти лет проживания пришлых подростков в Арктике. Следующий показатель клеточного звена общего иммунитета – эозинофилы, выявил рост их количества ($p < 0,001$) при длительном проживании приезжих подростков (II и III группы) в Арктике. А количество эозинофилов у коренных подростков оказалось ещё выше ($p < 0,001$) по сравнению с показателями пришлых подростков, длительно проживающих в Арктике. Рост эозинофилов

у пришлых подростков на протяжении длительного проживания их на Крайнем Севере, а также высокое его содержание у коренных подростков может свидетельствовать об аллергологическом фоне, а также о возможном росте глистной инвазии в этом эпидемиологически неблагоприятном регионе на Обском Севере [2,8]. Количество нейтрофилов, обеспечивающих естественную резистентность организма, при проживании приезжих подростков в Арктике пять - десять лет (II и III группы) существенно снизилось ($p < 0,001-0,05$), по сравнению с первым годом проживания их в этом регионе. У подростков коренного населения этот показатель был самым низким, чем у пришлых подростков ($p < 0,001$) и был равен $55,74 \pm 0,87\%$. Этот факт свидетельствует о снижении естественной резистентности пришлых подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере. Количество лимфоцитов, главных клеток иммунной системы, на протяжении всех десяти лет проживания пришлых подростков в Арктике (II-III группы) постоянно снижалось ($p < 0,001$) и было значительно ниже ($p < 0,001$), чем у коренных подростков. Необходимо отметить, что снижение количества лимфоцитов при проживании пришлых подростков пять и десять лет в Арктике снизилось в 1,9 раза по сравнению с количеством лимфоцитов коренных подростков ($p < 0,001$). Постоянное снижение числа лимфоцитов у пришлых детей на протяжении всех десяти лет проживания их в Арктике свидетельствует об истощении этого показателя клеточного звена общего иммунитета у них, что снижает сопротивляемость к инфекции, способствует ухудшению адаптации и росту заболеваний. Количество моноцитов, создающих условия для формирования неспецифического иммунитета в исследуемых группах, у пришлых подростков на протяжении десяти лет (II, III группы) было ниже ($p < 0,001$), чем в первый год проживания их в Арктике. У коренных подростков Арктики этот показатель был низким и не отличался от показателей у пришлых подростков при длительном проживании их в Арктике ($p > 0,05$). Таким образом, показатели клеточного звена общего иммунитета при проживании пришлых подростков на Крайнем Севере пять – десять лет характеризуют, в целом, снижение всех клеток общего иммунитета (лейкоциты, нейтрофилы, лимфоциты и моноциты), что свидетельствует об истощении клеточного звена общего иммунитета у пришлых подростков. Это сочетается с ростом стоматологической патологии у подростков пришлого населения на Крайнем Севере. Низкие показатели лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов у коренных подростков Крайнего Севера можно рассматривать как региональную норму их проживания в Арктике, сформировавшуюся на протяжении многих веков и способствующую экономному функционированию клеточного звена общего иммунитета для реализации адаптации к экстремальным условиям Арктики. Высокие показатели лимфоцитов, главных клеток иммунной системы, у коренных подростков свидетель-

ствуют о высокой их иммунной защите от заболеваний, что подтверждается низкими показателями стоматологической патологии.

Для более углублённого исследования иммунитета нами были изучены показатели местного иммунитета, характеризующие более полно резистентность коренных и пришлых подростков на Крайнем Севере в процессе адаптации к суровым условиям Арктики. Среди показателей местного иммунитета были изучены показатели гуморального и клеточного звена у этих групп лиц. Анализ показателей гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков с различными сроками проживания их в Арктике и у коренных подростков этого региона в возрасте 15 лет показал (таблица 3), что титр секреторного иммуноглобулина «А» (sIgA) в процессе длительного проживания пришлых подростков (группы II, III) постоянно снижался ($p < 0,001-0,05$). Показатель sIgA у коренных подростков Арктики по сравнению с этими показателями у пришлых подростков в разные сроки проживания их в Арктике (от одного года до десяти лет) был в 1,3-1,8-2,0 раза выше ($p < 0,001$). Аналогичная тенденция в изучаемых группах ($p < 0,001$) отмечалась и при анализе иммуноглобулина «А» (IgA). Достаточно отметить, что содержание IgA у коренных подростков Арктики было в 2,6 раза выше ($p < 0,001$) по сравнению с этим показателем у пришлых подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере (III группа). Таким образом, титр sIgA и IgA у коренных подростков был достаточно высок, что обеспечивало их высокую резистентность в процессе адаптации к условиям Арктики, а у пришлых подростков отмечалось истощение защитных резервов и ухудшение адаптации, что ведёт к росту заболеваний. Это подтверждается ростом распространённости и интенсивности кариеса зубов у пришлых подростков по сравнению с подростками коренного населения Арктики (таблица 1). Корреляционный анализ между индексом КППУ и содержанием sIgA при проживании пришлых подростков пять лет на Крайнем Севере показал обратную сильную связь ($r = - 0,70$, $p < 0,01$). При более длительном проживании (десять лет) пришлых подростков в Арктике корреляционный анализ между индексом КППУ и содержанием sIgA показал также обратную сильную связь ($r = - 0,72$, $p < 0,01$). Этот факт свидетельствует о том, что при длительном проживании пришлых подростков в Арктике выявлена высокая связь иммунитета с патологией, что ведёт к нарушению адаптации пришлых подростков на Крайнем Севере, то есть чем ниже показатель гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков, тем хуже адаптация и выше патология. Однако титр иммуноглобулина «G» (IgG) на протяжении пяти лет проживания пришлых подростков в Арктике не менялся ($p > 0,05$) и только через десять лет проживания их в этом регионе увеличился ($p < 0,05$) и был равен показателю у коренных подростков ($p > 0,05$), что могло характеризовать такое

состояние как напряжение этого показателя гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков. Титр иммуноглобулина «М» (IgM) у пришлых подростков также увеличился через десять лет проживания их в Арктике ($p < 0,01$), и этот показатель оказался в 1,6 – 2,2 раза выше, чем у коренных подростков ($p < 0,01-0,05-0,001$). Это также свидетельствует о напряжении этого показателя гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков и может способствовать развитию воспалительных заболеваний у них.

Таблица 3. Показатели гуморального звена местного иммунитета (надосадочная часть ротовой жидкости) у пришлых подростков с различными сроками проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (от одного года до 10 лет – основная группа) и у коренных подростков Ямала (группа сравнения) в возрасте 15 лет ($M \pm m$, p)

| Группы населения | Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы) | | | Подростки коренного населения (группа сравнения) – $n=31$ |
|-----------------------------|---|----------------------------|---|--|
| | Показатели | I группа (1 год) $n=30$ | II группа (5 лет) $n=28$ | |
| sIgA, г/л | 0,66±0,04 | 0,50±0,04 $p_1 < 0,05$ | 0,43±0,06 $p_1 < 0,01$ $p_2 > 0,05$ | 0,88±0,06 $p_1 < 0,01$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| IgA, г/л | 0,23±0,01 | 0,20±0,01 $p_1 < 0,01$ | 0,12±0,01 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$ | 0,31±0,03 $p_1 < 0,05$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| IgG, г/л | 0,34 ±0,02 | 0,39±0,02 $p_1 > 0,05$ | 0,46±0,02 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,05$ | 0,47±0,02 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,05$ $p_4 > 0,05$ |
| IgM, г/л | 0,16±0,01 | 0,17±0,02 $p_1 > 0,05$ | 0,22±0,02 $p_1 < 0,01$ $p_2 > 0,05$ | 0,10±0,02 $p_1 < 0,01$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,001$ |
| Сумма иммуноглобулинов, г/л | 1,31±0,03 | 1,13±0,03 $p_1 < 0,001$ | 1,04±0,02 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,05$ | 1,64±0,03 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| Лизоцим, мг/л | 38,64±2,26 | 28,52±2,38 $p_1 < 0,01$ | 27,64±1,66 $p_1 < 0,01$ $p_2 > 0,05$ | 21,61±2,17 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,05$ |

Примечание: p_1 – достоверность различий между I и последующими группами, p_2 – достоверность различий между II и III группами, p_3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n – число обследованных подростков.

В целом отмечается снижение в 1,3 – 1,6 раза общего количества иммуноглобулинов (sIgA, IgA, IgG, IgM) у пришлых подростков по отношению к коренным подросткам Крайнего Севера ($p < 0,001$). Лизоцим у пришлых подростков в течение пяти лет проживания их на Крайнем Севере снижается ($p < 0,01$) и через 10 лет держится на уровне показателей пяти лет у пришлых детей ($p > 0,05$), что характеризует длительное истощение этого показателя гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков. Содержание лизоцима у коренных подростков Арктики было существенно ниже, чем у пришлых подростков ($p < 0,05$), проживающих пять и более лет в этом регионе. Эти факты могут свидетельствовать об истощении гуморального звена местного иммунитета в отношении показателей sIgA, IgA, общего количества иммуноглобулинов и лизоцима и напряжении этого звена в отношении показателей IgG, IgM. Таким образом, при анализе гуморального звена местного иммунитета преобладает истощение этого звена у пришлых подростков на Крайнем Севере.

Изучение клеточного звена местного иммунитета проводилось в осадке ротовой жидкости (таблица 4). Так, у пришлых подростков при всех сроках проживания их на Крайнем Севере отмечаются снижение количества нейтрофилов ($p < 0,001$). Однако по сравнению с подростками коренного населения Арктики количество нейтрофилов у них оказались в 3,5-1,8 раза выше ($p < 0,001-0,05$). Количество лимфоцитов у пришлых подростков на протяжении пяти лет проживания их на Крайнем Севере снижалось ($p < 0,001$). Количество лимфоцитов у коренных подростков, в целом было ниже, чем у подростков пришлого населения Арктики ($p < 0,001$). Следовательно, снижение лимфоцитов у пришлых подростков при длительном проживании их в Арктике свидетельствует об истощении этого показателя клеточного звена местного иммунитета у них. Число макрофагов у пришлых подростков значительно снизилось только через десять лет проживания их на Крайнем Севере ($p < 0,001$), а по сравнению с коренными подростками этот показатель у них был в 3,9 раза ниже ($p < 0,001$). Это свидетельствует об истощении этого показателя клеточного звена местного иммунитета у пришлых подростков. Представляло интерес проанализировать содержание эпителия в осадке ротовой жидкости. Так, количество эпителия у пришлых подростков при проживании их в Арктике на протяжении десяти лет (I, II, III группы) не менялось ($p > 0,05$). Однако этот показатель у коренных подростков был достоверно выше ($p < 0,01-0,05$) по сравнению с пришлыми лицами. В связи с высоким содержанием эпителия в осадке ротовой жидкости у коренных подростков этот факт свидетельствует о более высокой конверсии в эпителии слизистой полости рта у них иммуноглобулина «А» (IgA) в секреторный иммуноглобулин «А» (sIgA) по сравнению с пришлыми подростками, что подтверждается показателями более высокого уровня ($p < 0,001$) секреторного

иммуноглобулина «А» (sIgA) в ротовой жидкости у подростков коренного населения Арктики (таблица 3). Секреторный компонент, соединяясь с IgA, проходящим через эпителий, формирует sIgA более устойчивый к протеолитическим ферментам, что обеспечивает более высокую защиту в полости рта от патологии, поэтому низкое количество эпителия в осадке ротовой жидкости у пришлых подростков косвенно свидетельствует о дефиците sIgA. Таким образом, более высокое содержание у коренных подростков слущенного эпителия в осадке ротовой жидкости можно объяснить более интенсивной регенерацией эпителия в тканях полости рта и более эффективной продукцией ими sIgA, что может способствовать подавлению патогенной микрофлоры и препятствовать развитию болезней.

Таблица 4. Показатели клеточного звена местного иммунитета и эпителия (осадок ротовой жидкости) у пришлых подростков с различными сроками проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (от одного до 10 лет – основная группа) и у коренных подростков Ямала этого возраста (группа сравнения) в возрасте 15 лет ($M \pm m$, p)

| Группы населения | Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы) | | | Подростки коренного населения (группа сравнения) – n=31 |
|------------------|---|----------------------------|---|--|
| | Показатели | I группа (1 год) n=30 | II группа (5 лет) n=28 | |
| Нейтрофилы | 2,80±0,14 | 1,60±0,08 $p_1 < 0,001$ | 1,44±0,18 $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$ | 0,80±0,06 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,05$ |
| Лимфоциты | 4,00±0,36 | 1,20±0,09 $p_1 < 0,001$ | 3,75±0,02 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,001$ | 2,15±0,09 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$ |
| Макрофаги | 0,67±0,05 | 0,53±0,05 $p_1 > 0,05$ | 0,18±0,01 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$ | 0,71±0,08 $p_1 > 0,05$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,001$ |
| Эпителий | 92,50±0,97 | 94,30±0,61 $p_1 > 0,05$ | 94,60±0,42 $p_1 > 0,05$ $p_2 > 0,05$ | 96,10±0,58 $p_1 < 0,01$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,05$ |

Примечание: p_1 – достоверность различий между I и последующими группами, p_2 – достоверность различий между II и III группами, p_3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n – число обследованных подростков.

Заключение

На основании проведённых исследований выявлено, что длительное проживание подростков на Крайнем Севере ведёт к нарушению иммунитета у них в связи с экстремальным воздействием условий этого сурового региона на организм ребёнка. Это нарушение иммунитета проявляется в преобладании истощения клеточного звена общего иммунитета, а также истощения клеточного и гуморального звена местного иммунитета при различных сроках проживания пришлых подростков на Крайнем Севере. Нарушение показателей иммунной системы у пришлых подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере, способствует снижению у них адаптационного потенциала. В итоге нарушение иммунитета у пришлых подростков формирует иммунную недостаточность у них, что способствует существенному снижению адаптационных возможностей детского организма и возникновению болезней. В связи с тем, что иммунная система подростка не сформирована, это ведёт к глубокому срыву механизмов адаптации пришлых подростков к условиям Крайнего Севера. Однако низкие показатели лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов клеточного звена системного иммунитета, низкие показатели IgG, IgM местного гуморального звена иммунитета, а также низкие показатели нейтрофилов, лимфоцитов клеточного звена местного иммунитета у подростков коренного населения могут свидетельствовать об экономном функционировании этой части общего и местного иммунитета, по-видимому, достаточной для необходимой адаптации коренных подростков к условиям Крайнего Севера, которую можно принять за региональную норму. Такой низкий уровень некоторых показателей функционирования иммунной системы у коренных подростков Арктики может быть достаточным и, по-видимому, обусловлен генетически, веками сложившейся экономной работой иммунитета у коренных подростков в суровых условиях Арктики, то есть биологически сформированным типом адаптации [1, 8, 13] на протяжении многих веков этого этноса, способствующим экономному функционированию иммунитета для осуществления адаптации их к экстремальным условиям Крайнего Севера. Тем не менее у коренных подростков Арктики тоже существуют проблемы адаптации, но в меньшей степени, поскольку они меньше болеют, чем пришлые подростки. Следует отметить, что в динамически меняющейся биосфере Арктики существует проблема норм показателей иммунной системы у подростков коренного и пришлого населения, которая требует их разработки с учётом экосистемы Заполярья. В этой проблеме много неясного и необходимы дальнейшие исследования.

Таким образом, экстремальные условия Крайнего Севера обуславливают в организме пришлого ребёнка, длительно проживающего в этих

условиях, развитие неблагоприятных адаптационных реакций организма, способствующих нарушению его адаптации в этом регионе. Нарушение иммунного статуса на фоне экстремальных условий Крайнего Севера, приводящее в большей мере к истощению иммунитета у пришлых подростков, формирует дисфункцию иммунитета у них, ведёт к существенному снижению адаптивных ресурсов и может стать причиной формирования патологии. Необходимо отметить, что более благоприятные показатели общего и местного иммунитета у подростков коренного населения с учётом их экономного функционирования сочетаются с более низкой заболеваемостью у них по сравнению с пришлыми подростками на Крайнем Севере. У пришлых подростков происходит перестройка функционирования иммунной системы, проявляющаяся нарушением состава клеточных и гуморальных факторов иммунной системы у них на Крайнем Севере. Это нарушение у пришлых подростков проявляется односторонне путём истощения всех звеньев общего и местного иммунитета при различных сроках проживания их в Арктике. Следовательно, экстремальные условия Крайнего Севера приводят к недостаточности и без того несформированной иммунной системы пришлых подростков и истощают механизмы адаптации у них, что составляет неспецифическое звено патогенеза заболеваний. Таким образом, суровые условия Крайнего Севера препятствуют оптимальной регуляции иммунной системы, что ведёт к истощению общего и местного иммунитета у пришлых подростков и снижению резервных возможностей организма пришлого подростка на Крайнем Севере. Это нарушение иммунитета крайне неблагоприятно влияет на процессы адаптации пришлых подростков к условиям Арктики и способствует росту кариеса зубов.

Рекомендации

При переезде подростков из комфортных зон Российской Федерации в регион Крайнего Севера рекомендуется проводить регулярный контроль иммунитета с целью своевременного выявления нарушения адаптации приезжих подростков к экстремальным условиям Арктики и проведения оптимизации иммунитета для улучшения адаптации, что улучшит здоровье пришлых подростков в Арктике. Для коренных подростков Арктики также необходим контроль иммунитета для совершенствования адаптации к условиям этого региона. Необходимо создание банка данных динамического наблюдения иммунитета и состояния стоматологической патологии коренных и приезжих подростков, его мониторинга и проведения лечебно-профилактических мероприятий. Необходимо проводить дальнейшие научные исследования по иммунитету коренных и пришлых подростков на Крайнем Севере, по прогнозированию нарушения адап-

тации приезжих подростков, по разработке региональных норм показателей иммунитета и его оптимизации для совершенствования адаптации пришлых и коренных подростков в Арктике, снижения заболеваемости кариесом зубов и повышения качества их жизни.

Список источников

1. Бельчусова Е.А. Неспецифические адаптивные реакции организма коренных жителей Арктики / Е.А. Бельчусова, Е.Н. Николаева, О.Н. Колосова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – С. 43-48.
2. Зырянов Б.Н. Особенности организации стоматологической помощи населению Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов, Л.В. Глушкова, Н.И. Мышко, В.А. Мышко // Экономика и менеджмент в стоматологии. – 2012. – № 2. – С. 28-30.
3. Зырянов Б.Н. Микротвёрдость зубных тканей в патогенезе кариеса зубов у населения Крайнего Севера Западной Сибири / Б.Н. Зырянов, П.А. Онгоев, А.П. Онгоев // Новое в стоматологии. – 2001. – № 10. – С. 94-95.
4. Каспарова А.Э. Общий адаптационный синдром и его влияние на реализацию репродукции в условиях субарктического региона / А.Э. Каспарова, Л.В. Коваленко, В.С. Шелудько [и др.] // Человек на Севере : системные механизмы адаптации. Сборник трудов, посвящённый 90-летию основания Магадана. Под общей редакцией академика РАН, доктора мед. наук Н.Н. Беседновой. – Магадан : Типография «Экспресс-полиграфия», 2019. – Т. 3. – С. 116-128.
5. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям севера / П.Г. Петрова // Вестник Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». – 2019. – № 2 (15). – С. 29-38.
6. Зырянов Б.Н. Растворимость эмали в патогенезе кариеса зубов у детей Крайнего Севера Дальнего Востока / Б.Н. Зырянов // Институт стоматологии. – 2014. – № 2 (63). – С. 82-83.
7. Зырянов Б.Н. Влияние медико-географических особенностей Крайнего Севера на состояние зубных тканей и поражаемость кариесом зубов коренного и приезжего населения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Москва, 1981. – 20 с.
8. Зырянов Б.Н. Кариес зубов у коренного и пришлого населения Крайнего Севера Тюменской области, механизмы развития и профилактики

- ка (клинико-патогенетическое исследование). Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук. Омская государственная медицинская академия. – Омск, 1998. – 47 с.
9. Зырянов Б.Н. Биохимические показатели ротовой жидкости у детей как критерий прогнозирования развития кариеса зубов / Б.Н. Зырянов, И.А. Львова, Е.Л. Матвеева, М.А. Ковинька // *Маэстро стоматологии*. – 2005. – № 1. – С. 58-61.
 10. Неудахин Е.В. Влияние экологически неблагоприятных факторов на состояние адаптоспособности организма у детей / Е.В. Неудахин, Я.М. Луцкий // *Экопатология детского возраста. Сборник лекций и статей*. – М., 1995. – С. 44-48.
 11. Зырянов Б.Н. Особенности клинического течения стоматологических заболеваний на Крайнем Севере Тюменской области / Б.Н. Зырянов // *Компенсаторно-приспособительные процессы: фундаментальные и клинические аспекты : материалы Всероссийской конференции*. Редакционная коллегия : Куликов В.Ю., Пальцев А.И., Цырендоржиев Д.Д. – Новосибирск, 2002. – С. 274-275.
 12. Зырянов Б.Н. Особенности лечения стоматологических заболеваний у коренного и пришлого населения Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов // *Методические рекомендации*. – Омск, 2011. – 51 с.
 13. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину / В.И. Хаснулин. – Новосибирск, 1998. – 337 с.
 14. Агаджанян Н.А. Экология человека: избранные лекции / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин. – М.: КРУК, 1994. – 256 с.
 15. Кузьмина Э.М. Распространённость и интенсивность кариеса зубов у населения России / Э.М. Кузьмина // *Клиническая стоматология*. – 1998. – № 8. – С. 36-38.
 16. Леус П.А. Возможности описательной эпидемиологии в оценке тенденций кариозной болезни у детей России и Беларуси / П.А.Леус // *Стоматология*. – 2016. – № 4. – С. 2126.
 17. Anil S., Anand P.S. Early childhood caries: prevalence, risk factors, and prevention / S. Anil, P. S. Anand // *Frontiers in Pediatrics*. – 2017. – vol. 5. – P. 157.
 18. Адмакин О.И. Стоматологический статус населения г. Архангельска / О.И. Адмакин, Н.Л. Гудкова // *Новые технологии в стоматологии*. – М., 1998. – С. 8-9.
 19. Семёнов А.Д. Клинико-физиологическое обоснование совершенствования стоматологической помощи населению промышленных районов Республики Саха (Якутия) : автореф. дисс. канд. мед. наук. – Москва, 2017. – 25 с.
 20. Bardsley P.F., Taylor S., Milosevic A. Epidemiological studies of tooth wear

- and dental erosion in 14-year-old children in North West England. Part 1.: The relationship with water fluoridation and social deprivation / P.F. Bardsley, S. Taylor, A. Milosevic // Br. Dent. J. – 2004. – 197. – P. 413-416.
21. Добродеева Л.К. Соотношение содержания иммунокомпетентных клеток в регуляции иммунного статуса человека, проживающего на Севере / Л.К. Добродеева, О.Е. Филиппова, С.Н. Балашова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2 (48). – С. 132-134.
 22. Зырянов Б.Н. Иммунитет полости рта в механизмах развития кариеса зубов у рабочих нефтяников Севера Томской области / Б.Н. Зырянов, Р.Г. Гамзатов, Т.Ф. Соколова // Институт стоматологии. – 2013. – № 4 (61). – С. 78-79.
 23. Некрасова М.В. Адаптивные иммуно-гормональные реакции у мужчин в экстремальных климатических и профессиональных условиях Севера / М.В. Некрасова, Е.Ю. Шашкова, Е.В. Поповская // Российский иммунологический журнал. – 2016, Т. 10 (19). – № 2 (1). – С. 29-31.
 24. Щёголева Л.С. Адаптивный иммунный статус у представителей различных социально-профессиональных групп жителей Европейского Севера Российской Федерации / Л.С. Щёголева, О.В. Сидоровская, Е.Ю. Шашкова [и др.] // Экология человека. – 2017. – № 10. – С. 46-51.
 25. Мальцева Т.В. Особенности иммунного статуса при различных вариантах вегетативного обеспечения у детей и школьников, проживающих на Крайнем Севере / Т.В. Мальцева, Н.С. Половодова // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2010. – № 4 (89). – С. 122-126.
 26. Мазунина А.А. Сравнительная характеристика иммунологического и генетического статуса у детей Крайнего Севера Пермского края / А.А. Мазунина, О.В. Долгих // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 6 (327). – P. 31-34.
 27. Зырянов Б.Н. Подготовка обследованных к забору слюны и ротовой жидкости при стоматологических исследованиях / Б.Н. Зырянов, Т.Ф. Соколова // Маэстро стоматологии. – 2013. – № 2. – С. 85-86.
 28. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика : учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – Санкт-Петербург : Фолиант, 2003. – 423 с.

Сведения об авторах

Зырянов Борис Николаевич родился в 1942 году. В 1966 году окончил стоматологический факультет Омского государственного медицинского института. С 1966 года по 1972 год работал на Крайнем Севере (Ямало-Не-

нецкий автономный округ). С 1978 года по 1987 год работал на кафедре социальной гигиены и организации здравоохранения, далее по 2017 г. работал на кафедре стоматологии последипломного образования Омского государственного медицинского университета, заведовал этой кафедрой. Доктор медицинских наук, профессор. Действительный член (академик) Академии Полярной Медицины и Экстремальной Экологии Человека. Окончил курсы Сотрудничающего Центра Всемирной Организации Здравоохранения по стоматологическому образованию. Постоянно проводит научные исследования на Ямале. Область научных интересов: стоматология, Арктика, Северная медицина, онкология, иммунология, биохимия, экология, общественное здоровье, организация здравоохранения, адаптация к Полярным регионам, педагогика.

Антонов Олег Владимирович родился в 1970 году. В 1993 году окончил педиатрический факультет Омского государственного медицинского института. С 2007 г. – заведующий кафедрой пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии, с 2019 г. по настоящее время – зав. кафедрой педиатрии Омского государственного медицинского университета. Доктор медицинских наук, доцент. Область научных интересов: педиатрия, клиническая эпидемиология, медицинская генетика, экология.

Участие авторов

Зырянов Б.Н. – концепция исследования, организация комплексных исследований, сбор материала, статистическая обработка данных, сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, написание и редактирование текста.

Антонов О.В. – сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, редактирование текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 12.12.2022 г., принята к публикации 31.03.2023.

The article was submitted on December 12, 2022, accepted for publication on March 31, 2023.