

## 25-ГИДРОКСИВИТАМИН D В РАЗЛИЧНЫХ ГРУППАХ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРА РОССИИ

© 2019 г. А. И. Козлов<sup>1,2, \*</sup>, Г. Г. Вершубская<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>НИИ и музей антропологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия

\*E-mail: dr.kozlov@gmail.com

Поступила в редакцию 02.02.2019 г.

После доработки 02.04.2019 г.

Принята к публикации 22.05.2019 г.

Проведен анализ данных из публикаций о содержании 25(OH)D в сыворотке крови практически здоровых представителей населения Крайнего Севера. Обзор включает результаты обследований 2061 представителя различных возрастных и этнических групп. Содержание и возрастная динамика уровня 25(OH)D у проживающих в городах северян сходны с характерными для жителей умеренной полосы РФ. У коренного населения Арктики с близким к традиционному образу жизни возрастные изменения D-витаминного статуса изучены недостаточно. Концентрация 25(OH)D у коренного и пришлого населения высокоширотных регионов отражает сезонные изменения уровня естественного освещения. Уровень витамина D снижается на протяжении зимнего периода и достигает минимума в феврале, уже после окончания полярной ночи. Сравнение сельского русского и коренного населения выявило межэтнические различия в концентрации 25(OH)D, однако информации о специфике D-витаминного статуса представителей различных расовых групп аборигенов российского Севера недостаточно. Авторы не обнаружили работ, в которых анализ содержания 25(OH)D у российских северян сопровождался бы прямой оценкой потребления пищи. Имеющиеся данные не противоречат мнению о благоприятной роли традиционных продуктов, но подтверждения носят косвенный характер. Вклад продуктов морского зверобойного промысла, морской и пресноводной рыбы и оленины в формирование D-витаминного статуса коренных северян России изучен недостаточно.

**Ключевые слова:** витамин D, 25-гидроксивитамин D, 25(OH)D, D-витаминный статус, Арктика, коренное население, питание, естественное освещение, географическая широта.

DOI: 10.1134/S0131164619050060

Термином “витамин D” обозначают два стероидных прогормона. Эргокальциферол  $D_2$  является “истинным” витамином: как и другие вещества этого класса, он не может синтезироваться в организме человека и вырабатывается из внешнего источника – поступающего с пищей растительного стерола. Холекальциферол ( $D_3$ ), в отличие от  $D_2$ , может быть получен путем аутосинтеза: присутствующий в коже человека 7-дегидрохолестерин под воздействием ультрафиолетового облучения конвертируется сначала в провитамин, а затем – в собственно витамин. Таким образом, с позиций формальной классификации нутриентов, к классу витаминов холекальциферол не относится, и причисление его к этим веществам – в основном дань традиции.

В составе хиломикронов  $D_2$  и  $D_3$  поступают в кровь, где образуют комплекс с витамин D-связывающим белком. В печени витамин из ком-

плекса высвобождается и превращается в 25-гидроксивитамин D – 25(OH)D. Циркулирующий в кровеносном русле 25(OH)D служит транспортной формой витамина, и при этом остается его основным резервуаром в организме. В ходе гидроксирования в почках 25(OH)D превращается в активную гормональную форму, кальцитриол, функцией которого является регуляция гомеостаза кальция и фосфора. При недостатке витамина D снижается как абсорбция фосфора и кальция в кишечнике, так и их обратное всасывание (реабсорбция) в почках [1, 2]. При гиповитаминозе нарушается состояние костной ткани, что клинически проявляется у детей в виде рахита, а у взрослых – остеопороза.

Высокоширотные регионы обоснованно относят к области эндемичного риска D-гиповитаминозов [3]. Действительно, условия Заполярья неблагоприятны для синтеза холекальциферола в

организме человека. Уровень ультрафиолетовой радиации здесь остается низким на протяжении нескольких месяцев; тело северян постоянно закрыто одеждой и инсоляции подвергается только кожа лица; сравнительно высокое содержание меланина в эпидермисе арктических аборигенов-монголоидов затрудняет аутосинтез  $D_3$ , задерживая более 80% физиологически активного ультрафиолета.

Представления о повышенном, вследствие недостаточного УФ-облучения, риске развития  $D$ -витаминной недостаточности и обусловленных ею рахита и остеомалации сложились к середине 1970-х гг. С этого времени преобладает мнение, что концентрация витамина в организме зависит, прежде всего, от уровня инсоляции и поддерживается путем аутосинтеза холекальциферола. Эти взгляды критически рассмотрены в работах [2, 4].

Появление стандартизованных лабораторных методов оценки  $D$ -витаминного статуса на основании концентрации в сыворотке крови  $25(OH)D$  и превращение их если не в рутинную, то, по крайней мере, в доступную процедуру [5, 6], позволило расширить географию исследований и охватить ими и такие “экзотические” ранее группы, как коренное, старожильческое и мигрантное население Севера.

По мере накопления материалов стало ясно, что проблема  $D$ -витаминного статуса северян сложнее, чем предполагалось изначально. Далеко не все исследования выявили низкий уровень содержания витамина в высокоширотных популяциях. Так, в конце зимы и начале весны, после естественного сезонного снижения уровня УФ-облучения, содержание витамина  $D$  у французских сельских детей существенно ниже, чем у сверстников из приполярных и заполярных регионов Европы (в летнее время межпопуляционные различия менее выражены) [7]. У арктических оленеводов коми-ижемцев и ненцев [8–10], как и у горожан норвежцев, шведов и финнов [11–16], содержание  $25(OH)D$  часто превышает показатели, характерные для населения южных областей Европы.

Казалось бы, эти данные подрывают привычные тезисы о решающем вкладе факторов широтности и уровня инсоляции в формирование  $D$ -витаминного статуса. Но, с другой стороны, ряд наблюдений свидетельствует о невысоком содержании  $25(OH)D$  у современных эскимосов и индейцев северных регионов США и Канады [17–20].

Чем обусловлены эти несогласованности? Действительно ли “северность” (т.е. географическая широта) играет столь важную роль в формировании  $D$ -витаминного баланса организма, как это обычно представляют? Если концентрация

$25(OH)D$  у современных коренных северян действительно невысока, то в чем причины этого снижения?

Несмотря на огромный пласт зарубежных публикаций, посвященных различиям  $D$ -витаминного статуса у индивидов европейского, азиатского и африканского происхождения в связи с их антропологическими особенностями, в российских публикациях фактор пигментации кожных покровов стал рассматриваться только в последние годы [21–23]. Учитывая, что большая часть коренного (аборигенного) населения высоких широт относится к монголоидным группам с повышенным содержанием меланина в кожных покровах и менее эффективным аутосинтезом холекальциферола, следует обратить внимание на специфику  $D$ -витаминного статуса у представителей разных расовых групп населения российского Севера.

Эти фундаментальные вопросы важны и для решения прикладных медицинских задач. Если сниженное по сравнению с европейцами и евроамериканцами содержание  $25(OH)D$  – специфический вариант этноантропологической нормы, особых оснований для тревоги нет: на протяжении жизни многих поколений в высокоширотных регионах могли сформироваться своеобразные адаптивные комплексы. Если же сравнительно низкое содержание витамина  $D$  у современных северян – следствие “модернизационных” изменений, то необходима разработка и принятие дополнительных мер для профилактики рахита, остеопороза и других отклонений.

Исследования  $D$ -витаминного статуса населения Севера РФ развернулись, по сути, только в последнее десятилетие. На данном этапе российским специалистам важно систематизировать имеющиеся данные, чтобы как можно раньше определить наиболее актуальные направления дальнейшей работы. Безусловно, в этом плане важны материалы американских и западноевропейских коллег, но при их использовании следует учитывать ряд существенных антропоэкологических различий между российскими и зарубежными высокоширотными популяциями.

Большая часть зарубежных исследований  $D$ -витаминного статуса коренных северян выполнена на материалах, полученных в группах гренландских и американских инуитов (эскимосов) с высоким вкладом в диету богатого витамином  $D$  жира морских животных. Но в высокоширотных регионах России жизнеобеспечение, основанное на промысле морского зверя и вылова морской рыбы, было характерным лишь для немногих и численно малых популяций – сибирских эскимосов, береговых чукчей и отдельных групп ненцев. С другой стороны, оленеводство, базовый элемент хозяйственного уклада большинства абори-

генов российской Арктики (и отчасти саамов Фенноскандии), не практикуется коренными жителями Северной Америки и Гренландии [24]. Разные традиции природопользования и, соответственно, состава местных продуктов, как источника эргокальциферола  $D_2$ , могут обусловить различия в  $D$ -витаминном статусе популяций.

Следует учитывать и возможное влияние социальных факторов. Для российского Заполярья характерны более резкие, чем в США, Канаде, Гренландии и Фенноскандии, различия между жителями малых сел, крупных поселков и городов по уровням доходов, доступу к покупным (“магазинным”) продуктам и, соответственно, вкладу в диету покупной и местной пищи. Это же касается и представителей групп, в разной степени вовлеченных в традиционные виды деятельности — оленеводство, рыболовство, зверобойный промысел. Существенно различается питание детей Севера в “организованных коллективах” (детские сады, интернаты) и юных северян, остающихся в семьях [24].

Все эти факторы могут влиять на уровень  $25(OH)D$  в сыворотке крови в различные периоды и на  $D$ -витаминный статус населения в целом.

Цель данного обзора — в пределах опубликованного массива данных, полученных при исследовании выборок практически здорового населения северных и заполярных регионов Российской Федерации, проанализировать изменчивость содержания  $25$ -гидроксиовитамина  $D$  в сыворотке крови в различных этнических, возрастных, социальных группах в зависимости от географической широты, уровня естественного освещения, характера жизнедеятельности и специфики питания.

## МЕТОДИКА

Отбор публикаций для данного обзора проводили по ключевым словам (в русскоязычном и англоязычном вариантах): витамин  $D$ ;  $25$ -гидроксиовитамин  $D$ ;  $25(OH)D$ ;  $D$ -витаминный статус.

Критерии включения публикаций в обзор подробно описаны в предыдущей работе [25], поэтому можно остановиться только на основных моментах.

В настоящее время известен ряд технологий оценки содержания  $25(OH)D$  в сыворотке крови [6]. Чтобы исключить возможные методические расхождения, в обзор включили только данные, полученные путем стандартизованного иммуноферментного анализа (*IDS EIA*) [5] в выборках объемом не менее 10 практически здоровых индивидов. Обязательное условие — наличие в публикации необходимых статистических данных: средней (или медианы) признака и показателей изменчивости.

В данной статье рассматривается содержание в сыворотке крови  $25(OH)D$  и  $D$ -витаминный статус представителей различных групп населения Российского Севера: коренных малочисленных народов и крупных этносов территорий Крайнего Севера и/или в приравненных к нему местностей [24]. Локализация обследованных выборок определена с точностью до одного градуса географической широты.

При анализе ситуации в группах коренных северян учитывали тип хозяйствования. Образ жизни полукочевых оленеводов и жителей малых (до 750 чел. по списочному составу) поселков рассматривали как близкий к традиционному. Постоянные жители крупных (более 1000 чел.) северных поселков были отнесены к “модернизированному” аборигенному населению.

Продолжительность светового дня в период сбора образцов установили на середину диапазона дат обследования для ближайшей географической точки по ресурсу <http://www.timezone.ru/sun-calc.php>. Такой метод оценки вклада фактора естественной освещенности приемлем, поскольку концентрация  $25(OH)D$  в сыворотке — физиологически относительно стабильный показатель (период полувыведения из организма человека — 2–3 нед.) [5, 25].

Распределение значений  $25(OH)D$  отличается от нормального закона и должно описываться значениями медианы признака и центильных границ. Однако в ряде публикаций вместо этого приводятся средние арифметические и стандартные отклонения. Учитывая это, в сводные таблицы мы включили и средние, и медианные значения с соответствующими показателями вариации. Размерность концентрации  $25(OH)D$  во всех случаях приведена к нмоль/л.

Как и в предыдущем обзоре [25], диагностические критерии  $D$ -витаминного статуса установлены согласно рекомендациям *Institute of Medicine (US) Committee* [26]. За дефицит витамина принята концентрация  $25(OH)D$  менее 30 нмоль/л, недостаточное содержание — 30–50 нмоль/л, удовлетворительный  $D$ -витаминный статус 50 нмоль/л и выше. В обзор включили работы, в которых использованы указанные диагностические критерии витаминного статуса или приведены данные, позволившие произвести соответствующий перерасчет.

Для обсуждения использовали материалы публикаций, которые не отвечают оговоренному комплексу требований и не могут быть включены в общий массив данных. В частности, это исследование Н.И. Блажеевич и др. [8], проведенное в начале 1980-х гг. Стандартных наборов реактивов для проведения массовых анализов в тот период не существовало; точных сведений о примененных лабораторных методиках в публикации не

приводится. Из-за возможных методических расхождений данные указанной статьи в общий анализ не включили. Однако исключение материалов данной публикации из рассмотрения приведет к потере важной информации. Во-первых, они отражают ситуацию 35-летней давности, когда образ жизни и питания арктических аборигенов РФ заметно отличались от сложившихся к началу XXI в. [24]. Но главная ценность указанного исследования в том, что оно охватило группу ненцев из приморских поселков Варнек и Варандей, в настоящее время не существующих. В начале 1980-х гг. коренные жители этих населенных пунктов вели морской зверобойный промысел, и их рацион, включавший тюленья мясо, был относительно близок к характерному для современных эскимосов Гренландии. Остальные исследования арктических аборигенов России провели в группах жителей тундры и лесотундры. Их традиционные кухни основаны на продукции оленеводства и озерно-речного рыболовства и существенно отличаются по составу пищи от рациона гренландских и американских эскимосов [24]. Таким образом, данные Н.И. Блажеевич и др. [8] — единственный на сегодняшний день источник, позволяющий сравнить содержание  $25(OH)D$  в сыворотке крови коренного населения российской и зарубежной Арктики с близкими типами традиционного питания.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученная в ходе методического обзора информация о содержании  $25(OH)D$  в сыворотке крови представителей различных возрастных и этнотерриториальных групп населения северных и заполярных регионов РФ представлена в табл. 1, 2. В табл. 3 вынесены результаты обследования ненцев Ненецкого АО начала 1980-х гг. [8]; на специфику этих материалов мы указали ранее. Табл. 1–3 охватывают результаты исследований 2061 индивида.

В табл. 4 сведены материалы публикаций, содержащих данные о  $D$ -витаминном статусе различных групп населения, оцененные по единым критериям (см. Методику).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

*Связь  $D$ -витаминного статуса с географической широтой.* В рамках данного обзора невозможно провести количественную оценку связи концентрации  $25(OH)D$  и/или  $D$ -витаминного статуса с географической широтой локализации группы: из-за ограничений, установленных при отборе публикаций (только популяции Крайнего Севера или приравненных к ним территорий), диапазон широтной изменчивости слишком мал. К тому же в ряде работ либо агрегированы полученные в

разное время года данные, либо не указаны время или сезон обследования.

Учитывая это, надо ограничиться качественным анализом. Он показал, что средние значения концентрации  $25(OH)D$  у детей горожан якутов [30], эвенков и чукчей [32] (табл. 1), как и у взрослых поселковых ненцев [10, 35] (табл. 2), находятся в пределах вариации признака у карелов и русских, живущих в городах других северных регионов страны [38–40].

И дети, и взрослые коми по содержанию  $25(OH)D$  (табл. 1, 2) не отличаются от представителей других групп населения Европейской части РФ: коми-пермяков, удмуртов, русских [31, 34].

Показатели  $D$ -витаминного статуса взрослых ненцев (без учета места жительства и рода занятий: табл. 2) не отличаются от характеристик, обследованных в тот же сезон взрослых горожан из регионов, расположенных южнее, в пределах  $57$ – $61^\circ$  с.ш. [10].

Можно заключить, что проживающие в городах и поселках северяне РФ по содержанию  $25(OH)D$  в целом не отличаются от жителей умеренной полосы России, или, во всяком случае, эти отличия малы.

Таким образом, обитание в высокоширотных регионах само по себе не влияет негативно на  $D$ -витаминный статус популяции.

*Возрастная динамика.* Информация о возрастной изменчивости  $D$ -витаминного статуса в группах населения северных регионов РФ довольно скудна.

В публикации [27] сообщается о концентрации  $25(OH)D$  у русских и ненецких детей 0–3 лет г. Нарьян-Мар, обследованных весной-осенью 2013–14 гг. Однако статистические характеристики неполны, а выборки детей ненцев очень малы (3–5 в каждой возрастной группе), что не позволяет включить эти данные в обзор. Также некорректным можно считать сравнение характеристики подростков 13–15 лет и взрослых коми-ижемцев [10, 31], поскольку эти группы существенно различаются по образу жизни: школьники — постоянные жители крупных приарктических сел Ижма и Сизябск, тогда как выборка взрослых представлена оленеводами, ведущими полукочевой образ жизни с присущими ему особенностями физических нагрузок, питания и пребывания вне помещений.

Таким образом, данные о содержании  $25(OH)D$  в группах коми сводятся только к группам подростков с. Корткерос и взрослых г. Сыктывкара. И содержание витамина в сыворотке крови (табл. 1, 2), и  $D$ -витаминный статус (табл. 4) у взрослых достоверно выше, чем у 13–15-летних подростков ( $p < 0.05$  согласно  $U$ -тесту Манна-Уитни).

Таблица 1. 25(OH)D (нмоль/л) в различных возрастно-половых и территориальных группах населения Севера России (дети 0–18 лет)

| Этническая группа <sup>1</sup> | Место обследов.       | °с.ш. <sup>2</sup> | Возр. (лет) <sup>3</sup> | Пол   | Сезон/месяц | Свет. день <sup>4</sup> | n   | M     | SD   | Me   | Q1–Q3      | m    | Источник |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------|-------------|-------------------------|-----|-------|------|------|------------|------|----------|
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64                 | 0–1                      | М + Ж | Весна–осень | –                       | 76  | –     | –    | 86.3 | 54.3–124.8 | –    | [27, 28] |
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64                 | 1–2                      | М + Ж | Весна–осень | –                       | 34  | –     | –    | 66.5 | 48.8–90.5  | –    | [27, 28] |
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64                 | 2–3                      | М + Ж | Весна–осень | –                       | 45  | –     | –    | 53.5 | 41.5–76.25 | –    | [27, 28] |
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64                 | 6–7                      | М + Ж | Весна–осень | –                       | 80  | –     | –    | 32.8 | 25.25–52.0 | –    | [28]     |
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64                 | 13–15                    | М + Ж | Весна–осень | –                       | 184 | –     | –    | 43.5 | 38.0–51.5  | –    | [28]     |
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64                 | 11–15 (13.0)             | М + Ж | Без учета   | –                       | 41  | –     | –    | 59.8 | 54.0–62.7  | –    | [29]     |
| Якуты + русские (1.8 : 1)      | Якутск                | 62                 | 9–15                     | М + Ж | II–III      | 10:10                   | 80  | 35.1  | –    | –    | –          | 2.20 | [30]     |
| Якуты + русские (1.8 : 1)      | Якутск                | 62                 | 9–15                     | М + Ж | VIII        | 16:05                   | 67  | 62.8  | –    | –    | –          | 5.61 | [30]     |
| Коми                           | Корткерос, Респ. Коми | 61                 | 13–16                    | М + Ж | XI          | 7:35                    | 43  | 37.9  | 12.2 | 38   | –          | 1.70 | [31]     |
| Коми-ижемцы                    | Ижма, Респ. Коми      | 65                 | 13–15 (13.6)             | М + Ж | II          | 8:30                    | 51  | 31.06 | 8.76 | 30   | –          | 1.57 | [31]     |
| Эвены                          | Ануйск, Кепервеем     | 68                 | 2–18 (9.5)               | М     | Нет данных  | –                       | 44  | 47.17 | –    | –    | –          | 3.77 | [32]     |
|                                |                       |                    |                          | Ж     |             |                         | 44  | 38.94 | –    | –    | 5.74       |      |          |
| Чукчи                          | Островное, Кепервеем  | 68                 | 2–18 (9.5)               | М     | Нет данных  | –                       | 76  | 40.44 | –    | –    | –          | 4.49 | [32]     |
|                                |                       |                    |                          | Ж     |             |                         | 60  | 39.19 | –    | –    | 3.99       |      |          |
| Русские                        | Билибино (ЧАО)        | 68                 | 2–18 (9.5)               | М     | Нет данных  | –                       | 94  | 33.20 | –    | –    | –          | 4.49 | [32]     |
|                                |                       |                    |                          | Ж     |             |                         | 82  | 34.20 | –    | –    | 3.24       |      |          |

Примечание: <sup>1</sup> – при отсутствии точных данных, этническая принадлежность городского населения указана условно, по преобладающей в регионе; <sup>2</sup> – °с.ш.; <sup>3</sup> – географическая широта места обследования (в градусах); <sup>4</sup> – возрастной диапазон обследованных или среднее значение для выборки (если иного нет); <sup>5</sup> – продолжительность светового дня в период обследования (в часах).

Таблица 2. 25(OH)D (нмоль/л) в различных возрастно-половых и территориальных группах населения Севера России (взрослые)

| Этническая группа <sup>1</sup> | Место обследов.       | °с.ш. <sup>2</sup> | Возр. (лет) <sup>3</sup> | Пол   | Сезон/месяц | Свет. день <sup>4</sup> | n   | M    | SD    | Me   | Q1-Q3      | m    | Источник |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------|-------------|-------------------------|-----|------|-------|------|------------|------|----------|
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64.5               | 18-22                    | М + Ж | Весна-осень |                         | 260 | -    | -     | 51.0 | 37.1-75.0  | -    | [33]     |
| Русские (условно)              | Архангельск           | 64.5               | 24-60                    | М + Ж | Весна-осень |                         | 85  | -    | -     | 60.8 | 40.5-76.75 | -    | [33]     |
| Коми-пермяки                   | Кудымкар, КПО         | 59                 | 19-59                    | М + Ж | III         | 13:00                   | 46  | 44.7 | 9.01  | 43.5 | -          | 1.33 | [34]     |
| Коми                           | Сыктывкар, Респ. Коми | 61.67              | 17-23                    | М + Ж | XI          | 7:35                    | 52  | 47.7 | 12.0  | 47.0 | -          | 1.74 | [34]     |
| Коми-ижемцы                    | Респ. Коми, кочевья   | 65.00              | 18-52                    | М + Ж | II          | 8:30                    | 13  | 68.7 | 25.20 | -    | -          | 6.99 | [10]     |
| Ненцы                          | Тазовский, НАО        | 67.23              | 45.4                     | М + Ж | III-IV      | 13:50                   | 69  | 69.5 | -     | -    | 47.0-64.5  | 3.0  | [35]     |
| Ненцы                          | Гыда, НАО             | 70.53              | 45.4                     | М + Ж | III-IV      | 14:13                   | 65  | 84.5 | -     | -    | 61.8-97.5  | 3.75 | [35]     |
| Русские                        | Тазовский, НАО        | 67.23              | 45.4                     | М + Ж | III-IV      | 13:50                   | 40  | 56.8 | -     | -    | 38.3-48.8  | 4.4  | [35]     |
| Ненцы                          | Несь, НАО             | 66.36              | 18-59                    | М + Ж | XII         | 2:42                    | 42  | 31.3 | 12.72 | 27.8 | -          | 2.28 | [10]     |
|                                | Кочевья               | 67.00              | 21-60                    | М + Ж | XII         | 2:38                    | 40  | 35.3 | 11.33 | 34.5 | -          | 1.85 |          |
|                                | Хорей-Вер, НАО        | 67.24              | 20-58                    | М + Ж | XII         | 1:20                    | 46  | 47.1 | 10.64 | 48.3 | -          | 1.64 |          |
|                                | Кочевья               | 68.00              | 18-56                    | М + Ж | XII         | 0:00                    | 37  | 50.2 | 11.12 | 50.5 | -          | 1.75 |          |

Примечание: <sup>1</sup> — при отсутствии точных данных, этническая принадлежность городского населения указана условно, по преобладающей в регионе; <sup>2</sup> — °с.ш. — географическая широта места обследования (в градусах); <sup>3</sup> — возрастной диапазон обследованных или среднее значение для выборки (если иного нет); <sup>4</sup> — продолжительность светового дня в период обследования (в часах).

**Таблица 3.** 25(OH)D (нмоль/л) в различных группах ненцев Ненецкого АО

| Место обследования       | Широта геогр. (°с.ш.) | Возраст (лет) | Пол        | Сезон/месяц | Свет. день (час) | <i>n</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>t</i> |
|--------------------------|-----------------------|---------------|------------|-------------|------------------|----------|----------|-----------|----------|
| Нарьян-Мар (интернат)    | 68                    | 9–17          | М + Ж      | V           | 20:16            | 95       | 43.75    | 21.93     | 2.25     |
| Нарьян-Мар (детский дом) | 68                    | 3–7           | М + Ж      | VI          | 24:00            | 14       | 40.0     | 20.84     | 5.57     |
| Нарьян-Мар               | 68                    | 20–35         | Ж роженицы | Зима        | 0:54             | 18       | 65.75    | 59.40     | 14.0     |
| Варандей, Варнек         | 69                    | Взросл.       | М + Ж      | III         | 9:43             | 38       | 110.0    | 78.66     | 7.5      |

Примечание: источник: [8], с изменениями.

**Таблица 4.** Доля обследованных с дефицитом и недостатком витамина D (концентрация 25(OH)D менее 50 нмоль/л) в различных группах населения Севера России

| Национальн.               | Регион           | Возраст (лет) | Сезон       | <i>n</i> | 25(OH)D < 50 нмоль/л, процент в выборке | Источник |
|---------------------------|------------------|---------------|-------------|----------|---|----------|
| Русские (условно)         | Архангельск      | 0–1           | Весна–осень | 76       | 20.65                                   | [27]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 1–2           | Весна–осень | 34       | 26.56                                   | [27]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 2–3           | Весна–осень | 45       | 43.11                                   | [27]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 6–7           | Весна–осень | 80       | 71                                      | [36]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 13–15         | Весна–осень | 184      | 70                                      | [36]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 11–15         | Без учета   | 41       | 14.6                                    | [29]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 18–22         | Весна–осень | 88       | 48                                      | [33]     |
| Русские (условно)         | Архангельск      | 24–60         | Весна–осень | 85       | 33                                      | [36]     |
| Коми                      | Корткерос (село) | 13–16         | XI          | 43       | 86                                      | [31]     |
| Коми-ижемцы               | Ижма (село)      | 13–15         | II          | 51       | 98                                      | [31]     |
| Якуты + русские (1.8 : 1) | Якутск           | 9–15          | II–III      |          | 60                                      | [30]     |
| Якуты + русские (1.8 : 1) | Якутск           | 9–15          | VIII        |          | 10.4                                    | [30]     |
| Коми                      | Сыктывкар        | 17–23         | XI          | 52       | 62                                      | [34]     |
| Коми-пермяки              | Кудымкар         | 19–59         | III         | 46       | 30                                      | [34]     |
| Ненцы                     | ЯНАО             | 20–75         | III–IV      |          | 34.7                                    | [37]     |
| Русские ЯНАО              | ЯНАО             | 20–75         | III–IV      |          | 50                                      | [37]     |

Примечание: в процентах от числа обследованных, без учета пола.

Более детально прослежены возрастные изменения концентрации 25(OH)D в сыворотке крови детей и взрослых этнически недифференцированного населения г. Архангельска [27, 28, 33]. В обследованных весной и осенью выборках наи-

более высокие значения 25(OH)D – у детей первых 12 мес. жизни, затем показатели снижаются вплоть до представителей возрастной группы 6–7 лет (покогортная негативная динамика статистически значима,  $p < 0.01$ ). Далее, в выборках в

13–15-летних подростков (табл. 1) и взрослых со средним возрастом 20 и 45 лет (табл. 2), концентрация  $25(OH)D$  последовательно возрастает. Эта динамика в целом согласуется с результатами мета-анализа, проведенного для популяций умеренной климатической зоны России [25].

*Значение естественного освещения и сезонности.* Согласно данным, полученным при обследовании детей (табл. 1), в феврале-марте (световой период 10 ч) в 11–15-летних детей г. Якутска содержание  $25(OH)D$  вдвое ниже ( $p < 0.001$ ), чем в августе, при близкой к 16 ч продолжительности светового дня [30]. Тот факт, что у детей коми того же возраста концентрация  $25-OHD_3$  в сыворотке крови в феврале (световой день  $8\frac{1}{2}$  ч) достоверно ( $p < 0.001$ ) ниже, чем в ноябре, когда светлый период суток был на час меньше ( $7\frac{1}{2}$  ч) [31], мы не расцениваем как противоречащий предыдущему наблюдению. По нашему мнению, в данном случае проявляется влияние фактора сезонности: в ноябре организм еще сохраняет запасы витамина, накопленные в светлое время года за счет ауто-синтеза холекальциферола, тогда как в феврале северная “витамин- $D$ -дефицитная зима” только подходит к концу. Это отвечает результатам, полученным во внеарктических популяциях, в которых повышенные показатели содержания витамина  $D$  формируются к концу периода высокого уровня инсоляции (август–октябрь), тогда как в конце зимы/начале весны (февраль–март) концентрация  $25(OH)D$  находится на минимальном уровне [25].

Данные по взрослым группам (табл. 2) подтверждают влияние факторов естественной освещенности и сезонности. У взрослых ненцев-оленьеводов, обследованных в зимнее время при минимальной продолжительности светового дня (от 0 до 3 ч), уровень  $25(OH)D$  достоверно ниже ( $p < 0.05$ ), чем у оленеводов-коми, у которых кровь для исследования собиралась весной, когда светлый период увеличился до  $8\frac{1}{2}$  ч [10]. Также значимы ( $p < 0.001$ ) межсезонные различия между группами поселковых ненцев (данные: [10, 35]). Сравнение проводилось с учетом размера населенного пункта, отдельно для жителей малых поселков, Гыда и Хорей-Вер, и крупных п. г. т. Тазовский и с. Несь. В обоих случаях обследованные в марте-апреле, при продолжительности светового дня около 14 ч, характеризуются практически вдвое более высоким содержанием  $25(OH)D$  в сыворотке крови по сравнению с обследованными в декабре (световой день от 1 ч 20 мин до 2 ч 40 мин).

С этими данными согласуются материалы Н.И. Блажевич и др. [8] (табл. 3): у горожан-ненцев Нарьян-Мара в зимнее время (световой день в декабре менее 1 ч) содержание  $25(OH)D$  также ниже по сравнению с жителями поселков, обследованными в марте (световой день – около 10 ч).

Следует заключить, что уровень естественного освещения оказывает существенное влияние на содержание витамина  $D$  в сыворотке крови северян.

*Влияние этнической и расовой принадлежности.* Среди включенных в обзор групп населения Севера РФ, европеоидная раса представлена русскими, коми (включая коми-ижемцев) и коми-пермяками, монголоидная – якутами, эвенками, чукчами и ненцами.

У городских детей разных расовых и этнических групп (ненцев и русских 0–3 лет [27], якутов и русских 9–15 лет [30]) не выявлено статистически значимых различий в концентрации  $25(OH)D$ . Не различаются по рассматриваемому признаку и сельские дети монголоидных групп – эвены и чукчи [32].

Во всех случаях значимых межэтнических различий, содержание  $25(OH)D$  выше у представителей монголоидных групп (в перечисленных далее попарных сравнениях  $p < 0.05$ ). Дети эвенов и чукчей сел Чукотского АО по уровню  $25(OH)D$  превосходят обследованных одновременно с ними русских сверстников из тех же населенных пунктов [32] (табл. 1). В выборках взрослых (табл. 2) поселковые ненцы превосходят по рассматриваемому признаку живущих в тех же населенных пунктах русских [35], а ненцы-жители крупного поселка Тазовский [35] – обследованных при той же продолжительности светового дня горожан коми-пермяков [34]. Также выше концентрация  $25(OH)D$  у тесно связанных с оленеводством ненцев, проживающих в малом поселке Гыда, по сравнению с оленеводами коми-ижемцами [10, 35].

При проведении данного анализа учитывались такие характеристики выборок, как сезон или продолжительность светового дня в период обследования, тип места проживания (город, крупный или малый поселок) и характер жизнедеятельности, в частности, связь с оленеводством. Однако вклад целого ряда факторов (таких, например, как характер питания и состава пищи, время пребывания вне помещения и т.п.) на основании имеющихся данных оценить невозможно. Учитывая это, можно резюмировать, что в медико-антропологическом плане связь между расовой и этнической принадлежностью северян и содержанием  $25(OH)D$  в сыворотке крови не исключена, но этот вопрос требует специального исследования.

*Вклад специфики питания.* На роль питания в формировании  $D$ -витаминного статуса северян указывают едва ли не все исследователи. Ассоциированное со сниженным потреблением традиционной пищи ухудшение  $D$ -витаминного статуса зафиксировано у российских ненцев [7, 41], также как и у инуитов (эскимосов) Гренландии



[18] и Канады [19, 42] и индейцев канадской Арктики [43].

Данные Н.В. Блажеевич и др. [8] (табл. 3) подтверждают низкий уровень содержания витамина D у детей ненцев-воспитанников интернатов и детских домов, питание которых было организовано по единым для всей страны требованиям и резко отличалось от традиционных вариантов [24].

Важной нутрициологической причиной формирования D-витаминного статуса северян считается высокий вклад рыбы в диету. Действительно, подтверждено, что традиционные рыбные блюда с большим количеством рыбьего жира способствуют поддержанию оптимального уровня витамина D [44]. А поскольку значительную долю потребности аборигенов Арктики в продуктах покрывает продукция рыболовства (у ненцев Ненецкого АО, например, этот показатель варьирует в пределах 30–40% [45]), межгрупповые различия в D-витаминном статусе зачастую априори объясняют вкладом рыбных блюд в рацион. Так, Н.А. Бекетова и др. [35] полагают, что значимые ( $p < 0.05$ ) различия в содержании 25(OH)D в обследованных ими выборках ненцев (табл. 2) — следствие более высокого потребления рыбы жителями пос. Гыда по сравнению с населением пос. Тазовский. Это предположение правдоподобно, однако оно, как и остальные включенные в данный анализ отечественные работы, не подкреплено непосредственной оценкой рационов обследованных индивидов.

Отсутствие детальных нутрициологических данных можно считать существенным недостатком выборочных исследований D-витаминного статуса российских северян.

Проведенный на популяционном уровне анализ возможного вклада специфики питания подтверждает необходимость такого рода исследований. В частности, установлено, что концентрация 25(OH)D у поселковых жителей и полукочевых оленеводов из Хорей-Вер выше ( $p < 0.01$ ), чем у ненцев с. Несь (табл. 2, [10]). При этом за счет рыбы у жителей Хорей-Вер покрывается 15–20% потребностей в продуктах, и около 50% — за счет оленины, тогда как в крупном районном центре Несь, как и в целом в НАО, на местные продукты (т.е. суммарно рыбу и оленину) приходится 30–40% вклада в диету [45]. Поскольку обследование проводили в период полярной ночи при минимальной продолжительности светового дня, вклад холекальциферола в формирование D-витаминного статуса можно исключить. Таким образом, по крайней мере, в данном случае, ведущим источником витамина D у тундровых оленеводов служит не рыба. Подчеркнем к тому же, что рыба, потребляемая ненцами сел Несь и Хорей-Вер, а также оленеводами коми-ижемцами ([10],

табл. 2), представлена преимущественно пресноводными видами, в жире которых содержание витамина D ниже, чем у морских обитателей. Промысел морской рыбы и зверя в настоящее время коренными жителями российской Европейской Арктики не ведется.

Морской лов практиковали ранее небольшие группы береговых ненцев, в частности, жители поселков Варнек на о. Вайгач и Варандей на побережье Баренцева моря. В 2000 г. поселок Варандей официально закрыт, а в Варнеке осталось только 100 чел. Таким образом, данные проведенного в начале 1980-х гг. в указанных поселках исследования Н.И. Блажеевич и др. [8] — единственное свидетельство D-витаминного статуса российских арктических морских зверобоев, еще включавших в рацион продукты морского промысла (данных о содержании 25(OH)D у морских зверобоев Чукотки в доступной литературе не обнаружено). С большой вероятностью можно предположить, что именно продукты морской добычи (рыба, тюленина) обусловили очень высокое содержание 25(OH)D в выборке береговых ненцев (табл. 3). Данные [8] — единственные материалы, которые корректно использовать при сравнении с результатами исследований морских зверобоев Гренландии.

При рассмотрении вклада традиционной пищи в формирование D-витаминного статуса северян, следует обратить внимание на возможную роль оленины. Сравнительно недавно установлено, что ткани северного оленя (*Rangifer tarandus*), в отличие от других домашних животных, содержат значительное количество витамина D [44, 46]. Концентрация витамина в образцах печени и почек северного оленя (1.1–1.4 мкг на 100 г продукта) приближается к его содержанию в подкожном жире нерпы [47]. Эргокальциферол в значительном объеме продуцируется входящими в рацион северного оленя лишайниками (*Cladina* spp.) и затем накапливается в тканях животного. Можно полагать, что человек, как консумент более высокого порядка, способен получать достаточное количество витамина D с олениной. Теоретические аспекты этого пути обеспечения витамином рассмотрены Х. Герингом [48]. К сожалению, прямые исследования содержания  $D_2$  и  $D_3$  в различных видах лишайников единичны [49–51], а комплексного анализа северных фито- и биоценозов с позиций обмена витамина D не проводилось.

Косвенно подтверждают значение мяса и жира северного оленя как источника эргокальциферола различия в содержании 25(OH)D у представителей северян с разным доступом к продуктам оленеводства. Максимально содержание витамина D в сыворотке крови оленеводов, которые в период нахождения в тундре вынуждены ориентироваться на продукцию своих стад как основу ра-

циона. Ниже концентрация  $25(OH)D$  у жителей небольших сел: доступ к покупным продуктам у них ограничен и до 50% потребностей удовлетворяется за счет оленины, поставляемой членами общины. Наконец, еще более снижается уровень витамина у обитателей районного центра, вовлеченных в “посттрадиционный” уклад жизни и ориентированных на покупную пищу. При этом среди живущих в крупном поселке женщин содержание  $25(OH)D$  ниже ( $p < 0.05$ ) у относительно “вестернизированных” в плане питания молодых ненок по сравнению с представительницами старшей возрастной группы (42–59 лет), в большей степени использующих продукты традиционной кухни [10, 41].

Итак, у коренных северян потребление традиционной пищи ассоциировано с более высоким содержанием  $25(OH)D$  в сыворотке крови.

Однако недостаточно изученным остается вклад конкретных составляющих: продуктов морского зверобойного промысла, морской и пресноводной рыбы, оленины.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены данные обследований 2061 представителя коренных малочисленных народов и крупных этносов, населяющих территории Крайнего Севера и приравненных к ним местностей Российской Федерации.

Основные результаты систематического обзора показывают:

1. Обитание в высокоширотных регионах, т.е. географическая широта локализации группы, само по себе не влияет негативно на  $D$ -витаминный статус популяции. По содержанию  $25(OH)D$  проживающие в городах и поселках северяне РФ в целом не отличаются от жителей умеренной полосы России.

2. Имеющиеся данные о возрастной динамике содержания  $25(OH)D$  в сыворотке крови у жителей северных регионов в достаточной мере характеризуют только этнически смешанное (условно – русское) население крупного города – Архангельска. Наиболее высокие значения  $25(OH)D$  регистрируются у детей первого года жизни, к 6–7-летнему возрасту показатели снижаются ( $p < 0.01$ ). В группах подростков 13–15 лет и взрослых до 59 лет концентрация  $25(OH)D$  последовательно возрастает. Описанная возрастная динамика соответствует характерной для популяций умеренной климатической зоны России.

3. Возрастные изменения  $D$ -витаминного статуса в группах коренного населения Арктики изучены недостаточно и требуют проведения специальных исследований.

4. Уровень естественного освещения оказывает существенное влияние на содержание витами-

на  $D$  в сыворотке крови северян. При сравнении представителей различных групп, выборки следует ранжировать согласно продолжительности светового дня или сезона года на период обследования.

5. Связь между расовой и этнической принадлежностью северян и содержанием  $25(OH)D$  в сыворотке крови не исключена, но этот вопрос требует специального исследования. Межэтнические различия в концентрации  $25(OH)D$  проявляются только при сравнении сельского русского и коренного населения. Информации об особенностях  $D$ -витаминного статуса представителей различных расовых групп аборигенов российского Севера недостаточно.

Авторы не обнаружили работ, в которых анализ содержания  $25(OH)D$  у российских северян сопровождался бы исследованием рациона, то есть прямой оценкой потребления пищи. Имеющиеся данные не противоречат мнению о благоприятной роли традиционных продуктов, но все подтверждения носят косвенный характер. Вклад конкретных составляющих “северной кухни” (продуктов морского зверобойного промысла, морской и пресноводной рыбы, оленины) остается недостаточно изученным.

**Конфликт интересов.** Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов, связанных с выполнением данного исследования и публикацией его результатов.

**Вклад в исследование.** Авторы внесли равный вклад в сбор материалов, их обработку в ходе исследования и создания текста статьи.

**Финансирование работы.** Исследование выполнено в НИИ и Музее антропологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва) в рамках НИР “Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)” АААА-А19-119013090163-2, при частичной поддержке РФФИ (грант 18-09-00487).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геринг Х., Кожухова С. Витамин D – гормон солнца. А если солнечного света недостаточно? // Биохимия. 2015. Т. 80. № 1. С. 1397.
2. Mostafa W.Z., Hegazy R.A. Vitamin D and the skin: focus on a complex relationship // J. Advanced Res. 2015. V. 6. P. 793.
3. Huotari A., Herzig K.H. Vitamin D and living in northern latitudes: an endemic risk area for vitamin D deficiency // Int. J. Circumpolar Health. 2008. V. 67. P. 164.
4. Engels O. The relationship between ultraviolet radiation exposure and vitamin D status // Nutrients. 2010. V. 2. № 5. P. 482.
5. Zerwekh J.E. Blood biomarkers of vitamin D status // Am. J. Clin. Nutr. 2008. V. 87. № 4. P. 1087S.

6. Wallace A.M., Gibson S., Hunty A. de la et al. Measurement of 25-hydroxyvitamin D in the clinical laboratory: Current procedures, performance characteristics and limitations // *Steroids*. 2010. V. 75. № 7. P. 477.
7. Козлов А.И., Вершубская Г.Г. Витамин D и здоровье северян / Лицом к морю: Памяти Людмилы Богословской // Под ред. Крупника И.И. Наследие Берингии. 2016. № 3. С. 344.
8. Блажеевич Н.В., Спиричев В.Б., Переверзева О.Г. и др. Особенности кальций-фосфорного обмена и обеспеченности витамином D в условиях Крайнего Севера // *Вопросы питания*. 1983. № 1. С. 17.
9. Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р., Орр П., Козлов А.И. Обеспеченность витамином D коренных жителей европейского Севера России // *Вопросы питания*. 2010. Т. 79. № 4. С. 63.
10. Kozlov A., Khabarova Yu., Vershubsky G. et al. Vitamin D status of northern indigenous people of Russia leading traditional and "modernized" way of life // *Int. J. Circumpolar Health*. 2014. V. 73. P. 26038.
11. Lehtonen-Veromaa M., Mottonen T., Irjala K. et al. Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-year-old Finnish girls // *Eur. J. Clin. Nutr.* 1999. V. 53. № 4. P. 746.
12. Lamberg-Allardt C.J., Outila T.A., Kärkkäinen M.U. et al. Vitamin D deficiency and bone health in healthy adults in Finland: could this be a concern in other parts of Europe? // *J. Bone Miner. Res.* 2001. V. 16. № 11. P. 2066.
13. Cutolo M., Otsa K., Laas K. et al. Circannual vitamin D serum levels and disease activity in rheumatoid arthritis: Northern versus Southern Europe // *Clin. Experiment. Rheumatol.* 2006. V. 24. № 6. P. 702.
14. Brustad M., Edvardsen K., Wilsgaard T. et al. Seasonality of UV-radiation and vitamin D status at 69 degrees North // *Photochem. Photobiol. Sci.* 2007. V. 8. № 6. P. 903.
15. Holvik K., Brunvand L., Brustad M., Meyer H.E. Vitamin D status in the Norwegian population / Solar Radiation and Human Health. Ed. E. Bjertness Oslo: The Norwegian Academy of Science and Letters, 2008. P. 216.
16. Andersson A., Björk A., Kristiansson P., Johansson G. Vitamin D intake and status in immigrant and native Swedish women: a study at a primary health care centre located at 60° N in Sweden // *Food Nutr. Res.* 2013. № 5. P. 20089.
17. Lebrun J.B., Moffatt M.E., Mundy R.J. et al. Vitamin D deficiency in a Manitoba community // *Can. J. Public Health.* 1993. V. 84. № 6. P. 394.
18. Rejnmark L., Jorgensen M.E., Pedersen M.B. et al. Vitamin D insufficiency in Greenlanders on a westernized fare: ethnic differences in calcitropic hormones between Greenlanders and Danes // *Calcif. Tissue Int.* 2004. V. 74. № 3. P. 255.
19. Hayek J., Egeland G., Weiler H. Vitamin D status of Inuit preschoolers reflects season and vitamin D intake // *J. Nutr.* 2010. V. 140. № 10. P. 1839.
20. Frost P. Vitamin D deficiency among northern Native Peoples: a real or apparent problem? // *Int. J. Circumpolar Health*. 2012. V. 71. P. 18001.
21. Спасич Т.А., Лемешевская Е.П., Решетник Л.А. и др. Гигиеническое значение дефицита витамина D у населения Иркутской области и пути его профилактики // *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2014. № 6(100). С. 44.
22. Спасич Т.А., Решетник Л.А., Жданова Е.Ю. и др. Целесообразная профилактика недостаточности витамина D у населения Иркутской области // *Acta Biomedica Scientifica*. 2017. Т. 2. № 5. Ч. 2. С. 43.
23. Геринг Х., Кожухова С. Дефицит витамина D у современных европейцев и викингов, живших в Гренландии // *Биохимия*. 2016. Т. 81. № 12. С. 1775.
24. Козлов А.И., Козлова М.А., Вершубская Г.Г., Шилов А.Б. Здоровье коренного населения Севера РФ: на грани веков и культур. Пермь: РИО ПГГПУ, 2012. 159 с.
25. Козлов А.И., Вершубская Г.Г. Сывороточный 25-гидрокси витамин D в различных группах населения России, Украины и Беларуси (систематический обзор с элементами мета-анализа) // *Физиология человека*. 2017. Т. 43. № 6. С. 135.
26. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D / Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Eds. A. Catharine Ross, Christine L. Taylor, Ann L. Yaktine, Heather B. Del Valle. Washington (DC): National Academies Press (US), 2011. 1132 p.
27. Малявская С.И., Кострова Г.Н., Лебедев А.В. и др. Обеспеченность витамином D детей раннего возраста Архангельской области // *Экология человека*. 2016. № 11. С. 18.
28. Малявская С.И., Кострова Г.Н., Лебедев А.В., Голышева Е.В. Обеспеченность витамином D различных возрастных групп населения г. Архангельска // *Экология человека*. 2016. № 12. С. 37.
29. Шкерская Н.Ю., Ружников А.О., Зыкова Т.А. Обеспеченность витамином D и показатели костного метаболизма у подростков со стоматологическими заболеваниями // *Земский врач*. 2014. Т. 3–4. № 24. С. 47.
30. Кривошапкина Д.М., Ханды М.В. Содержание витамина D в сыворотке крови у детей г. Якутска // *Вопросы современной педиатрии*. 2006. № 5. С. 295.
31. Козлов А.И., Атеева Ю.А., Вершубская Г.Г., Рыжак-енков В.Г. Содержание витамина D у детей школьного возраста Приуралья и Северо-Запада РФ // *Педиатрия*. 2012. № 1. С. 144.
32. Коман И.Э., Сычев Д.А., Ших Е.В. Влияние полиморфизма гена CYP2C9 на обмен витамина D у детей Чукотки // *Росс. Вестн. Перинатол. Педиатр*. 2006. Т. 51. № 1. С. 17.
33. Малявская С.И., Кострова Г.Н., Лебедев А.В. и др. Уровни витамина D у представителей различных групп населения города Архангельска // *Экология человека*. 2018. № 1. С. 60.
34. Козлов А.И., Атеева Ю.А., Вершубская Г.Г. и др. D-витаминный статус населения Пермского края, республик Коми и Удмуртия // *Вопросы питания*. 2013. Т. 82. № 2. С. 31.
35. Бекетова Н.А., Коденцова В.М., Вржесинская О.А. и др. Обеспеченность витаминами жителей сельских поселений российской Арктики // *Вопросы питания*. 2017. Т. 86. № 3. С. 83.
36. Малявская С.И., Захарова И.Н., Кострова Г.Н. и др. Обеспеченность витамином D населения различ-

- ных возрастных групп, проживающих в городе Архангельске // *Вопр. совр. педиатр.* 2015. Т. 14. № 6. С. 681.
37. Батурин А.К., Сорокина Е.Ю., Вржесинская О.А. и др. Изучение связи генетического полиморфизма rs2228570 гена VDR с обеспеченностью витамином D у жителей российской Арктики // *Вопросы питания.* 2017. Т. 86. № 4. С. 77.
  38. Никитинская О.А., Торонцова Н.В. Кальций и витамин D: анализ возможных положительных и отрицательных побочных явлений при их применении // *Русский медицинский журнал.* 2011. Т. 19. № 10. С. 651.
  39. Viskari H., Kondrashova A., Koskela P. et al. Circulating vitamin D concentrations in two neighboring populations with markedly different incidence of type I diabetes // *Diabetes Care.* 2006. V. 29. № 6. P. 1458.
  40. Bakhtiyarova S., Lesnyak O., Kuznesova N. et al. Vitamin D status among patients with hip fracture and elderly control subjects in Yekaterinburg, Russia // *Osteoporosis Intern.* 2006. V. 17. № 3. P. 441.
  41. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Козлова М.А., Рыженков В.Г. Влияние “традиционного” и “вестернизированного” распределения продуктов “арктической кухни” на статус питания коренных северян // *Этнографическое обозрение.* 2017. № 6. С. 146.
  42. Johnson-Down L., Egeland G.M. Adequate nutrient intakes are associated with traditional food consumption in Nunavut Inuit children aged 3–5 years // *J. Nutr.* 2010. V. 140. № 7. P. 13116.
  43. Weiler H.A., Leslie W.D., Krahn J. et al. Canadian Aboriginal women have a higher prevalence of vitamin D deficiency than non-Aboriginal women despite similar dietary vitamin D intakes // *J. Nutr.* 2007. V. 137. № 2. P. 461.
  44. Brustad M., Sandanger T., Wilsgaard T. et al. Change in plasma levels of vitamin D after consumption of cod-liver and fresh codliver oil as part of the traditional North Norwegian fish dish “molje” // *Int. J. Circumpolar Health.* 2003. V. 62. № 1. P. 40.
  45. Мурашко О.А., Даллманн В.К. Трансформации традиционного образа жизни и питания коренного населения Ненецкого автономного округа // *Вестник МГУ, сер. XXIII, Антропология.* 2011. № 4. С. 2.
  46. Wiklund E., Johansson L. Water-holding capacity, color stability and sensory characteristics in meat (*M. longissimus dorsi*) from reindeer fed two different feeds // *Rangifer.* 2011. V. 31. № 1. P. 49.
  47. Kuhnlein H.V., Barthelet V. Farren, A. et al. Vitamins A, D, and E in Canadian Arctic traditional food and adult diets // *J. Food Composit. Anal.* 2006. V. 19. № 6–7. P. 495.
  48. Геринг Х. Витамин D в природе: продукт синтеза и/или деградации компонентов клеточных мембран // *Биохимия.* 2018. Т. 83. № 11. С. 1663.
  49. Bjorn L.O., Wang T. Vitamin D in an ecological context // *Int. J. Circumpolar Health.* 2000. V. 59. № 1. P. 26.
  50. Wang T., Bengtsson G., Karnefelt I., Bjorn L.O. Provitamins and vitamins D2 and D3 in *Cladina* spp. over a latitudinal gradient: possible correlation with UV levels // *J. Photochemistry and photobiology B: Biology.* 2001. V. 62. № 1–2. P. 118.
  51. Bjorn L.O. Vitamin D: Photobiological and ecological aspects / *Photobiology – The science of life and light*, 2nd. ed. Springer, 2008. P. 531.

## Systematic Review on Vitamin D Levels in Various Populations of the Russian North

A. I. Kozlov<sup>a, b, \*</sup>, G. G. Vershubsky<sup>a, b</sup>

<sup>a</sup>Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow, Russia

<sup>b</sup>Institute of Developmental Physiology, Russian Academy of Education, Moscow, Russia

\*E-mail: dr.kozlov@gmail.com

We analyzed literature data on the levels of serum 25(OH)D in apparently healthy individuals from the Russian Far North. The total sample included 2061 subjects of various age and ethnic groups. The serum levels of 25(OH)D and its age dynamics in the northerners living in towns are similar to those of the inhabitants of the moderate climate zone of Russia. There are little data on age-related changes in the vitamin D status of the indigenous Arctic people with traditional lifestyle. Serum 25(OH)D concentrations in the population of high-latitude regions reflect the seasonal changes in the duration of daylight. The level of vitamin D is lower in winter and reaches the minimum in February, i.e. right after the end of the polar night. We compared data on rural Russian and indigenous people and observed ethnic differences in 25(OH)D concentrations; however, the vitamin D status of various indigenous groups of the Russian North is poorly studied. We could not find publications that analyze 25(OH)D concentrations along with the direct assessment of food consumption. The available data do not contradict the opinion that traditional food products are beneficial, but there are no studies to support this opinion. There are little data on the effect of foods from marine mammal catch, marine and freshwater fishery, and venison on the vitamin D status of the indigenous people of the Russian North.

**Keywords:** vitamin D, 25-hydroxyvitamin D, 25(OH)D, vitamin D status, Arctic, indigenous population, nutrition, natural light, latitude.