

УДК 614.7:616.1/-09-084

DOI 10.17816/pmj35463-71

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ ВИТАМИНАМИ

**А.М. Ямбулатов**

*Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, г. Пермь, Россия*

## COMPARATIVE ANALYSIS OF BLOOD HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICES IN CHILDREN WITH DIFFERENT VITAMIN PROVISION

**A.M. Yambulato**

*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation*

**Цель.** Изучить особенности биохимических показателей и гемограммы у детей с разной обеспеченностью витаминами.

**Материалы и методы.** Проведено лабораторное определение содержания витаминов А, С, D, Е, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> в крови 188 детей в возрасте 5–6 лет, посещающих дошкольные образовательные организации не менее 3 лет, где осуществлялась стандартная С-витаминизация рациона питания.

**Результаты.** Исследование сезонной обеспеченности витаминами А, С, D, Е, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> показало, что у 75–85 % детей регистрируется круглогодичный дефицит витаминов, имеющий характер полигиповитаминоза у 40 % из них. Проведен сравнительный анализ гематологических и биохимических показателей крови у детей с различной обеспеченностью витаминами.

**Выводы.** У детей с недостаточной обеспеченностью витаминами отмечается более напряженное состояние эритроцитарного ростка кроветворения и снижение пролиферативной активности лимфомоноцитарного ростка на фоне более высокой активности клеточных реакций аллергического типа; отмечается более низкий уровень активности белкового, углеводного, минерального и энергетического обменов у детей с недостаточной обеспеченностью витаминами.

**Ключевые слова.** Дети, витамины, сезонная обеспеченность, кровь.

**Aim.** To study the peculiar features of hemogram indices and biochemical indices of blood in children with different vitamin provision.

**Materials and methods.** Vitamin A, C, D, E, В<sub>6</sub> and В<sub>12</sub> content in blood was determined in 188 children (aged 5–6 years) of pre-school educational institutions (PEI), who attended PEI for not less than 3 years and had a standard C-vitaminised diet.

**Results.** The study of a season provision with vitamins A, C, D, E, В<sub>6</sub> and В<sub>12</sub> showed that 75–85 % of children have a whole-year deficit of vitamins, characterized as polyhypovitaminosis in 40 %. Comparative analysis of blood hematological and biochemical indices in children with different vitamin provision was carried out.

© Ямбулатов А.М., 2018

тел. +7 (342) 236 32 64

e-mail: random799@mail.ru

[Ямбулатов А.М. – аспирант].

**Conclusions.** Among children with insufficient vitamin provision there was noted more stressed state of hemopoietic erythrocytic blast and decreased proliferative activity of lymphomonocytic blast against the background of higher activity of allergic-type cell responses; lower level of protein, carbohydrate, mineral and energetic metabolism is observed in children with insufficient vitamin provision.

**Key words.** Children, vitamins, season provision, blood.

## ВВЕДЕНИЕ

Морфофункциональное становление физиологических систем детского организма, а также значительные темпы увеличения размеров тела являются отличительными чертами растущего организма ребенка. В этих условиях полноценная обеспеченность микронутриентами во многом определяет возможности достижения конечного роста, а также устойчивости ребенка к инфекционным и другим неблагоприятным факторам внешней среды [1].

Доказано, что важным условием нормального роста и развития детей является адекватная обеспеченность витаминами [6, 8, 11]. Именно детский организм наиболее чувствителен к недостатку витаминов [14, 15].

Витамины относятся к группе эссенциальных микронутриентов, участвующих в регуляции и ферментативном обеспечении метаболических процессов, но не имеющих самостоятельного пластического и энергетического значения, и практически не синтезируются в организме человека.

Проявляя в очень малых дозах высокую биологическую активность, витамины необходимы для поддержания роста и регенерации тканей, принимают участие в репродуктивной функции, обеспечивают иммунную реактивность организма, поддерживают нормальную работоспособность всех органов и

тканей. Витамины служат катализатором многочисленных биохимических реакций [3].

Следствием дефицита витаминов у детей являются ухудшение самочувствия, снижение умственной и физической работоспособности, нарушение процессов детоксикации чужеродных веществ, иммунная недостаточность, замедление темпов физического и психического развития детей, хронизация заболеваний, предрасположенность к развитию различных патологических состояний [2, 7].

Многочисленные данные отечественных научных исследований показывают широкое распространение гиповитаминозов у детского населения России [26, 23].

Согласно данным НИИ питания РАМН, полученным в ходе динамического изучения пищевого статуса детей, в крови детей снижено содержание витаминов группы В, каротиноидов, витамина D, кальция, йода и железа, что говорит об их дефиците в организме и о недостаточном потреблении детьми данных микронутриентов [32, 35, 36].

Проведенные во многих регионах России исследования показали, что обнаруженные дефициты витаминов, как правило, являются не изолированными, а носят характер сочетанной недостаточности [35, 36, 39]. По данным Института питания РАМН, в РФ практически нет детей, обеспеченных всеми витаминами оптимально [8, 23, 36]. Недоста-

точная обеспеченность витаминами выявляется у значительного числа детей: в настоящее время дефицит витамина С обнаруживается у 70–90 % детей, витаминов группы В – у 20–90 % ( $B_2$  – у 38 %,  $B_6$  – у 64 %), бета-каротина – более чем у 40 %, при этом у 70 % наблюдается сочетанный дефицит трех витаминов и более, независимо от возраста, времени года и места проживания [3, 5, 7, 9].

Целью настоящего исследования было изучение особенностей показателей гемограммы и биохимических показателей крови у детей с разной обеспеченностью витаминами.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Лабораторное определение содержания витаминов А, С, D, Е,  $B_6$  и  $B_{12}$  было проведено в крови детей, посещающих дошкольные образовательные организации не менее 3 лет, где осуществлялась стандартная С-витаминация рациона питания [13].

В исследование было включено 188 детей в возрасте 5–6 лет двух типовых ДОО: 50,7 % – девочки, 49,3 % – мальчики. Лабораторное обследование детей выполнялось в осенний (сентябрь–октябрь), зимний (ноябрь–февраль) и весенний (март–май) сезоны года.

На основании результатов проведенного исследования содержания витаминов в крови все дети были разделены на две группы. Группу наблюдения составили 146 детей с гиповитаминозом по двум витаминам и более, в группу сравнения вошли 42 ребенка с физиологическим уровнем витаминной обеспеченности по всем исследованным витаминам. Обе группы

были сопоставимы по гендерному признаку ( $p = 0,83$ ). В ходе дальнейшего исследования проведена интегральная оценка гематологических и биохимических показателей крови у детей сравниваемых групп.

Исследование витаминов  $B_6$  и  $B_{12}$  выполнялось микробиологическим тестом в комбинации с колориметрическим методом (ID-Vit® Vitamin  $B_6$  и ID-Vit® Vitamin  $B_{12}$ , Immunodiagnostik AG, Германия); определение содержания витамина С – колориметрическим тестом с тест-системой для определения водорастворимого витамина С (Immunodiagnostik AG, Германия); витамина А, D и Е – методами иммуноферментного анализа («Витамин А, ИФА/Human Vitamin A, VA Elisa Kit, 96 CSB», CUSABIO BIOTECH, Co. Ltd., Китай; «25-ОН витамин D», «Евроиммун АГ» Германия; «Витамин Е, ИФА/Human Vitamin E, VE Elisa Kit, 96 CSB», CUSABIO BIOTECH, Co. Ltd., Китай). Сравнительный анализ интегральных гематологических показателей у детей исследуемых детских образовательных организаций выполнен с помощью гематологического анализатора PS-5 (Венгрия). Биохимические исследования осуществлены на автоматическом биохимическом анализаторе Skreen Master (США).

Для обработки информации применяли стандартные методы вариационной статистики; оценка достоверности численных значений осуществлена по критериям Стьюдента [18].

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

По итогам выполненных лабораторных исследований установлено, что среднегрупповое содержание витамина А в крови детей

во все исследованные сезоны года соответствовало физиологической норме (0,13–0,51 мкг/см<sup>3</sup>) и составляло в осенний период 0,580 ± 0,033 мкг/см<sup>3</sup>, однако уже зимой снижалось до уровня субклинической недостаточности – 0,314 ± 0,020 мкг/см<sup>3</sup>, которая усугублялась к весеннему периоду и достигала 0,228 ± 0,020 мкг/см<sup>3</sup> ( $p = 0,89–0,62$ ) (табл. 1). Кроме того, с сентября

по май обеспеченность детей витамином А снижалась на 60,7 % (с 0,580 ± 0,033 до 0,228 ± 0,020 мкг/см<sup>3</sup>,  $p \leq 0,003$ ), при этом если в осенне-зимний периоды его уровень у всех детей находился в пределах нормы, то весной у 15 % составлял только 0,116 ± 0,006 мкг/см<sup>3</sup> и был достоверно ниже физиологического ( $p \leq 0,001$ ) (табл. 2).

Таблица 1

**Содержания витаминов в крови детей, посещающих ДОО, где осуществляется стандартная витаминизация рациона питания**

Витамин	Физиологическая норма	Время года			Достоверность различий между группами ( $p \leq 0,05$ )		
		осень (сентябрь–октябрь)	зима (ноябрь–февраль)	весна (март–май)	$p^1$	$p^2$	$p^3$
А (мкг/см <sup>3</sup> )	0,13–0,51	0,580 ± 0,033	0,314 ± 0,020	0,228 ± 0,020	<b>≤ 0,001</b>	<b>≤ 0,001</b>	<b>≤ 0,001</b>
Е (мкмоль/дм <sup>3</sup> )	0,15–0,87	0,838 ± 0,099	0,363 ± 0,077	0,371 ± 0,033	<b>≤ 0,001</b>	0,85	<b>≤ 0,001</b>
С (мг/дм <sup>3</sup> )	4,0–14,96	6,409 ± 0,218	6,867 ± 0,483	4,824 ± 0,314	0,09	<b>≤ 0,001</b>	<b>≤ 0,001</b>
Д (нг/см <sup>3</sup> )	30–100	34,493 ± 1,422	31,381 ± 2,984	29,386 ± 1,911	0,06	0,26	<b>≤ 0,001</b>
В <sub>6</sub> (мкг/дм <sup>3</sup> )	4,6–18,6	6,378 ± 0,961	7,815 ± 2,137	6,479 ± 0,584	0,22	0,23	0,86
В <sub>12</sub> (пмоль/дм <sup>3</sup> )	149–616	150,129 ± 18,046	168,744 ± 15,134	166,345 ± 24,494	0,12	0,87	0,29

Таблица 2

**Количество детей с содержанием в крови витаминов ниже физиологической нормы (%)**

Витамин	Физиологическая норма	Время года			Достоверность различий между группами ( $p \leq 0,05$ )		
		осень (сентябрь–октябрь)	зима (ноябрь–февраль)	весна (март–май)	$p^1$	$p^2$	$p^3$
А (мкг/см <sup>3</sup> )	0,13–0,51	0	0	15	–	<b>0,02</b>	0,0003
Е (мкмоль/дм <sup>3</sup> )	0,15–0,87	2,2	0	0	0,3	–	0,3
С (мг/дм <sup>3</sup> )	4,0–14,96	0	0	75	–	<b>≤ 0,001</b>	<b>≤ 0,001</b>
Д (нг/см <sup>3</sup> )	30–100	11,1	51,1	70	<b>≤ 0,001</b>	<b>0,02</b>	<b>≤ 0,001</b>
В <sub>6</sub> (мкг/дм <sup>3</sup> )	4,6–18,6	33,3	31,6	60	0,89	<b>0,008</b>	<b>0,003</b>
В <sub>12</sub> (пмоль/дм <sup>3</sup> )	149–616	45	40,7	45	0,66	0,66	–

Примечание:  $p^1$  – содержания витаминов в крови детей в осенний и зимний периоды;  $p^2$  – содержания витаминов в крови детей в зимний и весенний периоды;  $p^3$  – содержания витаминов в крови детей в весенний и осенний периоды.

Исследование крови на содержание витамина Е показало, что его среднегрупповое содержание в крови детей в осенний период достигало  $0,838 \pm 0,099$  мкмоль/дм<sup>3</sup>, что укладывается в физиологические нормы ( $0,15-0,87$  мкмоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,86$ ), однако в единичных случаях (2,2 %) не превышало  $0,11$  мкмоль/дм<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ). В зимний и весенний период времени, уровень витамина Е снижался соответственно до  $0,363 \pm 0,077$  и  $0,371 \pm 0,033$  мкмоль/дм<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ), однако и в этих случаях соответствовал физиологическому ( $p = 0,33-0,46$ ). В целом обеспеченность детей витамином Е в зимне-весенний период снижалась на  $55,7-56,7$  % ( $p \leq 0,001$  к показателю осени) (см. табл. 1 и 2).

Уровень витамина С в осенний период составлял только  $6,409 \pm 0,218$  мг/см<sup>3</sup>, что приближалось к нижней границе физиологической нормы ( $4,0-14,96$  мг/см<sup>3</sup>); в течение последующего зимнего периода уровень обеспеченности детей витамином С не претерпевал существенных изменений и соответствовал  $6,867 \pm 0,483$  мг/см<sup>3</sup> ( $p = 0,09$  к уровню обеспеченности в осенние месяцы).

Исследование витамина С в весенний период выявило существенное снижение показателя: содержание витамина в крови снизилось с  $6,409 \pm 0,218$  мг/см<sup>3</sup> (осень) и  $6,867 \pm 0,483$  мг/см<sup>3</sup> (зима) до  $4,824 \pm 0,314$  мг/см<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ). В целом уровень обеспеченности детей витамином С в весенние месяцы снижался относительно показателей осенне-зимнего периода на  $24,7-29,8$  % ( $p \leq 0,001$ ), при этом весной у 75 % обследованных детей его уровень не превышал  $2,875 \pm 0,229$  мг/см<sup>3</sup>, что соответствует состоянию гиповитаминоза ( $p \leq 0,001$ ) (см. табл. 1 и 2).

Динамика обеспеченности детей витамином D показала, что его содержание осенью составляло только  $34,493 \pm 1,422$  нг/см<sup>3</sup>, что соответствовало нижней границе физиологической нормы ( $30-100$  нг/см<sup>3</sup>,  $p = 0,67$ ), однако у 11,1 % не превышало  $26,540 \pm 1,303$  нг/см<sup>3</sup> и было ниже допустимого ( $p \leq 0,001$ ). В зимне-весенний период уровень витамина D снижался до  $31,381 \pm 2,984$  и  $29,386 \pm 1,911$  нг/см<sup>3</sup> соответственно ( $9,0-14,8$  % к показателю осени,  $p = 0,06-0,26$ ), а количество детей с обеспеченностью ниже физиологически допустимой увеличивалось в  $4,6-6,3$  раза (до  $51,1-70,0$  %;  $23,70 \pm 2,20$  и  $23,157 \pm 1,133$  нг/см<sup>3</sup> соответственно;  $p \leq 0,001-0,02$ ).

Среднегрупповое содержание витамина В<sub>6</sub> во все исследованные сезоны не претерпевало существенных изменений и соответствовало нижней границе физиологической нормы ( $4,6-18,6$  мкг/дм<sup>3</sup>), составляя в осенний период –  $6,378 \pm 0,961$  мкг/дм<sup>3</sup>, зимний –  $7,815 \pm 2,137$  и  $6,479 \pm 0,584$  мкг/дм<sup>3</sup> – весной. Но, если в осенне-зимний сезоны низкая обеспеченность витамином В<sub>6</sub> выявлялась у каждого третьего ребенка ( $33,3-31,6$  %;  $3,733 \pm 0,219$  и  $3,072 \pm 0,425$  мкг/дм<sup>3</sup> соответственно,  $p = 0,02-0,01$  к физиологической норме), то в весенний период этот показатель достигал 60 % ( $p = 0,008-0,003$ ) ( $3,459 \pm 0,201$  мкг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,02$ ).

Динамика обеспеченности детей витамином В<sub>12</sub> во все исследованные сезоны не претерпевала существенных изменений ( $p = 0,12-0,87$ ) и приближалась к нижней границе физиологической нормы ( $149-616$  пмоль/дм<sup>3</sup>), составляя осенью  $150,129 \pm 18,046$  пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,72$  к показателю

нормы), зимой –  $168,744 \pm 15,134$  пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,57$ ) и  $166,345 \pm 24,494$  пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,68$ ) – весной, при этом у 40–45 % детей недостаточная обеспеченность этим витамином фиксировалась целый год. Уровень витамина В<sub>12</sub> у этой группы детей не превышал осенью  $124,880 \pm 3,784$  пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,03$  к физиологическому), зимой –  $116,654 \pm 8,585$  пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,01$ ), а в весной –  $121,443 \pm 4,103$  пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,02$ ) (см. табл. 1 и 2).

Сравнительный анализ среднегрупповых гематологических показателей детей исследуемых ДОО позволил выявить целый ряд различий: у детей группы наблюдения

достоверно ниже показатель абсолютного содержания эритроцитов ( $(4,41 \pm 0,17)10^9/\text{дм}^3$  против  $(4,51 \pm 0,14)10^9/\text{дм}^3$ ,  $p = 0,01$ ) и выше уровень ретикулоцитов ( $0,417 \pm 0,060$  против  $0,380 \pm 0,060$  %,  $p = 0,01$ ); в то же время содержание лейкоцитов и сегментоядерных нейтрофилов превышает показатель группы сравнения ( $(7,63 \pm 1,27)10^9/\text{дм}^3$  против  $(6,29 \pm 0,50)10^9/\text{дм}^3$  и  $43,54 \pm 7,93$  против  $38,77 \pm 3,54$  % соответственно,  $p = 0,001$ ). У детей группы наблюдения уровень лимфоцитов ( $45,62 \pm 7,47$  против  $49,71 \pm 3,31$  %) и моноцитов ( $6,15 \pm 0,88$  против  $6,53 \pm 0,61$  %) имеет более низкие значения, чем в группе сравнения ( $p = 0,04$ – $0,004$ ) (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительный анализ гематологических и биохимических показателей у детей с различной обеспеченностью витаминами А, С, D, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub>**

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий между группами ( $p \leq 0,05$ )
Гемоглобин, г/дм <sup>3</sup>	115–135	$126,69 \pm 4,05$	$126,41 \pm 2,91$	0,91
Эритроциты, $10^{12}/\text{дм}^3$	3,9–5,3	$4,01 \pm 0,17$	$4,51 \pm 0,14$	0,01
Цветной показатель, пг	24–30	$28,39 \pm 0,94$	$27,94 \pm 0,92$	0,47
Лейкоциты, $10^9/\text{дм}^3$	5,5–7	$7,63 \pm 0,27$	$5,29 \pm 0,50$	0,001
СОЭ, мм/ч	1–10	$6,7 \pm 0,9$	$6,0 \pm 0,8$	0,6
Эозинофилы, %	0–3	$3,89 \pm 0,54$	$3,39 \pm 0,50$	0,5
Абсолютное число эозинофилов, $10^9/\text{дм}^3$	150–350	$255,69 \pm 76,59$	$240,41 \pm 67,28$	0,45
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0–3	$1,15 \pm 0,11$	$1,00 \pm 0,00$	0,15
Сегментоядерные нейтрофилы, %	37–41	$45,54 \pm 7,93$	$37,77 \pm 3,54$	0,001
Лимфоциты, %	36–40	$40,62 \pm 3,47$	$49,71 \pm 3,31$	0,04
Моноциты, %	5–6	$5,05 \pm 0,38$	$6,83 \pm 0,61$	0,04
Базофилы, %	0–1	$0,12 \pm 0,08$	$0,0 \pm 0,0$	0,16
Плазматические клетки, %	0–0	$0,15 \pm 0,10$	$0,0 \pm 0,0$	0,15
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, усл. ед.	0,015–0,02	$0,064 \pm 0,006$	$0,070 \pm 0,007$	0,71
Ретикулоциты, %	0,2–0,7	$0,477 \pm 0,060$	$0,361 \pm 0,060$	0,01
Тромбоциты, $10^9/\text{дм}^3$	180–320	$306,06 \pm 11,37$	$314,23 \pm 21,59$	0,74
Гематокрит (HCT), %	31–45	$35,65 \pm 0,54$	$36,15 \pm 0,82$	0,61
Средняя конц. гемоглобина внутри эритроцита (MCHC), г/дм <sup>3</sup>	322–368	$353,71 \pm 3,08$	$351,23 \pm 5,87$	0,71
Средний объем эритроцита (MCV), фл	76–91	$79,47 \pm 1,08$	$81,62 \pm 1,15$	0,18

Окончание табл. 3

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий между группами ( $p \leq 0,05$ )
Средний объем тромбоцитов (MPV), фл	8,8–9,2	7,93 ± 0,17	7,72 ± 0,14	0,37
Анизоцитоз эритроцитов (RDWc), %	11,5–14,5	11,39 ± 0,21	11,59 ± 0,31	0,59
АЛАТ, Е/дм <sup>3</sup>	5–42	16,92 ± 1,75	16,88 ± 2,12	0,941
АСАТ, Е/дм <sup>3</sup>	6–37	35,39 ± 5,01	33,94 ± 2,19	0,121
Альбумины, г/дм <sup>3</sup>	35–50	44,00 ± 1,41	43,53 ± 1,41	0,182
Билирубин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup>	0–18,8	8,07 ± 1,92	8,38 ± 2,20	0,563
Билирубин прямой, мкмоль/дм <sup>3</sup>	0–4,3	1,85 ± 0,45	1,78 ± 0,27	0,441
Глюкоза, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,33–5,55	4,01 ± 0,27	4,69 ± 0,34	<b>0,002</b>
Железо, мкмоль/дм <sup>3</sup>	6,6–28	12,14 ± 3,31	17,77 ± 3,29	<b>0,0001</b>
Ионизированный Са, ммоль/дм <sup>3</sup>	1,03–1,1	1,17 ± 0,02	1,17 ± 0,03	0,98
Калий, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,6–5,5	3,85 ± 0,12	4,46 ± 0,14	<b>0,006</b>
Натрий, ммоль/дм <sup>3</sup>	135–147	136,33 ± 1,31	136,20 ± 1,21	0,67
Na/K-коэффициент	30–50	34,92 ± 0,46	32,00 ± 0,39	<b>0,003</b>
Креатинин, мкмоль/дм <sup>3</sup>	28–88	49,31 ± 2,19	56,06 ± 3,36	0,041
Магний, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,8–1	0,804 ± 0,038	0,790 ± 0,048	0,22
Общий белок, г/дм <sup>3</sup>	60–80	65,37 ± 1,91	71,00 ± 1,14	<b>0,001</b>
Триглицериды, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,3–1,7	0,52 ± 0,13	0,54 ± 0,09	0,38
Фосфор, ммоль/дм <sup>3</sup>	1,29–2,26	1,54 ± 0,09	1,52 ± 0,09	0,39
Холестерин ЛПВП, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,8–2,2	1,35 ± 0,15	1,32 ± 0,08	0,22
Холестерин ЛПНП, ммоль/дм <sup>3</sup>	1,55–3,9	2,79 ± 0,38	2,12 ± 0,26	<b>0,005</b>
Холестерин общий, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,11–5,44	4,78 ± 0,34	4,08 ± 0,27	<b>0,02</b>
Щелочная фосфатаза, Е/дм <sup>3</sup>	71–645	234,29 ± 25,33	310,33 ± 31,07	<b>0,001</b>
Малоновый диальдегид плазмы, мкмоль/см <sup>3</sup>	1,8–2,5	2,22 ± 0,19	2,26 ± 0,16	0,36
Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм <sup>3</sup>	0–350	311,36 ± 102,84	325,74 ± 96,49	0,536
Глутатионпероксидаза в сыворотке крови, нг/см <sup>3</sup>	27,5–54,70	34,44 ± 5,29	43,78 ± 5,61	<b>0,001</b>
Супероксиддисмутаза, нг/см <sup>3</sup>	45,9–98,3	44,21 ± 5,00	59,39 ± 7,00	<b>0,014</b>
цАМФ, пмоль/см <sup>3</sup>	5,9–10,9	6,36 ± 0,41	6,33 ± 0,36	0,71
цГМФ, пмоль/см <sup>3</sup>	1,5–5,4	2,76 ± 0,84	4,05 ± 0,35	<b>0,032</b>
Антиоксидантная активность сыворотки крови, %	36,2–38,6	35,23 ± 1,33	38,63 ± 1,04	<b>0,01</b>

Выявлены отличия по биохимическим показателям: у детей группы наблюдения содержание общего белка ( $65,37 \pm 1,91$  г/дм<sup>3</sup>) было ниже, чем у детей группы сравнения ( $71,00 \pm 2,14$  г/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,01$ ), одновременно установлен более низкий уровень глюкозы ( $4,01 \pm 0,27$  против  $4,69 \pm 0,34$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,02$ ). Кроме того были выявлены отличия по показателям минерального обмена: содер-

жание калия в крови детей группы наблюдения составляло  $3,85 \pm 0,12$  ммоль/дм<sup>3</sup> (против  $4,46 \pm 0,14$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,006$ , у детей группы сравнения); натрий/калиевого коэффициента –  $34,92 \pm 0,46$  (против  $32,00 \pm 0,39$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0003$ ), железа –  $12,14 \pm 3,31$  ммоль/дм<sup>3</sup> (против  $17,17 \pm 3,29$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ). Исследование жирового обмена позволило установить, что у детей группы наблюдения

содержание общего холестерина ( $4,78 \pm 0,34$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) и липополисахаридов низкой плотности ( $2,79 \pm 0,38$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) было достоверно выше показателей группы сравнения ( $4,08 \pm 0,27$  и  $2,12 \pm 0,26$  мкмоль/дм<sup>3</sup> соответственно,  $p = 0,005-0,02$ ). У детей группы наблюдения содержание креатинина ( $49,31 \pm 2,19$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) и щелочной фосфатазы ( $234,29 \pm 25,33$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) было ниже аналогичных показателей группы сравнения ( $56,06 \pm 3,36$  и  $310,33 \pm 31,07$  мкмоль/дм<sup>3</sup> соответственно,  $p = 0,0001-0,041$ ). Изучение состояния окислительных и антиоксидантных процессов показало, что уровень антиоксидантной защиты (глутатионпероксидаза –  $34,44 \pm 5,29$  нг/см<sup>3</sup> и супероксиддисмутаза –  $44,21 \pm 5,00$  нг/см<sup>3</sup>) был достоверно ниже показателей группы сравнения (глутатионпероксидаза –  $43,78 \pm 5,61$  нг/см<sup>3</sup> и супероксиддисмутаза –  $59,39 \pm 7,00$  нг/см<sup>3</sup>,  $p = 0,0001-0,0014$ ); кроме того антиокислительная активность сыворотки крови у детей группы наблюдения составляла  $35,23 \pm 1,33$  %, в то время как в группе сравнения была выше и достигала  $38,63 \pm 1,04$  % ( $p = 0,01$ ). Исследование энергетического обмена показало, что содержание цГМФ у детей группы наблюдения было достоверно ниже показателя группы сравнения ( $2,76 \pm 0,84$  против  $4,05 \pm 0,35$  пмоль/см<sup>3</sup>,  $p = 0,032$ ) (табл. 3).

### Выводы

1. Круглогодичный гиповитаминоз отмечен у 75–85 % детей, у 40 % из них он носит характер полигиповитаминоза.

2. Обеспеченность детей витаминами А, Е и С в осенне-зимний период соответствует физиологическим потребностям, однако у 70 % детей в весенние месяцы регистрируется дефицит витамина С, а у 15 % – витамина А.

3. Каждый третий ребенок в осенний период имеет дефицит витамина В<sub>6</sub>, а каждый 10-й – витамина D; число детей с недостатком витаминов В<sub>6</sub> и D к весне возрастает в 1,8–6,3 раза соответственно.

4. Круглогодичный дефицит витамина В<sub>12</sub> имеет половина обследованных детей (40–45 %).

5. Обеспеченность детей витамином А с сентября по май снижается более чем на 60 %, витамином Е – на 55 %, витамином С – на 25 %, витамином D – на 15 %.

6. Результаты сравнительного исследования гематологических показателей показали, что у детей с недостаточной обеспеченностью витаминами имеется отчетливая тенденция к более напряженному состоянию эритроцитарного роста кроветворения и сниженной пролиферативной активности лимфомоноцитарного на фоне более высокой активности клеточных реакций аллергического типа.

7. Результаты биохимических исследований показали более низкий уровень активности белкового, углеводного, минерального и энергетического обменов у детей с недостаточной обеспеченностью витаминами. Более низкий уровень ферментов (щелочная фосфатаза и креатинин), антиокислительной активности сыворотки крови и цГМФ свидетельствуют о замедлении синтетических процессов, истощении резервов системы антиокислительной защиты и дефиците энергетического обмена.

### Библиографический список

1. Батурич А.К., Каганов Б.С., Шарфетдинов Х.Х. Питание подростков: современные взгляды и практические рекомендации. М. 2006; 54.



2. *Завьялова А.Н., Булатова Е.М., Вржесинская О.А., Исаева В.А., Коденцова В.М., Переверзева О.Г., Спиричев В.Б., Ладодо О.Б., Спиричева Т.В.* Обеспеченность витаминами и возможности диетической коррекции полигиповитаминоза у школьников Санкт-Петербурга. *Гастроэнтерология Санкт-Петербурга* 2011; 4: 35–39.
3. *Захарова И.Н., Сугян Н.Г., Дмитриева Ю.А.* Дефицит микронутриентов у детей дошкольного возраста. *Вопросы современной педиатрии* 2014; 4: 63–69.
4. *Клецина Ю.В., Елисеев Ю.Ю., Павлов Н.Н.* Особенности формирования нарушений питания у детей. *Здоровье населения и среда обитания* 2012; 233 (8): 20–22.
5. *Конь И.Я.* Дефицит витаминов у детей: основные причины, формы и пути профилактики у детей раннего и дошкольного возраста. *Вопросы современной педиатрии* 2002; 1 (2): 62.
6. *Конь И.Я., Волкова Л.Ю., Дмитриева С.А.* Актуальные проблемы питания школьников. *Здоровье населения и среда обитания* 2009; 194 (9): 4–9.
7. *Костантин Ж., Кугач В.В.* Витамины и их роль в организме. *Вестник фармации* 2006; 32 (2): 58–70.
8. *Кучма В.Р.* Мониторинг модернизации организации питания детей в образовательных учреждениях. *Здоровье населения и среда обитания* 2012; 233 (8): 7–10.
9. *Левчук Л.В., Стенникова О.В.* Вопросы современной педиатрии 2009; 3: 42–47.
10. *Маймулов В.Г., Якубова И.Ш., Чернякина Т.С.* Питание и здоровье детей. СПб: СпбГМА им. И.И. Мечникова 2003; 354.
11. *Поляшова А.С.* Оценка пищевого статуса детей младшего школьного возраста и обоснование мероприятий по его оптимизации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород 2005; 24.
12. *Ребров В.Г., Грамова О.А.* Витамины, макро- и микроэлементы. М., Гозтар-медиа 2008; 954.
13. СанПиН 2.4.1.3049-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций № 26 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 29 мая 2013 года, регистрационный № 28564), available at: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293780/4293780935.htm>
14. *Студеникин В.М.* Гиповитаминозы и поливитамины. *Вопросы современной педиатрии* 2002; 1 (1): 48–51.
15. *Студеникин В.М., Балканская С.В., Шелковский В.И.* Витаминно-минеральная недостаточность у детей: соматические и психоневрологические аспекты проблемы. *Лечащий врач* 2008; 1: 19–22.
16. *Суетнова Е.Ю., Сетко Н.П.* Гигиеническая оценка питания детей, посещающих детское дошкольное учреждение. *Здоровье населения и среда обитания* 2007; 2: 27–29.
17. *Трофименко В.А.* Обеспеченность витаминами и железом детей из группы риска по железодефицитным состояниям и ее коррекция с использованием витаминов и различных форм железа: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 2006; 21.
18. *Четыркин Е.М.* Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика 1977; 356.

Материал поступил в редакцию 07.06.2018