

УДК 616.314-002-02-008.84-053.6(470.111)

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma629464>

Минеральный состав ротовой жидкости и интенсивность кариеса у подростков Арктической зоны России на примере Ненецкого автономного округа

М.А. Горбатова¹, Т.Н. Юшманова¹, П.А. Починкова¹, Г.А. Антонова¹, Л.Л. Шагров¹,
Н.И. Печинкина¹, Ю.М. Звезда¹, А.А. Симакова¹, А.М. Гржибовский^{1, 2, 3}

¹ Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия;

² Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск, Россия;

³ Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

АННОТАЦИЯ

Оценивается связь между интенсивностью кариеса и минеральным составом ротовой жидкости у подростков в Арктической зоне Российской Федерации на примере Ненецкого автономного округа. Обследованы 171 относительно здоровые юноши и девушки в возрасте 15–17 лет. Интенсивность кариеса оценивали с помощью индекса кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы и его компонентов. Сбор нестимулированной ротовой жидкости проводили в стерильные пробирки. В ротовой жидкости исследовали содержание натрия, калия, магния, фосфора, общего и ионизированного кальция, а также pH. Учитывая выраженную правостороннюю асимметрию компонентов индекса кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы расчеты проводили с использованием регрессионных моделей Пуассона. Результаты представляли в виде относительных рисков с 95 % доверительными интервалами, а также в виде тестов для тренда. Выявлено, что распространенность кариеса в выборочной совокупности не различалась по полу и составила 87,8 % у юношей и 93,3 % у девушек ($p = 0,221$). У юношей в среднем на человека было выявлено 1,8 кариозных зуба против 1,4 у девушек ($p = 0,021$). Различий в количестве запломбированных ($p = 0,167$) и удаленных ($p = 0,981$) зубов не обнаружено. Установлено, что содержание общего натрия в ротовой жидкости было прямо пропорционально связано с индексом кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы ($p = 0,040$) и числом кариозных зубов ($p < 0,001$). Общий кальций ротовой жидкости был значимо связан как с индексом кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы ($p = 0,019$), так и с количеством запломбированных зубов ($p = 0,001$). Обратные связи были выявлены между количеством запломбированных зубов и содержанием магния ($p = 0,028$) и фосфора ($p = 0,037$). В целом проведенное исследование показало наличие статистически значимых связей между минеральным составом ротовой жидкости и индексом кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы и его компонентами. Таким образом, неблагоприятные условия проживания в Арктической зоне обуславливают дополнительные факторы риска возникновения стоматологических заболеваний. Результаты исследования при их подтверждении в других совокупностях могут использоваться для разработки моделей прогнозирования развития и прогрессирования кариеса у подростков Крайнего Севера. Для получения более полных клинико-лабораторных данных требуется проведение более углубленных исследований минерального состава ротовой жидкости, с учетом смешивающих факторов, таких как питание и вид пломбировочного материала.

Ключевые слова: Арктика; Крайний Север; стоматологические заболевания; кариес; минеральный состав ротовой жидкости; индекс кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы; Ненецкий автономный округ; иономика.

Как цитировать

Горбатова М.А., Юшманова Т.Н., Починкова П.А., Антонова Г.А., Шагров Л.Л., Печинкина Н.И., Звезда Ю.М., Симакова А.А., Гржибовский А.М. Минеральный состав ротовой жидкости и интенсивность кариеса у подростков Арктической зоны России на примере Ненецкого автономного округа // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2024. Т. 26, № 2. С. 207–216. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma629464>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma629464>

Associations between caries experience and oral fluid mineral content among patients in Arctic Russia: a study in the Nenets Autonomous Area

M.A. Gorbatova¹, T.N. Yushmanova¹, P.A. Pochinkova¹, G.A. Antonova¹, L.L. Shagrov¹, N.I. Pechinkina¹, Y.M. Zvezdina¹, A.A. Simakova¹, A.M. Grjibovski^{1, 2, 3}

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

² North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russia;

³ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

ABSTRACT

The relationship between the intensity of caries and mineral composition of oral fluid in adolescents in the Arctic zone of Russia was investigated using the example of the Nenets Autonomous Okrug. This study included 171 healthy boys and girls aged 15–17 years. The intensity of caries was assessed using the index caries + fillings + extracted permanent teeth and its components. Unstimulated oral fluid was collected into sterile tubes. Sodium, potassium, magnesium, phosphorus, and total and ionized calcium content and pH were examined in the oral fluid. Considering the pronounced right-sided asymmetry of the components of the index caries + fillings + extracted permanent teeth, calculations were performed using Poisson regression models. Results were presented as relative risks with 95% confidence intervals and as tests for trend. The prevalence of caries in the sample population did not differ by sex and was 87.8% for boys and 93.3% for girls ($p = 0.221$). On average, 1.8 carious teeth per person were detected in boys and 1.4 in girls ($p = 0.021$). No differences were found in the number of filled ($p = 0.167$) and extracted ($p = 0.981$) teeth. Additionally, the total sodium content in oral fluid was directly proportional to the index of caries + fillings + extracted permanent teeth ($p = 0.040$) and number of carious teeth ($p < 0.001$). The total oral fluid calcium was significantly associated with both the caries + fillings + extracted permanent teeth index ($p = 0.019$) and number of filled teeth ($p = 0.001$). Inverse relationships were found between the number of filled teeth and magnesium ($p = 0.028$) and phosphorus ($p = 0.037$) content. The study showed the presence of statistically significant relationships between the mineral composition of oral fluid and index of caries + fillings + extracted permanent teeth and its components. Thus, unfavorable living conditions in the Arctic zone provide additional risk factors for the occurrence of dental diseases. The results of the study, if confirmed in other populations, can be used to develop models for predicting the development and progression of caries in adolescents of the Far North. Further studies of the mineral composition of oral fluid are required to obtain more complete clinical and laboratory data, considering confounding factors such as nutrition and type of filling material.

Keywords: Arctic; Far North; dental diseases; caries; mineral composition of oral fluid; index caries + fillings + extracted permanent teeth; Nenets Autonomous Okrug; ionomics.

To cite this article

Gorbatova MA, Yushmanova TN, Pochinkova PA, Antonova GA, Shagrov LL, Pechinkina NI, Zvezdina YM, Simakova AA, Grjibovski AM. Associations between caries experience and oral fluid mineral content among patients in Arctic Russia: a study in the Nenets Autonomous Area. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2024;26(2):207–216. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma629464>

Received: 26.03.2024

Accepted: 22.04.2024

Published: 03.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma629464>

以涅涅茨自治区为例，俄罗斯北极地区青少年口腔液的矿物质成分和龋齿强度

M.A. Gorbatova¹, T.N. Yushmanova¹, P.A. Pochinkova¹, G.A. Antonova¹, L.L. Shagrov¹, N.I. Pechinkina¹, Y.M. Zvezdina¹, A.A. Simakova¹, A.M. Grjibovski^{1, 2, 3}

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

² North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russia;

³ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

摘要

以涅涅茨自治区为例，评估了俄罗斯联邦北极地区青少年龋齿强度与口腔液矿物质成分之间的关系。研究对象为171名15-17岁相对健康的男孩和女孩。使用龋齿+补牙+填充物+拔除恒牙指数及其组成部分评估龋齿强度。使用无菌试管收集未经刺激的口腔液。检测口腔液中钠、钾、镁、磷、总钙和离子钙的含量以及 pH 值。考虑到龋齿+补牙+拔除恒牙指数的各组成部分明显右向不对称，因此采用泊松回归模型进行计算。结果以95%置信区间的相对风险以及趋势检验的形式呈现。结果发现，样本中的龋齿患病率没有性别差异，男性为87.8%，女性为93.3% ($p = 0.221$)。男性平均每人发现1.8 颗龋齿，而女性为1.4 颗 ($p = 0.021$)。补牙 ($p = 0.167$) 和拔牙 ($p = 0.981$) 的数量没有差异。研究发现，口腔液中的总钠含量与龋齿+补牙+拔除恒牙指数 ($p = 0.040$) 和龋齿数量 ($p < 0.001$) 成正比。口腔液总钙与龋齿+补牙+拔除恒牙指数 ($p = 0.019$) 和补牙数量 ($p = 0.001$) 均有明显相关性。补牙数量与镁含量 ($p = 0.028$) 和磷含量 ($p = 0.037$) 呈反向关系。总之，研究显示口腔液中的矿物质成分与龋齿+补牙+拔除恒牙指数及其组成部分之间存在统计学意义上的显著关系。因此，北极地区不利的生活条件是导致牙科疾病的额外风险因素。这项研究的结果如果在其他人群中得到证实，可用于建立模型，预测极北地区青少年龋齿的发生和发展。为了获得更完整的临床和实验室数据，有必要对口腔液的矿物质成分进行更深入的研究，同时考虑到营养和填充材料类型等干扰因素。

关键词： 北极；极北；牙科疾病；龋齿；口腔液矿物质成分；龋齿+补牙+拔除恒牙指数；涅涅茨自治区；离子学。

引用本文

Gorbatova MA, Yushmanova TN, Pochinkova PA, Antonova GA, Shagrov LL, Pechinkina NI, Zvezdina YM, Simakova AA, Grjibovski AM. 以涅涅茨自治区为例，俄罗斯北极地区青少年口腔液的矿物质成分和龋齿强度. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2024;26(2):207-216. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma629464>

收稿： 26.03.2024

录用： 22.04.2024

发表： 03.06.2024

ВВЕДЕНИЕ

Кариес зубов является одной из наиболее распространенных проблем здоровья у подростков во всем мире. Проблема кариеса становится еще более значимой в особых условиях Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ), которые характеризуются суровым климатом, малонаселенными территориями, существенной долей малых и коренных народов в структуре населения, отсутствием федеральной транспортной системы, высокими затратами на обеспечение жизнедеятельности, а также дефицитом медицинских кадров, что приводит к трудностям в оказании стоматологической помощи [1].

В подростковом возрасте происходит пубертатный скачок роста, сопровождающийся изменением гормонального статуса и длительной по времени минерализацией костной ткани и зубов [2]. Из-за особенностей традиционного питания на отдаленных территориях и адаптационных механизмов организма у подростков могут наблюдаться более низкие содержания кальция, фосфора, калия и магния [3], что также оказывает влияние и на стоматологическое здоровье.

В АЗРФ у подростков отмечается высокий уровень распространенности кариеса, а интенсивность имеет сильный разброс значений от 2,5 в г. Норильске до 8,4 в г. Салехарде [4, 5]. Особенности течения кариеса связаны со множеством известных факторов риска, включая ограниченные возможности доступа к стоматологическим услугам [6], низкую осведомленность о гигиене полости рта [7], диету, богатую углеводами и промышленно переработанными продуктами питания [8], особенности состава питьевой воды [6, 9]. В настоящий момент дополнительно в патогенезе кариеса зубов пристальное внимание уделяется иономике смешанной слюны (ротовой жидкости) [10], что может объясняться рядом причин. В полости рта поддерживается гомеостаз благодаря специфическому составу ротовой жидкости, включающему определенное количество микроэлементов, белков и иммуноглобулинов. Этот состав играет важную роль в поддержании местного иммунитета и минерализации тканей зуба [11]. Эмаль, находясь на границе взаимодействия с внешней средой, подвергается различным воздействиям. Сохранение свойств и структуры эмали возможно только при постоянном динамическом равновесии эмали с ротовой жидкостью, осуществляемом через физико-химический обмен натрия, калия, кальция, фосфора, магния, бикарбоната и других компонентов. В результате чего возникает буферное равновесие, постэруптивное созревание эмали и становится возможной реминерализация структур зуба после их деминерализации [12]. Этот факт подтверждается экспериментами с использованием радиоактивных изотопов [13].

В вопросе изучения связи минерального состава ротовой жидкости с интенсивностью кариеса литературные данные демонстрируют неоднозначные результаты.

Например, известно, что уровень кальция, магния и повышение pH ротовой жидкости существенно влияют на защиту твердых тканей зуба. Однако в некоторых исследованиях были выявлены слабые связи ионного состава ротовой жидкости с уровнем индекса кариес + пломбы + удаленные постоянные зубы (КПУ). Тем не менее стоит настороженно относиться к полученным результатам ввиду особенностей и различий в методиках сбора данных и их обработки [14, 15]. Выраженная гетерогенность результатов опубликованных исследований вызывает серьезную необходимость в проведении качественных исследований в области иономики на различных территориях и возрастных группах. В АЗРФ подобные исследования ранее не проводились.

Цель исследования — изучить связь между интенсивностью кариеса и минеральным составом ротовой жидкости у подростков в Арктической зоне Российской Федерации на примере Ненецкого автономного округа (НАО).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках Государственного задания № 056-00121-18-00 проведено обсервационное, поперечное, одномоментное обследование 171 подростка (82 юноши и 89 девушек) 15–17 лет, постоянно проживающих в НАО. Выборочная совокупность подростков для участия в исследовании отбиралась в средних общеобразовательных школах № 1 и № 4 г. Нарьян-Мара (административный центр НАО) и школах п. Искателей, с. Красное и с. Тельвиска. Кроме того, для включения подростков, относящихся к категории малых и коренных народов Севера, в выборку были включены обучающиеся в школе-интернате г. Нарьян-Мара. Эти дети родились в отдаленных сельских районах с отсутствием школ и иных условий для образования, но на момент обследования постоянно проживают и обучаются в школе-интернате административного центра округа. Обследование проводилось по методике Европейского бюро Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 5-го издания [16]. В выборочную совокупность включались дети без тяжелой общей соматической патологии и инвалидности, обучающиеся в выбранной школе и присутствующие на занятиях в момент проведения исследования. Добровольное информированное согласие было подписано всеми учениками, вошедшими в выборку. Для оценки интенсивности кариеса использовали индекс КПУ и его компоненты.

Подростки заранее были ознакомлены с инструкцией по сбору ротовой жидкости. Сбор нестимулированной ротовой жидкости проводили в стоматологическом кабинете натошак или с голодной паузой минимум 2 ч, до стоматологического обследования. Также запрещалось до процедуры пить воду и другие напитки, курить, использовать жевательную резинку, чистить зубы. Для сбора материала использовали стерильные градуированные стеклянные пробирки объемом до 10 мл. Обследуемый наклонял

голову вниз и осуществлял сбор жидкости самостоятельно, при этом прижимая пробирку к нижней губе и сталкивая в нее языком скопившуюся ротовую жидкость. После получения достаточного количества жидкости без пены материал распределялся исследователями при помощи стерильных пипеток по четырем эппендорфам и немедленно подвергался замораживанию при температуре -20°C . Далее контейнеры транспортировались в сухом льде в сумках-холодильниках авиатранспортом в г. Архангельск без размораживания. Хранение материала производили в холодильных камерах при температуре -80°C . Анализ проб слюны проводили в Центральной научно-исследовательской лаборатории Северного государственного медицинского университета.

Образцы ротовой жидкости после полного замораживания тщательно перемешивали на вортексе «Micro-spin» FV-2400 фирмы «Biosan» (Латвия), затем центрифугировали при 10 000 об/мин в течение 7 мин на миницентрифуге «MiniSpin» фирмы «Eppendorf» (Германия). Общий кальций, магний, фосфор в полученном супернатанте определяли на биохимическом автоматическом анализаторе «Random Access A-15» фирмы «Biosystems» (Испания). Для определения содержания общего кальция в ротовой жидкости использовали набор реагентов «Calcium-arsenazo» фирмы «Biosystems» (Испания). Для определения концентрации магния применяли реагент «Magnesium» фирмы «Biosystems» (Испания). Содержание фосфора определяли с помощью реагентов «Phosphorus» фирмы «Biosystems» (Испания). Содержание ионизированного кальция, калия, натрия и pH определяли ионоселективным способом на анализаторе электролитов «Easylyte Calcium» Na/K/Ca/pH фирмы «Medica Corp.» (Соединенные Штаты Америки) с использованием проточных ионоселективных электродов. Для оценки интенсивности кариеса использовали индекс КПУ и его компоненты.

Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью пакета статистических программ Stata v.18 (Stata Corp., TX). Распространенность кариеса представляли в виде долей с 95 % доверительными интервалами (ДИ), рассчитанными по методу Уилсона. Описательную статистику представляли для юношей и девушек раздельно. Сравнения долей проводили с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Индекс КПУ и его компоненты представлены в виде средних арифметических (M) с 95 % ДИ. Учитывая, что распределение индекса КПУ и его компонентов имеет выраженную правостороннюю асимметрию, анализ проводили с помощью регрессионного анализа Пуассона. Концентрации натрия, калия, магния, фосфора, ионизированного кальция, общего кальция и уровень pH для обеспечения сравнимости с другими исследованиями также представляли в виде M (95 % ДИ). Межгрупповые различия оценивали с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни. Для нивелирования эффекта выбросов и асимметрии для основного

анализа концентрации всех минеральных компонентов ротовой жидкости и pH разбили на терцили. Оценку связи между интенсивностью кариозного процесса и терцилями концентраций натрия, калия, магния, фосфора, ионизированного кальция, общего кальция и уровня pH проводили с помощью регрессионного анализа Пуассона. Нижний терциль, соответствующий наименьшим концентрациям, использовали в качестве референтной категории для всех независимых переменных. В качестве меры эффекта использовали относительный риск (ОР) с 95 % ДИ, показывающий, во сколько раз среднее значение переменной отклика (КПУ, К, П, У) будет выше во втором и третьем терциле каждой из независимых переменных по сравнению с референтной категорией. Для оценки тренда и увеличения чувствительности повторно проводили регрессионный анализ с введением терцилей в виде количественных переменных. Анализ статистических взаимодействий не выявил модификационного эффекта пола на связи между pH ротовой жидкости, концентрациями изучаемых элементов и компонентами индекса КПУ, поэтому анализ проводили без стратификации по полу, что позволило существенно увеличить чувствительность анализа и уменьшить вероятность бета-ошибок.

Проведение исследования было одобрено этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 08/11-18 от 28.11.2018).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распространенность кариеса в выборочной совокупности не различалась по полу и составила 87,8 % у юношей и 93,3 % у девушек ($p = 0,221$). У юношей в среднем на человека было выявлено 1,8 кариозных зуба против 1,4 у девушек ($p = 0,021$). Различий в количестве запломбированных ($p = 0,167$) и удаленных ($p = 0,981$) зубов не обнаружено. Средние значения и 95 % ДИ для содержания натрия, калия, магния, фосфора, общего и ионизированного кальция представлены в таблице. Сравнения показали, что значимые различия по полу имели место только для концентрации калия ($p = 0,004$).

Содержание натрия в ротовой жидкости было прямо пропорционально связано с индексом КПУ ($p = 0,040$). Еще более выраженная связь была с количеством кариозных зубов ($p < 0,001$). Подростки, у которых концентрация натрия в ротовой жидкости относилась к среднему и верхнему терцилям, имели на 39 и 80 % больше кариозных зубов соответственно.

Статистически значимых связей между содержанием калия и индексом КПУ или его компонентов не выявлено, за исключением тенденции к уменьшению числа удаленных зубов при увеличении концентрации калия ($p = 0,070$). Кроме того, подростки с наивысшим содержанием калия в ротовой жидкости имели в 2,4 раза меньше удаленных зубов, чем в референтной группе, но результаты не достигали уровня значимости.

Таблица. Средние арифметические (*M*) и 95 % ДИ концентраций минералов в ротовой жидкости 15–17-летних подростков в Ненецком автономном округе, ммоль/л

Table. Means and 95% confidence intervals for concentrations of minerals in oral fluid among 15–17-year-old adolescents in Nenets Autonomous Area, mmol/l

Показатель	Юноши		Девушки		<i>p</i> =
	<i>M</i>	95% ДИ	<i>M</i>	95% ДИ	
Натрий	12,6	12,1–13,1	11,8	11,5–12,2	0,280
Калий	20,8	19,3–21,1	18,3	17,5–19,1	0,004
Магний	0,33	0,23–0,43	0,26	0,20–0,33	0,446
Фосфор	3,94	3,65–4,24	3,63	3,37–3,88	0,286
Ионизированный кальций	0,15	0,13–0,18	0,14	0,12–0,17	0,855
Общий кальций	0,40	0,36–0,45	0,38	0,34–0,43	0,843

Обратно пропорциональные связи были выявлены между содержанием магния и количеством запломбированных зубов ($p = 0,028$), причем это количество у подростков с наибольшими концентрациями магния было в среднем на 22 % меньше, чем в референтной группе. Кроме того, в этой же группе индекс КПУ был на 16 % ниже, в то время как тест для тренда не достигал уровня значимости ($p = 0,054$). Содержание фосфора в ротовой жидкости также было обратно пропорционально связано с количеством запломбированных зубов ($p = 0,037$), а подростки, чьи показатели фосфора ротовой жидкости попадали в средний и верхний терцили, имели на 27 и 19 % меньше запломбированных зубов, чем подростки с наименьшей концентрацией фосфора в ротовой жидкости. Общий кальций ротовой жидкости был прямо пропорционально связан как с индексом КПУ ($p = 0,019$), так и с количеством запломбированных зубов ($p = 0,001$). Подростки с наибольшей концентрацией общего кальция в ротовой жидкости имели на 19 % выше индекс КПУ, который был обусловлен более высоким (на 39 %) количеством запломбированных зубов. Кроме того, подростки со средними концентрациями общего кальция (средний терциль) имели на треть меньше кариозных зубов, чем в референтной группе. Для ионизированного кальция значимых трендов не выявлено, однако подростки со средним уровнем ионизированного кальция (средний терциль) имели на 54 % выше уровень КПУ за счет того, что у них было на 85 % больше запломбированных зубов.

Тренд между pH и количеством кариозных зубов был в ожидаемом направлении ($p = 0,067$), а подростки с максимальными уровнями pH имели на 25 % меньше кариозных зубов, но результаты не достигали уровня статистической значимости.

Следует заметить, что у подростков 15–17 лет НАО регистрируется высокий уровень распространенности кариеса. Учитывая преобладание запломбированных зубов в структуре индекса КПУ, подросткам оказывается необходимая стоматологическая помощь посредством организованного посещения врача-стоматолога [9]. Девушки могут быть более замотивированы в сохранении здоровья

полости рта, чем юноши, что объясняет меньшее количество у них кариозных зубов.

Динамика натрия и калия в ротовой жидкости в течение дня изменчива и зависит от ряда факторов: от времени суток, употребляемой пищи, регуляции адаптивных гормонов при проживании в суровом климате [17, 18]. Поскольку коррекции результатов на эти факторы произведено не было, нет возможности утверждать, что именно повлияло на повышение уровня калия у юношей. Несмотря на отсутствие значимых различий по половому признаку в концентрации других изучаемых ионов, у юношей наблюдаются повышенные показатели по сравнению с девушками. По всей видимости, это объясняется регуляцией половых гормонов у юношей [19]. Так, было показано, что уровень содержания натрия и калия в ротовой жидкости может косвенно указывать на функциональное состояние адаптивных гормонов коры надпочечников под влиянием различных факторов внешней среды и состояния организма, обеспечивающих ответ на изменяющиеся условия внешней среды. Уровень этих минералов обратно пропорционален количеству кортикостероидов и катехоламинов в крови [18].

Большее количество кариозных зубов при повышении уровня натрия в ротовой жидкости, вероятно, происходит по нескольким причинам. Во-первых, употребление продуктов с большим содержанием соли и усилителей вкуса: чипсы, снеки, фаст-фуд, колбасные изделия в подростковом возрасте [20, 21]. Избыточное потребление соленой пищи вызывает чувство жажды, а по данным некоторых исследований, в подростковом возрасте имеется тенденция к замещению чистой питьевой воды сладкими газированными напитками, чаем с сахаром, соками, которые не нормализуют водно-солевой баланс [8]. Все эти факторы приводят к смещению электролитного баланса и повышению концентрации электролитов.

Во-вторых, в подростковом возрасте происходит становление гормональной системы, которая влияет на регуляцию слюнных желез. Так, выявлено, что при симпатотоническом типе происходит снижение скорости саливации, что отчасти может изменять концентрацию катионов [22].

Снижение скорости саливации также создает кариесогенную ситуацию в полости рта наряду с другими факторами.

Магний проявляет значительную антибактериальную эффективность путем нарушения адгезии микроорганизмов к поверхности зубов, а фосфор способствует процессам реминерализации. Предположительно, это объясняет меньшее количество запломбированных зубов ввиду того, что зубы более минерализованы и реже подвергаются кариозному процессу.

При окислительно-восстановительном балансе в слюне белки богаты пролином и стеарины связываются с кальцием, препятствуя его осаждению и способствуя активным процессам формирования и поддержания структуры минералов в эмали [23]. При терапевтическом лечении зубов активность антиоксидантной системы нарушается и происходит окислительный стресс, который может привести к изменению содержания общего кальция в ротовой жидкости. Например, у детей с преобладанием на зубах композитных пломб на протяжении 1,5 лет с момента их установки отмечалось повышение реактивной формы кислорода, что снижало уровень кальция в ротовой жидкости [12]. При наличии в зубах пломб из стеклоиономерного цемента, наоборот, отмечается достижение окислительно-восстановительного баланса спустя 3 недели после лечения [24]. В рамках обязательного медицинского страхования у детей в зубах с несформированным корнем преимущественно устанавливают пломбы из стеклоиономерного цемента, а в полностью сформированных — композитные химического отверждения. В нашем исследовании не учитывалось, каким материалом запломбированы зубы, поэтому нельзя однозначно утверждать, какие пломбы в полости рта преобладают у подростков НАО и могло ли их качество повлиять на содержание кальция в ротовой жидкости. Очевидно то, что высокое содержание некоторых неорганических компонентов в ротовой жидкости санированной полости рта может объяснять максимальное значение ее уровня pH [25].

Проведение исследования в условиях Крайнего Севера может внести существенный вклад в изучение стоматологического здоровья молодого населения данного региона и внести коррективы в разработку профилактических мероприятий. Несомненным преимуществом нашей работы является достаточная выборка и международная методика обследования, которые помогают качественно интерпретировать полученные данные. Кроме того, методика сбора ротовой жидкости, являясь неинвазивной и достаточно информативной, предпочтительна у детей и подростков. Ротовая жидкость отражает состояние гомеостаза полости рта и, соответственно, может характеризовать некоторые особенности подросткового организма. Для получения результатов данного исследования использовалась обработка данных с использованием современных методов биostatистики.

Факторами, способными гипотетически повлиять

на ход исследования, могли являться возможное нарушение подростками условий сбора ротовой жидкости (отсутствие голодной паузы или чистка зубов), принадлежность к коренным или пришлым жителям Крайнего Севера (данный фактор не учитывался при проведении исследования), возможный прием обследованными подростками витаминно-минеральных комплексов, способных повлиять на минеральный состав ротовой жидкости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом у подростков 15–17 лет НАО регистрируется высокий уровень распространенности кариеса. При этом у них выявлены статистически значимые связи между минеральным составом ротовой жидкости и индексом КПУ и его компонентами. Для получения более полных клинико-лабораторных данных требуется проведение более углубленных исследований минерального состава ротовой жидкости с учетом смешивающих факторов, таких как питание и вид пломбировочного материала.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Вклад каждого автора. М.А. Горбатова — разработка общей концепции, сбор и анализ данных, написание статьи; Т.Н. Юшманова — планирование и дизайн исследования, написание статьи; А.А. Симакова — дизайн исследования, написание статьи; Г.А. Антонова — сбор данных, написание статьи; П.А. Починкова — сбор данных, написание статьи; Л.Л. Шагров — лабораторный анализ биологического материала; Ю.М. Звездина — лабораторный анализ биологического материала; Н.И. Печинкина — лабораторный анализ биологического материала; А.М. Гржибовский — статистический анализ данных, написание статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version

to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

The contribution of each author. M.A. Gorbatova — development of the general concept, data collection and analysis, writing the article; T.N. Yushmanova — planning and design of the study, writing the article; A.A. Simakova — study design, article writing; G.A. Antonova — data collection, article writing; P.A. Pochinkova — data collection, article writing; L.L. Shagrov — laboratory analysis of biological material; Yu.M. Zvezdina — laboratory analysis of

biological material; N.I. Pechinkina — laboratory analysis of biological material; A.M. Grzhibovsky — statistical data analysis, article writing.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игумнова Т.Н., Дудолова Д.А. Инвестиционный климат Ненецкого автономного округа // *Наукосфера*. 2021. № 3–2. С. 218–222. EDN: CVLRSG
2. Федоров Г.Н. Гормональные показатели у подростков 1–216 лет // *Педиатрия. Журнал им. Сперанского Г.Н.* 2004. Т. 83, № 4. С. 87–90. EDN: KXCJCN
3. Муратова А.П., Тарасова О.В. Здоровье детей и организация педиатрической помощи в Ненецком автономном округе // *Экология человека*. 2009. № 6. С. 22–25. EDN: KXRIDX
4. Стоматологическая заболеваемость населения России. Состояние твердых тканей зубов. Распространенность зубочелюстных аномалий. Потребность в протезировании / под ред. Э.М. Кузьминой. Москва: МГМСУ, 2009. 236 с. EDN: RZJHPL
5. Зырянов Б.Н., Антонов О.В. Иммуитет в патогенезе кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения на Крайнем Севере // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2023. Т. 118, № 1. С. 103–120. EDN: OBRUKF doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007
6. Юшманова Т.Н., Образцов Ю.Л. Стоматологическое здоровье населения Европейского Севера России. Архангельск: Издательский центр СГМУ, 2001. 233 с. EDN: TYFWKT
7. Алгазина А.А., Гржибовский А.М., Горбатова М.А., и др. Практики ухода за полостью рта и стоматологический статус детей города Архангельска // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2022. Т. 22, № 3. С. 213–223. EDN: OFUDHK doi: 10.33925/1683-3031-2022-22-3-213-223
8. Горбатова М. А., Гржибовский А. М., Горбатова Л. Н., и др. Алиментарные факторы риска стоматологического здоровья и кариес зубов у 15-летних подростков Архангельской области // *Клиническая стоматология*. 2019. Т. 89, № 1. С. 4–10. EDN: YZZTDF doi: 10.37988/1811-153X_2019_1_4
9. Горбатова М.А., Матвеева И.В., Дёгтева Г.Н., и др. Распространенность и интенсивность кариеса у детей 10–14 лет Ненецкого автономного округа (Арктическая зона России) в зависимости от минерального состава питьевой воды и социально-демографических факторов // *Экология человека*. 2019. № 12. С. 4–13. EDN: QYIQGX doi: 10.33396/1728-0869-2019-12-4-13
10. Alqahtani A.A., Alhalabi F., Alam M.K. Salivary elemental signature of dental caries: a systematic review and meta-analysis of ionomics studies // *Odontology*. 2023. Vol. 112, N. 1. P. 27–50. doi: 10.1007/s10266-023-00839-4
11. Митронин А.В., Хворостенко О.А., Останина Д.А., Митронин Ю.А. Биомаркеры слюны и протеомика: диагностические и клинические возможности будущего // *Эндодонтия today*. 2021. Т. 19, № 3. С. 171–174. EDN: NZGTJU doi: 10.36377/1683-2981-2021-19-3-171-174
12. Ramezani G.H., Moghadam M.M., Saghiri M.A., et al. Effect of dental restorative materials on total antioxidant capacity and calcium concentration of unstimulated saliva // *J Clin Exp Dent*. 2017. Vol. 9, N. 1. P. e71–e77. doi: 10.4317/jced.53272
13. Прохончуков А.А. Радиоизотопное исследование белкового и минерального обмена в зубах и костях в норме и патологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 1964. 41 с.
14. Borella P., Fantuzzi G., Aggazzotti G. Trace elements in saliva and dental caries in young adults // *Sci Total Environ*. 1994. Vol. 153, N. 3. P. 219–224. doi: 10.1016/0048-9697(94)90201-1
15. Hegde M.N., Attavar S.H., Shetty N., et al. Saliva as a biomarker for dental caries: A systematic review // *J Conserv Dent*. 2019. Vol. 22, N. 1. P. 2–6. doi: 10.4103/JCD.JCD_531_18
16. World Health Organization. Oral health surveys: basic methods. 5th edition. Geneva: WHO, 2013. 125 p.
17. Цветаева Т.В., Гулин А.В. Динамика натрия, калия, глюкозы и кортизола слюны как показателей адаптационного синдрома у металлургов // *Вестник ТГУ*. 2010. Т. 15, № 1. С. 89–90.
18. Бельская Л.В., Сарф Е.А., Косенок В.К., Массард Ж. Хронофизиологические особенности электролитного состава слюны человека в норме // *Экология человека*. 2018. Т. 25, № 5. С. 28–32. doi: 10.33396/1728-0869-2018-5-28-32
19. Li-Hui W., Chuan-Quan L., Long Y., et al. Gender differences in the saliva of young healthy subjects before and after citric acid stimulation // *Clinica Chimica Acta*. 2016. Vol. 460. P. 142–145. doi: 10.1016/j.cca.2016.06.040
20. Фофанова Т.С. Хлорид натрия в пищевых продуктах и снижение его содержания — обзор // *Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова*. 2017. № 1. С. 358–362. EDN: ZWAZSJ

21. Науменко Ю.С. Чрезмерное потребление соли детьми как фактор риска развития неинфекционных заболеваний населения // *Фундаментальная наука в современной медицине* 2019: материалы сателлитной дистанционной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Минск, 04 марта 2019 г. Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2019. С. 169–174.
22. Радышевская Т.Н., Старикова И.В., Патрушева М.С., и др. Влияние типа вегетативной регуляции на показатели смешанной слюны подростков в период сменного прикуса // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2-2. С. 783. EDN: UZJLPL
23. Chiappin S., Antonelli G., Gatti R., Elio F. Saliva specimen: a new laboratory tool for diagnostic and basic investigation // *Clin Chim Acta*. 2007. Vol. 383, N. 1-2. P. 30–40. doi: 10.1016/j.cca.2007.04.011
24. Zieniewska I., Maciejczyk M., Zalewska A. The effect of selected dental materials used in conservative dentistry, endodontics, surgery, and orthodontics as well as during the periodontal treatment on the redox balance in the oral cavity // *Int J Mol Sci*. 2020. Vol. 21, N. 24. P. 9684. doi: 10.3390/ijms21249684
25. Sejdini M., Meqa K., Berisha N., et al. The effect of Ca and Mg concentrations and quantity and their correlation with caries intensity in school-age children // *Int J Dent*. 2018. Vol. 2018. 2759040. doi: 10.1155/2018/2759040

REFERENCES

1. Igunnova TN, Dudolina DA. Investment climate of the Nenets autonomous okrug. *Scienceosphere*. 2021;3(2):218–222. (In Russ.) EDN: CVLRSG
2. Fedorov GN. Hormonal indicators in adolescents 12–16 years old. *Pediatrics. Journal named after Speransky GN*. 2004;83(4):87–90. (In Russ.) EDN: KXCJCN
3. Muratova AP, Tarasova OV. Children's health and establishment of pediatric care in nenets autonomous area. *Human ecology*. 2009;6:22–25. (In Russ.) EDN: KXRIDX
4. Kuzmina EM. *Oral diseases prevalence among russian population. Teeth condition. Dentofacial abnormalities. Prosthetic treatment need*. Moscow: MGMSU; 2009. 236 p. (In Russ.) EDN: RZJHPL
5. Zyryanov BN, Antonov OV. Immunity in the pathogenesis of dental caries in the adaptation of adolescents of indigenous and immigrant population in the Far North. *Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District*. 2023;118(1):103–120. (In Russ.) EDN: OBRUKF doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007
6. Yushmanova TN, Obratsov UL. *Dental health of the population of the European North of Russia*. Arkhangelsk: Publishing Center of SSMU; 2001. 233 p. (In Russ.) EDN: TYFWKT
7. Algazina AA, Grijbovski AM, Gorbatova MA, et al. Oral care practices and dental status among children in Arkhangelsk. *Pediatric Dentistry and Dental Prophylaxis*. 2022;22(3):213–223. (In Russ.) EDN: OFUDHK doi: 10.33925/1683-3031-2022-22-3-213-223
8. Gorbatova MA, Grijbovski AM, Gorbatova LN, et al. Dietary factors and dental caries among 15-year-old adolescence in arkhangelsk region. *Clinical Dentistry*. 2019;1(89):4–10. (In Russ.) EDN: YZZTDF doi: 10.37988/1811-153X_2019_1_4
9. Gorbatova MA, Matveeva IV, Degteva GN, et al. Dental caries prevalence and experience among 10–14 years old children in the Nenets autonomous area (arctic Russia) in relation to mineral composition of drinking water and socio-demographic factors. *Human Ecology*. 2019;12:4–13. (In Russ.) EDN: QYIQGX doi: 10.33396/1728-0869-2019-12-4-13
10. Alqahtani AA, Alhalabi F, Alam MK. Salivary elemental signature of dental caries: a systematic review and meta-analysis of ionomics studies. *Odontology*. 2023;112(1):27–50. doi: 10.1007/s10266-023-00839-4
11. Mitronin AV, Khvorostenko OA, Ostanina DA, Mitronin YuA. Salivary biomarkers and proteomics: future diagnostic and clinical utilities. *Endodontics today*. 2021;19(3):171–174. (In Russ.) EDN: NZGTJU doi: 10.36377/1683-2981-2021-19-3-171-174
12. Ramezani GH, Moghadam MM, Saghiri MA, et al. Effect of dental restorative materials on total antioxidant capacity and calcium concentration of unstimulated saliva. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(1):e71–e77. doi: 10.4317/jced.53272
13. Prokhonchukov AA. *Radioisotope study of protein and mineral metabolism in teeth and bones in normal and pathological conditions*. [abstract dissertation] Moscow; 1964. 41 p. (In Russ.)
14. Borella P, Fantuzzi G, Aggazzotti G. Trace elements in saliva and dental caries in young adults. *Sci Total Environ*. 1994;153(3):219–224. doi: 10.1016/0048-9697(94)90201-1
15. Hegde MN, Attavar SH, Shetty N, et al. Saliva as a biomarker for dental caries: A systematic review. *J Conserv Dent*. 2019;22(1):2–6. doi: 10.4103/JCD.JCD_531_18
16. World Health Organization. *Oral health surveys: basic methods*. 5th edition. Geneva: WHO; 2013. 125 p.
17. Tsvetaeva TV, Gulin AV. Dynamics of sodium, potassium, glucose, and salivary cortisol as a performance adaptation syndrome metallurgist. *Tomsk State University Journal*. 2010;1(15):89–90. (In Russ.)

18. Bel'skaya LV, Sarf EA, Kosenok VK, Massard Zh. Chronophysiological features of the normal electrolyte composition of human saliva. *Human Ecology*. 2018;25(5):28–32. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2018-5-28-32
19. Li-Hui W, Chuan-Quan L, Long Y, et al. Gender differences in the saliva of young healthy subjects before and after citric acid stimulation. *Clinica Chimica Acta*. 2016;460:142–145. doi: 10.1016/j.cca.2016.06.040
20. Fofanova TS. Sodium chloride in food products and reducing its content — a review. In: *International scientific and practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov*. 2017;(1):358–362. (In Russ.) EDN: ZWAZSJ
21. Naumenko YuS. Excessive salt consumption by children as a risk factor for the development of non-communicable diseases of the population. In: *Fundamental science in modern medicine 2019: materials of the satellite remote scientific and practical conference of students and young scientists, Minsk, March 04, 2019*. Minsk: Belarusian State Medical University; 2019:169–174. (In Russ.)
22. Radyshevskaya TN, Starikova IV, Patrusheva MS, et al. The influence of the type of vegetative regulation on the mixed saliva parameters of adolescents in the period of mixed occlusion. *Modern Problems of Science and Education*. 2015;(2-2):783. (In Russ.) EDN: UZJLLP
23. Chiappin S, Antonelli G, Gatti R, Elio F. Saliva specimen: a new laboratory tool for diagnostic and basic investigation. *Clin Chim Acta*. 2007;383(1-2):30–40. doi: 10.1016/j.cca.2007.04.011
24. Zieniewska I, Maciejczyk M, Zalewska A. The effect of selected dental materials used in conservative dentistry, endodontics, surgery, and orthodontics as well as during the periodontal treatment on the redox balance in the oral cavity. *Int J Mol Sci*. 2020;21(24):9684. doi: 10.3390/ijms21249684
25. Sejdini M, Meqa K, Berisha N, et al. The effect of Ca and Mg concentrations and quantity and their correlation with caries intensity in school-age children. *Int J Dent*. 2018;2018:2759040. doi: 10.1155/2018/2759040

ОБ АВТОРАХ

***Мария Александровна Горбатова**, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-6363-9595; eLibrary SPIN: 7732-0755;
e-mail: marigora@mail.ru

Татьяна Николаевна Юшманова, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-4476-9546; eLibrary SPIN: 3549-8593;
e-mail: yushmanowa.tatiana@yandex.ru

Полина Андреевна Починкова, ассистент;
ORCID: 0000-0002-4702-403X; eLibrary SPIN: 3394-5945;
e-mail: polina-pochinkova@yandex.ru

Галина Аркадьевна Антонова, врач-стоматолог;
ORCID: 0000-0002-0644-2913, e-mail: galya.zinchenko.94@mail.ru

Леонид Леонидович Шагров, младший научный сотрудник;
ORCID: 0000-0003-2655-9649; eLibrary SPIN: 3842-2145;
e-mail: leonidshagrov@mail.ru

Наталья Игоревна Печинкина, младший научный сотрудник;
ORCID: 0000-0001-9066-5687; eLibrary SPIN: 5164-4187;
e-mail: belova-8@mail.ru

Юлия Михайловна Звездина, младший научный сотрудник;
ORCID: 0000-0002-5725-0145; eLibrary SPIN: 6959-2269;
e-mail: julia.pawlovskaya@yandex.ru

AUTORS INFO

***Maria A. Gorbatova**, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;
ORCID: 0000-0002-6363-9595; eLibrary SPIN: 7732-0755;
e-mail: marigora@mail.ru

Tatyana N. Yushmanova, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0002-4476-9546; eLibrary SPIN: 3549-8593;
e-mail: yushmanowa.tatiana@yandex.ru

Polina A. Pochinkova, assistant; ORCID: 0000-0002-4702-403X;
eLibrary SPIN: 3394-5945; e-mail: polina-pochinkova@yandex.ru

Galina A. Antonova, dentist; ORCID: 0000-0002-0644-2913,
e-mail: galya.zinchenko.94@mail.ru

Leonid L. Shagrov, junior researcher;
ORCID: 0000-0003-2655-9649; eLibrary SPIN: 3842-2145;
e-mail: leonidshagrov@mail.ru

Natalya I. Pechinkina, junior researcher;
ORCID: 0000-0001-9066-5687; eLibrary SPIN: 5164-4187;
e-mail: belova-8@mail.ru

Yulia M. Zvezdina, junior researcher;
ORCID: 0000-0002-5725-0145; eLibrary SPIN: 6959-2269;
e-mail: julia.pawlovskaya@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Анна Александровна Симакова, ассистент;
ORCID: 0000-0001-8883-9254; eLibrary SPIN: 2971-2925;
e-mail: doctororto@yandex.ru

Андрей Мечиславович Гржибовский, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-5464-0498; eLibrary SPIN: 5118-0081;
e-mail: a.grjibovski@yandex.ru

Anna A. Simakova, assistant; ORCID: 0000-0001-8883-9254;
eLibrary SPIN: 2971-2925; e-mail: doctororto@yandex.ru

Andrey M. Grzhibovsky, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-5464-0498; eLibrary SPIN: 5118-0081;
e-mail: a.grjibovski@yandex.ru