УЛК 612.395.5

ВЗАИМОСВЯЗИ УРОВНЕЙ 25(*OH*)*D* И КОМПОНЕНТОВ СОСТАВА ТЕЛА У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

© 2021 г. Г. Н. Кострова^{1, *}, С. И. Малявская¹, А. В. Лебедев¹

¹ФГБОУ ВО СГМУ Северный государственный медицинский университет Минздрава РФ, Архангельск, Россия

> *E-mail: kostrovagn@yandex.ru Поступила в редакцию 15.07.2020 г. После доработки 30.10.2020 г. Принята к публикации 04.11.2020 г.

Дефицит витамина D связан с широким спектром патологических состояний. По результатам исследований, низкий уровень 25(OH)D ассоциирован с ожирением. Целью данного исследования было определение взаимосвязи концентрации 25(OH)D в сыворотке с индексом массы тела (ИМТ) и компонентами состава тела у лиц юношеского возраста. Проведена оценка концентрации 25(OH)D в плазме крови и компонентов состава тела методом биоимпедансометрии. У 75.6% обследованных выявлен дефицит витамина D различной степени выраженности. Медианные значения ИМТ составили $21.0 (19.6; 22.9) \, \text{кг/m}^2$, жировой массы тела (ЖМ) $14.9 (10.8; 18.7) \, \text{кг. У всех участников исследования с дефицитом и тяжелым дефицитом витамина <math>D$ показатели ИМТ, ЖМ и доли ЖМ были выше, чем у тех, кто имел уровень 25(OH)D выше $20 \, \text{нг/мл.}$ Выявлена обратная ассоциация ИМТ, ЖМ и концентрации 25(OH)D. По данным логистического регрессионного анализа, показано влияние ИМТ на обеспеченность витамином D.

Kлючевые слова: витамин D, 25(OH)D, индекс массы тела, жировая масса тела, биоимпедансометрия.

DOI: 10.31857/S0131164621060047

В последние два десятилетия произошел пересмотр роли витамина D. Вклад дефицита витамина D в патогенез различных заболеваний, в том числе внекостной патологии (болезней сердечнососудистой системы, различных форм рака и др.) отмечен многими обсервационными исследованиями. Вместе с тем, глобальная проблема дефицита витамина D нуждается в дальнейшем изучении, в том числе в рамках масштабных лонгитюдных исследований [1].

Оценка обеспеченности витамином D требует глубокого понимания причин, влияющих на уровень сывороточных метаболитов витамина D. Следует отметить сложность обмена витамина D в организме — существует более 50 его метаболитов. В клинической практике и большинстве научных исследований широкое распространение получила лабораторная оценка двух основных метаболитов: 25-гидроксивитамин D (25(OH)D) и 1,25-дигидроксивитамина D3 или 1,25(OH)D[2].

Наиболее часто в качестве маркера обеспеченности витамином D используется сывороточный 25-гидроксивитамин D (25(OH)D) — циркулирующая форма витамина D как наиболее отчетливо связанная с показателями здоровья костной ткани [3]. По данным литературы, на концентрацию

25(OH)D в сыворотке крови могут влиять сезон, тип кожи или этническая принадлежность, общая активность на открытом воздухе, возраст, потребление провитамина D с пищей и ряд других факторов [4].

Поскольку витамин D является жирорастворимым витамином, концентрация его плазменных метаболитов зависит от общего количества жира в организме [5]. Метаболиты витамина D распределяются в организме, в том числе в жировой ткани различной локализации. Статус 25(OH)D в сыворотке тесно связан как с объемом подкожной, так и с висцеральной жировой тканями, измеренной с помощью мультидетекторной (мультиспиральной) компьютерной томографии [6], поэтому оценка общих запасов витамина D в организме может быть проведена путем изучения концентрации метаболитов и общей массы жировой ткани в организме [7].

Многие исследования показали, что уровень 25-гидроксивитамина D обратно связан с показателями ожирения, такими как индекс массы тела (ИМТ), окружность талии и процентное содержание жира в организме [8—10].

Предполагается несколько причин формирования такой зависимости при ожирении, в част-

ности, витамин D может в меньших количествах синтезироваться в коже вследствие малоподвижного образа жизни [11], подвергаться объемному разбавлению [12] и секвестрации в жировой ткани [13]. Подтверждением объемного разбавления витамина D являются результаты, указывающие, что количество витамина D, хранящегося в жировой ткани, значительно увеличивается после длительного приема высоких доз витамина D [14]. Напротив, потеря веса, особенно потеря жировой массы тела (ЖМ), приводила к увеличению сывороточного 25(OH)D при ожирении. [15]. Метаболиты витамина D могут также накапливаться в печени [16] и мышечной ткани [17]. В связи с выше изложенным, следует учитывать, что концентрация 25(OH)D может не отражать общих запасов витамина D в организме.

В снижении концентрации 25(ОН) D у больных с ожирением велика роль метаболических процессов в жировой ткани: жировая ткань экспрессирует рецепторы витамина D и обладает способностью синтезировать 1,25-дигидроксивитамин D, исследования *in vitro* показали, что 1,25-дигидроксивитамин D может ингибировать адипогенез и накопление липидов [18, 19]. Предполагается, что снижение уровня циркулирующего 25(OH)Dможет привести к увеличению массы тела и ЖМ в организме различными путями: низкий уровень витамина D вызывает повышение уровня паратгормона, что угнетает катехоламин-индуцированный липолиз и, таким образом, способствует накоплению жира, при ожирении отмечается повышенный катаболизм витамина D из-за местного действия 24-гидроксилазы, обнаруженной в жировой ткани человека [20–23]. Таким образом, низкий уровень 25(OH)D может способствовать развитию ожирения.

Исследования, посвященные изучению взаимосвязи уровня 25(OH)D с параметрами массы тела у лиц без ожирения, немногочисленны, данных о связи статуса витамина D с жировой и мышечной массой тела в юношеском возрасте также мало.

Таким образом, целью настоящего исследования было определить взаимосвязь концентрации 25(OH)D в сыворотке с ИМТ и компонентами состава тела у лиц юношеского возраста.

МЕТОДИКА

Было проведено поперечное (одномоментное) исследование, в которое были включены 82 чел. юношеского возраста (от 18 до 20 лет), из них 14 (17%) юношей, 68 (83%) девушек. Исследование проводили в весенний период на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории Северного государственного медицинского университета (г. Архангельск). Объем исследова-

ния включал анкетирование, клинико-лабораторное и антропометрическое обследование, которые проводили в одно время. Лица, имеющие на момент обследования острые и/или хронические заболевания, а также принимавшие препараты или добавки витамина D не были включены в исследование. Количественное определение уровня 25(OH)D (25-гидроксивитамина D) в сыворотке крови выполняли методом иммуноферментного анализа (наборы DRG Instruments GmbH, Германия). Пороговое значение чувствительности теста — 1.9 нг/мл. Нормальный уровень обеспеченности витамином D определяли при уровне 25(OH)D 30-80 нг/мл, недостаточность — при уровне в пределах 20-30 нг/мл, дефицит при 10-19 нг/мл, тяжелый дефицит – при менее 10 нг/мл, согласно критериям Международного общества эндокринологов [24].

Антропометрическое обследование включало в себя определение длины и массы тела с помощью стандартного антропометрического инструментария: ростомера и медицинских весов. Компонентный состав тела выявляли при помощи аппарата для биоимпедансометрии АВС-01 "Медасс" (Россия), позволяющего определять жировую массу, тощую безжировую массу, активную клеточную массу, массу скелетной мускулатуры, общее количество жидкости в организме, внеклеточную жидкость, основной обмен, удельный основной обмен [25]. Полученные биоимпедансометрические данные обследуемого фиксировали в компьютерной программе "АВС01-036" с автоматическим формированием итогового протокола. В данном исследовании использовали слелующие соматические показатели: ИМТ, кг/м². ЖМ, кг, скелетно-мышечную массу тела (СММ), кг, долю СММ, %, долю ЖМ, %, тощую массу тела (ТМ), %. Данные были взяты из протокола обследования.

Дефицит массы тела определяли при значении ИМТ менее $18.50~{\rm kr/m^2}$, нормальная масса тела соответствовала ИМТ в диапазоне от $18.50~{\rm дo}$ 24.99 ${\rm kr/m^2}$, избыточную массу тела выявляли при ИМТ от $25.00~{\rm дo}$ 29.99 ${\rm kr/m^2}$. В случае, если ИМТ был равен или выше $30.00~{\rm kr/m^2}$, регистрировали ожирение.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ STATA (Stata Corp., США). Анализ нормальности распределения значений исследованных признаков выполняли при помощи критерия Шапиро—Уилка. В связи с тем, что для большинства показателей не наблюдалось нормального распределения значений, для статистического анализа использовали непараметрические методы. Выравнивание выборки по исследуемым параметрам не проводили, наличие выбросов по антропометрическим показателям (ИМТ) учитывали при анализе и ин-

Таблица 1. ИМТ и компоненты состава тела в зависимости от пола, Me(Q25-Q75)

| Пол | ИМТ | ЖМ, кг | Доля ЖМ, % | ТМ, кг | Свободная ММ, кг | Доля свободной ММ, % |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| Девушки, $n = 68$ | 20.6 (19.3–22.7) | 14.9 (11.8–18.7) | 25.8 (21.8–31.0) | 41.9 (38.9–44.8) | 20.6 (18.9–24.3) | 49.5 (48.4–51.2) |
| Юноши, n = 14 | 22.9 (21.9–26.3) | 14.2 (16.5–23.2) | 18.8 (9.4–25.4) | 62.2 (54.8–63.8) | 35.8 (34.2–39.6) | 54.7 (53.2–56.2) |
| <i>p</i> , тест Манна-Уитни | 0.008 | 0.648 | 0.007 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ЖМ – жировая масса тела, ТМ – тощая масса тела, ММ – мышечная масса тела.

Таблица 2. ИМТ и компоненты состава тела у девушек в зависимости от уровня 25(OH)D, Me(Q25-Q75)

| Уровень 25(<i>OH</i>) <i>D</i> | ИМТ | ЖМ, кг | Доля ЖМ, % | ТМ, кг | Свободная ММ, кг | Доля свободной ММ, % |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------------|----------------------|
| Менее 20 нг/мл, $n = 37$ | 21.2 | 16.7 | 27.0 | 42.2 | 20.6 | 49.1 |
| | (20.1–23.3) | (12.5–21.6) | (23.4–33.6) | (39.2–44.0) | (18.6–22.5) | (48.0–51.1) |
| 20 и более нг/мл, <i>n</i> = 31 | 20.1 | 13.2 | 24.7 | 41.6 | 20.6 | 49.7 |
| | (18.9–22.0)* | (10.7–17.1)* | (20.5–29.0)* | (38.9–45.4) | (19.4–22.8) | (49.1–51.2) |

Примечание: * $-p \le 0.05$ в сравнении с группой с уровнем 25(OH)D менее 20 нг/мл. Остальные обозначения см. табл. 1.

терпретации данных. Количественные данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й процентили). При множественном сравнении независимых групп использовали тест Крускала—Уоллиса (для парных сравнений – критерий Манна-Уитни). Корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (rs). Для поиска факторов, влияющих на уровень 25(ОН)Д, применяли логистический регрессионный анализ (скорректированный и нескорректированный). В качестве зависимой переменной была представлена переменная "уровень витамина D 20 нг/мл", где уровень витамина D менее 20 нг/мл -1, уровень витамина Dболее 20 нг/мл - 2. Данные представлены в виде отношения шансов (ОШ). Критический уровень статистической значимости составил $p \le 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Медиана концентрации 25(OH)D составила 21.5 (14.8; 28.6) нг/мл, половых различий в уровне 25(OH)D не выявлено. Распределение обследованных по уровню обеспеченности витамином D было следующим: нормальные показатели (25-OH витамин D более 30 нг/мл) — у 20 (24.4%), умеренный дефицит (концентрация 25-OH витамина D в плазме крови — 20-30 нг/мл) у 25 (30.5%), дефицит (25-OH витамин D-10-19 нг/мл) у 27 (33.1%) и тяжелый дефицит (25-OH витамин D < < 10 нг/мл) — у 10 (12.2%), соответственно.

Получены следующие значения ИМТ и компонентов состава тела: ИМТ 21.0 (19.6; 22.9) $\kappa \Gamma/M^2$;

ЖМ 14.9 (10.8; 18.7) кг; доля ЖМ 25.0 (20.4; 30.8)%; ТМ 42.6 (39.3; 47.2); мышечная масса тела (ММ) 21.4 (19.5; 24.3) кг; доля ММ 50.1 (48.7; 51.8)%.

Доля лиц с ИМТ ниже $18.5 \, \mathrm{kr/m^2}$ составила 11% (9 чел.), с ИМТ 18.6-24.99-77% (63 чел.), с ИМТ 25-30-8.5% (7 чел.), с ИМТ более 30-3.5% (3 чел.).

При анализе были выявлены значимые различия параметров ИМТ, доли ЖМ, ТМ, свободной ММ, доли свободной ММ в зависимости от пола (табл. 1). Учитывая выявленные половые различия ИМТ и компонентов состава тела, данные юношей и девушек в зависимости от уровня 25(OH)D были проанализированы отдельно.

Несмотря на то, что показатель ИМТ у юношей был выше, чем у девушек, доля ЖМ у девушек была значимо выше. Показатели ТМ, свободной ММ, доли свободной ММ у юношей значимо превышали таковые у девушек.

Медианные значения соматических показателей у юношей при уровне 25(OH)D менее 20 нг/мл и более 20 нг/мл значимо не различались. У девушек были выявлены значимо более высокие показатели ИМТ, ЖМ и доли ЖМ в группе с уровнем 25(OH)D менее 20 нг/мл (табл. 2). Различия медианных значений соматических показателей в группах с границей уровня 25(OH)D 30 нг/мл как у юношей, так и у девушек, не выявлены.

В группе девушек выявлены значимые слабые отрицательные связи плазменного 25(OH)D с по-казателями доли ЖМ (R=-0.208, p=0.045) и положительные с показателями ТМ (R=+0.248, p=0.048)

Своболная Доля свободной ИМТ Пол ЖМ, кг Доля ЖМ, % ТМ, кг ММ, кг MM, % Девушки, 20.7 (19.2–22.7) 14.9 (11.8–18.7) 25.8 (21.8–31.0) 41.9 (38.9–44.8) 20.6 (18.9–22.7) 49.5 (48.4–51.2) n = 68Юноши. 18.8 (9.4–25.4) |62.2 (54.8–63.9) |34.2 (30.2–35.8) | 54.7 (53.2–56.2) 22.9 (21.9–26.3) 14.2 (6.5–23.2) n = 11p, тест 0.0001 0.108 0.049 0.0001 0.0001 0.0001 Манна-Уитни

Таблица 3. ИМТ и компоненты состава тела в группе без ожирения в зависимости от пола, Me(Q25-Q75)

Примечание: обозначения см. табл. 1.

Таблица 4. Влияние ИМТ на уровень 25(*OH*)*D* у лиц юношеского возраста

| Независимая переменная | Нескорректированный логистический регрессионный анализ | | Скорректированный логистический регрессионный анализ | | |
|---------------------------|--|-------|--|-------|--|
| Пол | ОШ | p | ОШ | p | |
| женский | 1.00 | | 1.00 | | |
| мужской | 1.79 | 0.325 | 1.55 | 0.479 | |
| имт: | | | | | |
| 16-18.5 | 8.00 | 0.050 | 7.47 | 0.059 | |
| 18.5-24.99 | 5.69 | 0.036 | 5.42 | 0.043 | |
| 25 и более | 1.00 | | 1.00 | | |

 Π римечание: ОШ — отношение шансов, $p_{\text{тренд}} = 0.055$.

=0.021), свободной массы тела (R=+0.286, p=0.009) и доли свободной массы тела (R=+0.281, p=0.01). В группе юношей значимых корреляционных связей уровня 25(OH)D с показателями компонентов состава тела не выявлено.

На следующем этапе анализа было проведено исключение из группы лиц с ожирением (ИМТ 30 и более) — 3 чел. (юноши). Концентрация 25(OH)D в группах, как юношей, так и девушек без ожирения не различалась.

Медианные значения ИМТ и компонентов состава тела были следующими: ИМТ 20.9 (19.5; 22.8) кг/м²; ЖМ 14.4 (10.7; 18.5) кг; доля ЖМ 24.7 (20.3; 30.3)%; ТМ 42.4 (39.3; 46.9); ММ 21.3 (19.4; 23.9) кг; доля ММ 50.0 (45.7; 51.8)%.

Анализ данных в зависимости от пола (табл. 3) выявил статистически значимые различия медианных значений следующих параметров: ЖМ, доля ЖМ, ТМ, ММ, доля ММ, половых различий по показателю ИМТ не выявлено. Эти показате-

ли были значимо выше у юношей, за исключением доли ЖМ, которая была выше у девушек.

Различия медианных значений соматических показателей при отсутствии ожирения в группах с границей уровня 25(OH)D 30 нг/мл не выявлены.

У молодых лиц без ожирения показатель ИМТ был значимо выше в группе с уровнем 25(OH)D менее 20 нг/мл, по сравнению с группой с уровнем 25(OH)D менее 20 нг/мл – 20.3 (18.9; 22.3) и 21.8 (20.1; 23.2) соответственно (p = 0.042).

У девушек без ожирения в группе с уровнем 25(OH)D менее 20 нг/мл, по сравнению с группой с уровнем более 20 нг/мл, были выявлены значимо более высокие показатели ИМТ-20.1 (18.9; 22.0) и 21.2 (20.1; 23.3) соответственно, p=0.045, ЖМ -16.7 (12.5; 21.6 и 13.2 (10.7; 17.1) соответственно, p=0.044, доли ЖМ -27.8 (23.4; 33.6) и 24.7 (20.5; 29.0), p=0.028. У юношей, не имеющих ожирения, медианные значения компонентов состава тела как при пограничном уровне 25(OH)D 20 нг/мл, так и 30 нг/мл значимо не различались.

Результаты логистического регрессионного анализа (табл. 4) выявили, что ИМТ является значимым фактором, влияющим на уровень 25(OH)D, в частности, наличие ИМТ в рамках нормальных значений (18—24.99) в 5.4 раза увеличивало вероятность иметь концентрацию 25(OH)D выше 20 нг/мл.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

У всех обследованных с дефицитом и тяжелым дефицитом витамина D показатели ИМТ, ЖМ и доли ЖМ были выше, чем у тех, кто имел уровень 25(OH)D выше 20 нг/мл. Полученные результаты соотносятся с данными ранее проведенных исследований (в том числе у детей и подростков) [25—29] и подтверждают наличие отрицательной ассоциации ИМТ и объема жировой ткани с уровнем 25(OH)D в сыворотке крови и важность влияния массы тела на колебания сывороточного уровня 25(OH)D.

Несмотря на четкие половые различия состава тела, полученные по результатам биоимпедансометрии, нами не были выявлены различия в уровнях 25(OH)D между группами юношей и девушек, дефицит витамина D был широко распространен у молодых лиц независимо от пола. Отсутствие половых различий в обеспеченности витамином D отмечено и другими авторами [30]. Данный результат может быть связан с небольшой выборкой. В ряде ранее проведенных исследований [31] были выявлены половые различия в статусе витамина D, однако по данным нашего исследования, по результатам логистического регрессионного анализа с корректировкой на пол, влияние ИМТ на обеспеченность витамином D сохранялось.

Важным является то, что различия в значениях ИМТ при разных уровнях 25(OH)D сохранились при анализе данных после исключения лиц с ожирением, ИМТ был значимо выше в группе с уровнем 25(OH)D ниже 20 нг/мл. Полученные данные демонстрируют возможность тканевого перераспределения витамина D у лиц юношеского возраста без ожирения.

Таким образом, результаты указывают на влияние ИМТ и компонентов состава тела на уровни 25(OH)D, что требуется учитывать при анализе результатов оценки обеспеченности в популяции и применения адекватных схем лечения дефицита витамина D.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У большинства обследованных лиц юношеского возраста отмечен дефицит и умеренный дефицит витамина D, половые различия в обеспеченности витамином D не обнаружены. Выявлена обратная ассоциация ИМТ, жировой массы тела и концентрации 25(OH)D. По данным логистиче-

ского регрессионного анализа, показано влияние ИМТ на концентрацию 25(OH)D.

Полученные результаты указывают на возможность тканевого перераспределения витамина D.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (Архангельск), протокол № 04/01-16 от 03.02.2016.

Информированное согласие. Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Финансирование работы. Исследование проведено при финансовой поддержке Северного государственного медицинского университета (Архангельск).

Благодарности. Авторы статьи выражают благодарность сотрудникам Центральной научно-исследовательской лаборатории Северного государственного медицинского университета (Архангельск).

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Huang T., Afzal S., Yu C. et al. Vitamin D and cause-specific vascular disease and mortality: a Mendelian randomisation study involving 99.012 Chinese and 106.911 European adults // BMC Med. 2019. V. 17. № 1. P. 160.
- 2. *Громова О.А., Торшин И.Ю., Гилельс А.В. и др.* Метаболиты витамина D: роль в диагностике и терапии витамин-D-зависимых патологий // Фармакокинетика и фармакодинамика. 2016. № 4. С. 9.
- 3. *Dawson-Hughes B.*, *Heaney R.P.*, *Holick M.F. et al.* Estimates of optimal vitamin D status // Osteoporos Int. 2005. V. 16. № 7. P. 713.
- Holick M.F. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention // Rev. Endocr. Metab. Disord. 2017. V. 18. № 2. P. 153.
- Abbas M.A. Physiological functions of Vitamin D in adipose tissue // J. Steroid Biochem. Mol. Biol. 2017.
 V. 165(Pt. B). P. 369.
- 6. *Cheng S., Massaro J.M., Fox C.S. et al.* Adiposity, cardiometabolic risk, and vitamin D status: the Framingham Heart Study // Diabetes. 2010. V. 59. № 1. P. 242.
- 7. Carrelli A., Bucovsky M., Horst R. et al. Vitamin D Storage in Adipose Tissue of Obese and Normal Weight Women // J. Bone Miner Res. 2017. V. 32. № 2. P. 237.

- 8. Barja-Fernández S., Aguilera C.M., Martínez-Silva I. et al. 25-Hydroxyvitamin D levels of children are inversely related to adiposity assessed by body mass index // J. Physiol. Biochem. 2018. V. 74. № 1. P. 111.
- 9. Chiang J.M., Stanczyk F.Z., Kanaya A.M. Vitamin D Levels, Body Composition, and Metabolic Factors in Asian Indians: Results from the Metabolic Syndrome and Atherosclerosis in South Asians Living in America Pilot Study // Ann. Nutr. Metab. 2018. V. 72. № 3. P. 223.
- 10. *Kim D., Kim J.* Association between serum 25-hydroxyvitamin D levels and adiposity measurements in the general Korean population // Nutr. Res. Pract. 2016. V. 10. № 2. P. 206.
- 11. *Yao Y., Zhu L., He L. et al.* A meta-analysis of the relationship between vitamin D deficiency and obesity // Int. J. Clin Exp. Med. 2015. V. 8. № 9. P. 14977.
- 12. *Wortsman J., Matsuoka L.Y., Chen T.C. et al.* Decreased bioavailability of vitamin D in obesity // Am. J. Clin Nutr. 2000. V. 72. № 3. P. 690.
- 13. *Drincic A.T., Armas L.A., Van Diest E.E., Heaney R.P.* Volumetric dilution, rather than sequestration best explains the low vitamin D status of obesity // Obesity (Silver Spring). 2012. V. 20. № 7. P. 1444.
- 14. *Blum M.*, *Dolnikowski G.*, *Seyoum E. et al.* Vitamin D(3) in fat tissue // Endocrine. 2008. V. 33. № 1. P. 90.
- 15. Pannu P.K., Zhao Y., Soares MJ. Reductions in body weight and percent fat mass increase the vitamin D status of. obese subjects: a systematic review and metaregression analysis // Nutr. Res. 2016. V. 36. № 3. P. 201.
- 16. *Stumpf W.E.* Vitamin D and the digestive system // Eur. J. Drug Metab. Pharmacokinet. 2008. V. 33. № 2. P. 85.
- 17. Abboud M., Gordon-Thomson C., Hoy A.J. et al. Uptake of 25-hydroxyvitamin D by muscle and fat cells // J. Steroid Biochem. Mol. Biol. 2014. V. 144. Pt. A. P. 232.
- 18. Rayalam S., Della-Fera M.A., Ambati S. et al. Enhanced effects of 1,25(OH)(2)D(3) plus genistein on adipogenesis and apoptosis in 3T3-L1 adipocytes // Obesity (Silver Spring). 2008. V. 16. № 3. P.539.
- 19. *Kong J., Li Y.C.* Molecular mechanism of 1,25-dihydroxyvitamin D3 inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells // Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 2006. V. 290. № 5. P. E916.
- 20. Foss Y.J. Vitamin D deficiency is the cause of common obesity // Med. Hypotheses. 2009. V. 72. № 3. P. 314.

- 21. *Mai X.M., Chen Y., Camargo C.A., Jr., Langhammer A.* Cross-sectional and prospective cohort study of serum 25-hydroxyvitamin D level and obesity in adults: the HUNT study // Am. J. Epidemiol. 2012. V. 175. № 10. P. 1029.
- 22. *McCarty M.F., Thomas C.A.* PTH excess may promote weight gain by impeding catecholamine-induced lipolysis-implications for the impact of calcium, vitamin D, and alcohol on body weight // Med. Hypotheses. 2003. V. 61. № 5–6. P. 535.
- 23. *Li J., Byrne M.E., Chang E. et al.* 1alpha,25-Dihydroxyvitamin D hydroxylase in adipocytes // J. Steroid Biochem. Mol. Biol. 2008. V. 112. № 1–3. P. 122.
- 24. *Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A. et al.* Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline // J. Clin. Endocrinol. Metab. 2011. V. 96. № 7. P. 1911.
- 25. *Николаев Д.В., Руднев С.Г.* Биоимпедансный анализ: основы метода, протокол обследования и интерпретация результатов // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. № 2. С. 29.
- 26. Arunabh S., Pollack S., Yeh J., Aloia J.F. Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in healthy women // J. Clin. Endocrinol. Metab. 2003. V. 88. № 1. P. 157.
- 27. *Valtueña J., González-Gross M., Huybrechts I. et al.* Factors associated with vitamin D deficiency in European adolescents: the HELENA study // J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo). 2013. V. 59. № 3. P. 161.
- 28. *Tabesh M., Callegari E.T., Gorelik A. et al.* Associations between 25-hydroxyvitamin D levels, body composition and metabolic profiles in young women // Eur. J. Clin. Nutr. 2018. V. 72. № 8. P. 1093.
- 29. Barja-Fernández S., Aguilera C.M., Martínez-Silva I. et al. 25-Hydroxyvitamin D levels of children are inversely related to adiposity assessed by body mass index // J. Physiol. Biochem. 2018. V. 74. № 1. P. 111.
- 30. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Негашева М.А., Рыжаенков В.Г. Половые различия взаимосвязей уровня 25-гидроксивитамина D и липидов крови у здоровых молодых людей // Физиология человека. 2016. Т. 42. № 3. С. 125. Когlov А.І., Vershubsky G.G., Negasheva M.A., Ryzhaenkov V.G. Sex-related differences in the interrelations between the level of 25-hydroxyvitamin D and blood lipids in the healthy young subjects // Human

Physiology. 2016. V. 42. № 3. P. 339.

Associations between 25-Hydroxyvitamin D Levels and Body Composition in Young Adults

G. N. Kostrova^a, *, S. I. Malyavskaya^a, A. V. Lebedev^a

^aNorthern State Medical University, Arkhangelsk, Russia *E-mail: kostrovagn@yandex.ru

Vitamin D deficiency is associated with wide range of pathologies. Some evidences have shown that low vitamin D circulating levels are related to fat mass and obesity. The aim of this study was to assess the relationship between serum 25 (OH)D and body mass index, body composition in young adults. The study included 82 young people (age from 18 to 20 years). The concentration of 25-OH vitamin D in blood plasma and BMI were studied. The Body composition parameters were evaluated by bioimpedansometry. In 75.6% of the ex-

amined individuals, vitamin D deficiency of varying severity was revealed. The median BMI was 21.0 (19.6; 22.9) kg/m²; body fat mass 14.9 (10.8; 18.7) kg. All subjects with a deficiency and severe deficiency of vitamin D had higher BMI, body fat mass and the proportion of body fat mass than those who had a 25 (OH)D level above 20 ng/mL. We found a negative association of BMI and adipose tissue volume with 25 (OH)D level. According to logistic regression analysis, the effect of BMI on vitamin D availability was shown.

Keywords: vitamin D, 25 (OH)D, body mass index, body fat mass, bioimpedansometry.