



ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННЫМ ТЕМАМ

ВАК: 612.015.6:612.126

Код специальности ВАК: 14.02.01; 14.02.04; 03.03.01

К ВОПРОСУ О КОМПЕНСАЦИИ КОГОРТНО-ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ОРГАНИЗМА

Р.С. Рахманов¹, С.А. Разгулин², Т.В. Блинова¹, Л.А. Страхова¹, А.Л. Орлов¹,
Н.И. Белоусько¹, Момот Д.А.¹, М.Х. Аликберов¹, А.В. Тарасов¹,

¹ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии»;

²ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», г. Н. Новгород

Рахманов Рофаиль Салыхович – e-mail: receipt@niiigp.ru

Дата поступления
26.01.2018

Введение. Недостаточная витаминно-минеральная обеспеченность организма является массовым и постоянно действующим фактором, отрицательно воздействующим на адаптационный потенциал, здоровье, работоспособность всех групп населения России. Это обуславливает разработку методов её компенсации. **Цель работы:** обосновать способ определения когортно-индивидуальной потребности организма в витаминах и минеральных веществах. **Материал и методы.** Были оценены уровни содержания в крови витаминов (А; Е и В2) и минералов (цинк, медь, железо) до и после включения в рацион питания натуральных продуктов с повышенным содержанием биологически активных веществ. Определяли их содержание в использованных продуктах. Проведено математическое моделирование с определением доз нутриентов в мг, полученных на 1 кг массы тела, и разницы концентраций веществ в крови до и после приема продуктов. Получили эталонную кривую, позволяющую определять потребность в конкретном веществе лиц, входящих в когорту. Оценили эффективность метода на примере конкретного определения индивидуальной потребности витамина А и подтвердили исследованием биомаркеров крови, характеризующих насыщенность организма железом, уровни сывороточного железа, эритропоэтина и ферритина. **Результаты.** Математическое моделирование на основе оценки зависимостей изменений концентраций витаминов или минералов от употребленной дозы на 1 кг массы тела (ранжирование абсолютных значений показателей доз от меньшей к большей и от величины употребленной дозы нутриента; разбиение последовательно на подинтервалы по 4, 5, 6, 7 доз; вычисление средних значений доз в каждом подинтервале и средних значений изменений концентраций нутриентов в крови до и после приема продуктов с определенным лабораторно количеством этих веществ) позволило с использованием полинома 6 степени получить эталонные кривые для конкретного нутриента. Они позволяют определять индивидуальную потребность для восполнения в пределах физиологических норм в различных когортах взрослого населения. Была определена минимальная выборка измерений, позволяющая при усреднении результатов построить эталонную кривую со степенью достоверности более 0,9. **Заключение.** Обоснован общий подход к определению индивидуальных доз витаминов или минеральных веществ для восполнения потребности в пределах физиологических норм в различных когортах взрослого населения: гендерных, возрастных, профессиональных, с учетом индивидуальной массы тела.

Ключевые слова: витамины, минеральные вещества, математическое моделирование, эталонная кривая, когортно-индивидуальная потребность.

Introduction. Insufficient vitamin and mineral supply of the organism is a mass and constantly acting factor that negatively affects the adaptation potential, health, and working capacity of all population groups in Russia. This causes the development of methods for its compensation. **Goal of the work** – to substantiate the method of determining the cohort-individual requirement of the organism in vitamins and minerals. **Material and methods.** The blood levels of vitamins (A, E and B2) and minerals (zinc, copper, iron) were evaluated before and after inclusion in the diet of natural products with concentrate of biologically active substances. Their content was determined in the products. We carried out mathematical modeling with the determination of: the doses of nutrients in mg obtained per 1 kg of body weight and difference in the concentrations of substances in the blood after and before taking the products. We obtained a reference curve, which makes it possible to determine the need for a particular substance of persons entering a cohort. The method efficacy was evaluated by the example of a specific determination of the individual vitamin A requirement and confirmed by the study of blood biomarkers, characterizing the saturation of the body with iron: serum iron, erythropoietin and ferritin levels. **Results.** The mathematical modeling based on evaluation of changes in vitamin-minerals concentrations depending on a taken dose per 1 kg of body weight (the rating of absolute values of indices in interval of doses from lesser to greater and from value of taken dose; successive partition to subintervals on 4, 5, 6, 7 doses; calculation of mean doses occurred in each subinterval and mean values of changes of nutrient concentrations in blood before and after intake of food products contained a definite quantity detected in laboratory) allowed to obtain standard curves for specific nutrient with the use of polynomial of 6th power. The curves allow to detect individual need in vitamins or minerals up to physiological standards for different cohorts of adult population. Minimal sample of measurements allowing to obtain mean results and to make standard curve with the weight of evidence more 0,9 was detected. **Conclusion.** General approach to the determination of individual doses of vitamins or minerals has been substantiated in order to meet the needs within the limits of physiological norms in different cohorts of the adult population: gender, age, professional, taking into account the individual body weight.

Key words: vitamins, minerals, mathematical modeling, standard curve, cohort-individual demand.

Введение

Анализ данных литературы и собственных исследований позволяет выделить ряд основных причин, приводящих к витаминно-минеральной недостаточности организма (ВМНО). Это – резкое снижение энергетических затрат современного взрослого человека (почти в 2 раза в отличие от его предков), что не снизило потребность в витаминах [1]. Недостаточное потребление витаминов регистрируется независимо от времени года; полигиповитаминозы обнаруживаются у 30–70% взрослых и детей, чаще не хватает витаминов группы В [2]. Повышается потребность при значительных физических нагрузках [3], адаптации и акклиматизации к новой среде обитания [4, 5], стрессе [6]. На значительных территориях России (биогеохимические провинции) содержание некоторых элементов в почве, воде, растениях либо избыточное, либо недостаточное, что обуславливает формирование тех или иных заболеваний (микроэлементозов) [7–9]. Хронические химические нагрузки, характерные для современной урбанизированной окружающей среды, в условиях которых проживает более 70% населения развитых стран, постепенного повреждают системы детоксикации и антиоксидантной защиты [10]. Важная роль в их работе отводится витаминам и минеральным веществам с антиоксидантными свойствами [11]. Таким образом, ВМНО является массовым и постоянно действующим фактором, отрицательно воздействующим на адаптационный потенциал, здоровье, работоспособность всех групп населения.

Цель работы: обосновать способ определения когортно-индивидуальной потребности организма в витаминах и минеральных веществах.

Материал и методы

Исследование проведено на примере когорты спортсменов циклического вида спорта. Работа включала два этапа: экспериментальный (n=33) и этап математического моделирования.

На основе информированного добровольного согласия в рацион питания обследуемых лиц ввели натуральные концентрированные пищевые продукты из растительного и белково-растительного сырья (РС и БРС), произведенные по криогенной технологии (НКПП). Продукты принимали однократно в день под контролем медицинского работника по 10,0 г каждого в течение 15 суток. В этот период спортсмены другие витаминно-минеральные комплексы не принимали; рацион питания был одинаковым (организованное питание по меню-раскладке). В исходном состоянии и после окончания приема НКПП проводили определение содержания в сыворотке (нативной крови) ряда витаминов (суммарное содержание ретинола и каротиноидов – далее витамины А; Е и В2) и минеральных веществ (цинк, медь, железо) – ВМВ.

Также определяли содержание витаминов и минеральных веществ в НКПП.

На этапе математического моделирования проводили расчеты:

- доз нутриентов в мг, полученных на 1 кг массы тела (МТ) спортсмена;
- разницы концентраций ВМВ в крови до и после приема НКПП.

Оценили наличие зависимостей изменений концентраций ВМВ от дозы нутриентов: увеличение, уменьшение либо нулевое значение. Ранжировали абсолютные значения показателей наличия или отсутствия изменений концентраций ВМВ в интервале доз (от меньшей к большей) и от величины «рассчитанной дозы» в мг/кг МТ спортсмена. Исследуемый интервал доз разбивали последовательно на подинтервалы по 4, 5, 6, 7 доз, в каждом из которых вычисляли средние значения доз, попавших в каждый подинтервал, и соответствующие этим средним дозам средние значения изменения концентрации нутриентов в крови до и после приема НКПП. На этом основании

с использованием полинома 6-й степени строили эталонные кривые, которые позволяли определять индивидуальную потребность в витаминах или минеральных веществах.

Пример конкретного определения индивидуальной потребности спортсмена данной группы приведен на примере витамина А.

Для оценки эффективности метода оценили динамику биомаркеров крови, характеризующих насыщенность организма железом: уровни сывороточного железа, эритропоэтина и ферритина. Их определяли в группах сравнения, где осуществлялся (основная) и не осуществлялся (контрольная) прием НКПП. Рацион питания в группах сравнения был одинаковым, шли плановые тренировки.

Статистическую обработку провели с использованием программного пакета Statistica 6,0; применялись стандартные методы вариационной статистики с расчетом t-критерия для зависимых выборок.

Результаты исследования

Поскольку интенсивная профессиональная деятельность спортсменов требует больших физических нагрузок, использовали НКПП БРС, содержащий животный белок: мясо кролика, сельдерей, лук, тыква, шиповник. Значительные физические нагрузки способствуют нарушению антиоксидантной защиты организма, его стрессоустойчивости. В связи с этим в рацион питания ввели НКПП РС, обладающий выраженными антиоксидантными свойствами: красный виноград, топинамбур, свекла, зелень петрушки [3, 6].

При определении содержания ВМВ в НКПП (мг/100 г) установили, что в НКПП РС меди было 0,44; цинка – 1,7; железа – 19,3; витамина А – 1,05; витамина Е – 2,4; витамина В2 – 0,15, а в НКПП БРС меди – 0,4; цинка – 4,5; железа – 52,0; витамина А – 1,04; витамина Е – 2,8; витамина В2 –

0,17. За 15 дней спортсмены употребили по 150 г каждого НКПП. Соответственно, содержание ВМВ в мг на 150 г составило в НКПП РС: медь – 0,66; цинк – 2,55; железо – 28,95; витамин А – 1,575; витамин Е – 3,6; витамин В2 – 0,225 и в НКПП БРС: медь – 0,6; цинк – 6,75; железо – 78,0; витамин А – 1,56; витамин Е – 4,2; витамин В2 – 0,255.

При персональной МТ спортсменов, предположим 65 кг и 73,5 кг, «рассчитанная доза» витамина А, полученная данными обследуемыми, составила, соответственно, 0,048 и 0,043 мг/кг МТ (аналогичные расчеты выполняются по всем ВМВ и для каждого обследуемого лица).

Численно наличие изменения концентраций ВМВ в крови характеризовалось значением больше или меньше «0» («>0» или «<0»); отсутствие изменения концентраций отвечало значению «0». Далее эта бинарная последовательность («>0» или «<0»; «0») заносилась в таблицу, в которой каждой рассчитанной дозе соответствовало либо наличие изменения концентраций, либо его отсутствие (таблица 1). Персональные для каждого обследуемого лица и ВМВ «рассчитанные дозы», размещенные по горизонтальной оси абсцисс от меньшей дозы к большей, составляли исследуемый интервал доз по каждому отдельному ВМВ.

При разбиении интервалов доз на подинтервалы по 4, 5, 6, 7 доз в каждом получили усредненные значения доз, которые использовали для построения эталонной кривой (таблица 2). С использованием полиномиальной линии тренда построили график зависимости изменения концентрации ВМВ в крови (мкг/мл) от величины потребленной дозы отдельных ВМВ (мкг/кг МТ), что позволяло определять индивидуальную потребность в конкретном нутриенте лица, входящего в данную когорту (рис. 1).

Например, предположим, что концентрация витамина А в крови меньше значения физиологической нормы на 0,06 мкг/мл, тогда рекомендуемая оптимальная доза приема

ТАБЛИЦА 1.

Схема разбиения исследуемого интервала доз на подинтервалы и вычисления средних значений (на примере витамина А)

РД (мкг/кг)	2,400	2,416	2,500	2,512	2,514	2,515	2,530	2,543	2,574	2,580	2,613	2,632	2,787	2,802	2,883	2,899	2,965	2,986	3,101	3,119	3,201	3,302	3,317	3,398	3,426	3,501	3,597	3,635					
Подинтервал по 4 дозы	2,450			2,500			2,600			2,850			3,050			3,300			3,525														
Подинтервал по 5 доз	2,460				2,540				2,740				3,020				3,320																
Подинтервал по 6 доз	2,467					2,567					2,900					3,233																	
Подинтервал по 7 доз	2,471						2,643						3,029						3,443														
ИК (мкг/мл)	-0,0135	-0,01	-0,05	-0,03	0,1385	-0,176	-0,08	0,108	0,071	-0,068	0,028	0,02	0,086	0,038	0,052	-0,006	0,08	0,116	0,1	0,11	0,18	-0,02	-0,11	0,32	0,26	0,02	-0,15	-0,21					
Подинтервал по 4 дозы	-0,026			-0,002			0,013			0,043			0,102			0,092			-0,019														
Подинтервал по 5 доз	0,007				-0,029				0,045				0,080				0,126																
Подинтервал по 6 доз	-0,023					0,013					0,061					0,096																	
Подинтервал по 7 доз	-0,032						0,041						0,090						0,016														

Примечание: РД – рассчитанная доза, полученная ежедневно каждым из исследуемых персонально в мкг/кг МТ. ИК – разница концентраций ВМВ в крови до и после приема продукта. Полужирным шрифтом выделены вычисленные в соответствующих подинтервалах средние значения РД и средние значения изменения концентраций (ИК) витамина.

данного витамина на протяжении 15 дней составит 2,9 мкг/кг МТ (рис. 2). За физиологическую норму в данном случае принимали значения референтных границ того или иного ВМВ, например витамина А 0,6–1,5 мкг/мл.

Как видно по данным рисунка 3, эталонная кривая позволяет (в данном случае) определить максимальную величину потребности витамина А в 0,118 мкг/мл – при его употреблении в дозе 3,2 мкг/кг МТ. При приеме больших доз эффект повышения насыщенности не наблюдается (возможен, но не гарантирована величина).

Для оценки эффективности метода оценили исходное содержание витамина А в сыворотке крови у трех спортсменов (таблица 3). Как видно из представленных материалов, у двоих содержание данного витамина было на уровне нижней границы референтного значения: 0,6 мкг/мл, а у одного – ниже: 0,56 мкг/мл. Им назначили одинаковую суточную дозу НКПП, содержащую 209,0 мкг витамина А. Рассчитанная доза для спортсменов с МТ 72 кг и 73 кг составляет соответственно 2,903 мкг/кг и 2,863/кг МТ. Отсюда, используя рис. 2, можно полагать, что изменение концентрации по эталонной кривой должно составить 0,06 мкг/мл. Реальные увеличения концентрации составили, соответственно, 0,16 мкг/мл и 0,02 мкг/мл. То есть насыщенность организма витамином А после приема НКПП оказалась в пределах референтных границ физиологической нормы. Однако у второго индивида насыщенность была ниже. Перерасчет потребленной им дозы на такую же дозу, полученную одним индивидом с НКПП, показал, что он должен был ежедневно получить не 20,0 г, а 27,3 г такого же НКПП.

Рассчитанная доза для спортсмена с МТ 65,0 кг составляет 3,215 мкг/кг МТ. Тогда из рис. 3 следует, что изменение концентрации по эталонной кривой должно составить 0,12 мкг/мл, а реальное увеличение составило 0,1 мкг/мл. То есть насыщенность также повысилась и оказалась в пределах референтных границ физиологической нормы.

Обсуждение

Как показало наше исследование, использование указанного методического подхода, заключающегося в разбиении полученных данных на подинтервалы, а затем в

использовании усредненных показателей каждого подинтервала, позволяет с использованием полиномиальной линии тренда построить график – эталонную кривую. Она дает возможность определить необходимые для восстановления витаминно-минеральной насыщенности организма лиц данной когорты индивидуальные дозы ВМВ.

Выбор минимального количества доз в исследуемом интервале для разбиения на подинтервалы обусловлен тем, что, начиная лишь с подинтервала по четыре дозы, соответствующие этим изменениям концентрации нутриентов в крови гарантированно включают проявления положительного эффекта насыщения организма нутриентами (изменения концентрации нутриентов «>0»). Из математической статистики известно, что размер выборки, необходимой для оценки средней величины (в данном случае – количество доз N в подинтервале для оценки средней дозы в нем), можно оценить по формуле:

$$N = \left(\frac{z \sigma}{\Delta} \right)^2$$

где Δ – величина допустимой случайной погрешности, z – значение границы доверительного интервала, соответствующее выбранному уровню доверительной вероятности, σ – стандартное отклонение показателя, среднее значение которого требуется определить. Как правило, $\sigma \gg \Delta$. Однако для определения минимального значения N предположим, что $\sigma \approx \Delta$, при доверительной вероятности 0,95 величина z равна 1,96, поэтому минимальное значение $N \approx (1,96)^2 = 3,8416 \approx 4$, т. е. минимальное число доз в каждом из подинтервалов равно 4.

Соответственно, количество подинтервалов, в которых находятся четыре дозы, больше, чем подинтервалов из пяти доз и т. д. Например, если число различных рассчитанных доз равно 32, то подинтервалов по 4 дозы будет 8, по 5 доз – 6, по 6 доз – 5, по 7 доз – 4 (крайние значения доз, не попавших точно в подинтервал, отбрасываются) (таблица 1). При этом, вероятно, чем больше будет выборка, тем более значимыми будут данные для построения эталонной кривой.

ТАБЛИЦА 2.

Зависимость изменения концентрации ВМВ в крови (мкг/мл) от величины потребленной дозы отдельных ВМВ (мкг/кг МТ)

Средняя доза (мкг/кг)	2,450	2,500	2,600	2,850	3,050	3,300	3,525	2,460	2,540	2,740	3,020	3,320	2,467	2,567	2,900	3,233	2,471	2,643	3,029	3,443
Среднее изменение исходной концентрации (мкг/мл)	-0,026	-0,002	0,013	0,043	0,102	0,092	-0,019	0,007	-0,029	0,045	0,080	0,126	-0,023	0,013	0,061	0,096	-0,032	0,041	0,090	0,016

Примечание: обработка данных таблицы осуществлялась с помощью стандартного офисного пакета Microsoft Office в программе Excel: строится точечный график, в котором координаты точек по оси абсцисс – это средние значения доз, по оси ординат – средние значения изменений концентраций нутриентов в сыворотке крови. Аппроксимация и сглаживание полученной зависимости производится стандартным методом анализа Excel полиномиальной линией тренда степени 5 или 6 (в зависимости от требуемой величины достоверности аппроксимации R^2).

ТАБЛИЦА 3.

Показатели расчетной и фактической эффективности индивидуальной дозы потребления витамина А

МТ, кг	Ежедневный разовый прием, мкг	Рассчитанная доза, мкг/кг МТ	Конц. исходная, мкг/мл	Конц. после приема, мкг/мл	Изм. концентрации, мкг/мл (через 15 дней)	Эталонная кривая, мкг/мл
72	209,0	2,903	0,56	0,72	0,16	0,06
73	209,0	2,863	0,60	0,62	0,02	0,06
65	209,0	3,215	0,60	0,7	0,10	0,12

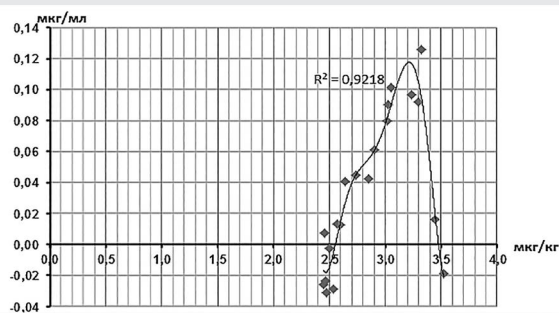


РИС. 1.
Эталонная кривая изменения концентрации витамина А в сыворотке крови от величины дозы его потребления

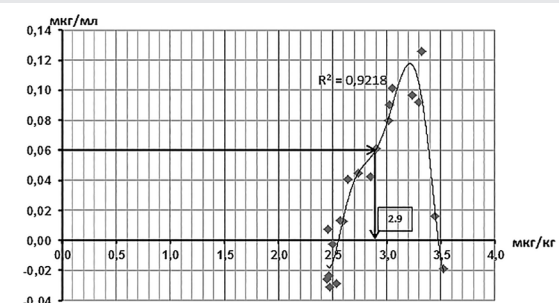


РИС. 2.
Определение дозы приема витамина А при необходимости увеличения его концентрации в крови на 0,06 мкг/мл.

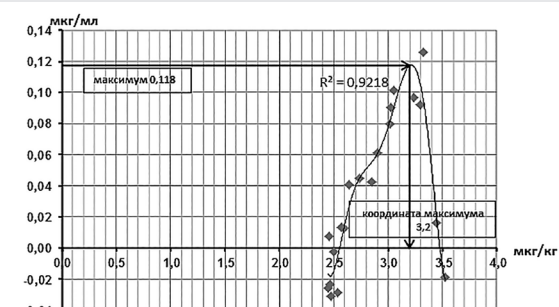


РИС. 3.
Определение дозы приема витамина А при необходимости увеличения его концентрации в крови более чем на 0,118 мкг/мл.

ТАБЛИЦА 4.
Динамика показателей эритропоза у спортсменов ($M \pm \delta$)

Показатель, референтные границы	До приема НКПП		Конец курса приема НКПП		P
	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	
Уровень железа в сыворотке, 11,6–31,3 М/л	10,2±5,0	11,4±5,0	14,5±5,0	13,9±6,4	*0,03
Уровень ферритина, 20–250 нг/мл	50,6±33,6	47,8±12,7	47,6±31,3	28,9±5,8	**0,01
Уровень эритропозтина, 5,6–28,9 МЕ/л	8,7±2,4	8,6±5,4	12,8±6,1	10,1±5,2	*0,034

Примечание: * – достоверность в основной; ** – достоверность в контрольной группе относительно исходного уровня.

Кроме того, вычисление средних значений доз, попавших в каждый подинтервал, и соответствующих этим средним дозам средних значений изменения концентрации ВМВ в крови до и после приема продукта обеспечивает построение наиболее сглаженного графика (эталонной кривой) зависимости изменения концентрации ВМВ в крови от величины потребленной дозы отдельных ВМВ, что, в свою очередь, позволяет наиболее точно, гарантированно корректно определять оптимальную дозу ВМВ, требуемую для восстановления и поддержания баланса в пределах референтных значений нормы физиологической потребности.

Выбор количества подинтервалов определяется условием максимального использования «исследуемого интервала доз» и сведения до минимума крайних значений доз, не попавших точно в подинтервал, которые отбрасываются. Кроме того, экспериментально установлено, что дальнейшее после «7» увеличение количества доз в подинтервале не приводит к существенному изменению результатов исследований.

В настоящем исследовании показан принцип определения когортно-индивидуальной потребности организма в том или ином ВМВ. Как показано на рис. 3, прием конкретной величины витамина А на 1 кг МТ человека с НКПП в течение 15 дней позволяет определить максимальную величину потребности до 0,118 мкг/мл. Полагаем, что при необходимости обеспечения большей насыщенности организма (но в пределах референтных границ) требуется повторно использовать данный алгоритм, начиная с этапа фактической насыщенности организма человека на данный момент.

Необходимо отметить, что реальное количество потребляемого НКПП определяется путем умножения рассчитанной дозы в мкг/кг на массу тела индивида в кг. Например, для дозы 0,12 мкг/кг для лица с МТ 70 кг ежедневный разовый прием НКПП составляет такую массу, в которой должно содержаться 224 мкг витамина А. В нашем случае это: $209 \text{ мкг} - \text{в } 20 \text{ г НКПП}; 224 \text{ мкг} - X \text{ г НКПП}$, отсюда $224 \times 20 : 229 = 21,4 \text{ г}$.

Следует учесть, что при использовании описанной методики для других ВМВ результатом расчета может оказаться пологая (нулевая) кривая, показывающая отсутствие эффекта увеличения концентрации. В нашем случае это было установлено при определении потребности организма в витамине В2. Тогда делается заключение о том, что использованная доза не достаточна.

Для оценки потребности организма в ВМВ могут использоваться как натуральные продукты с установленным содержанием оцениваемых нутриентов, так и их синтетические аналоги (витаминно-минеральные комплексы).

Для получения требуемой (максимальной) величины достоверности аппроксимации R^2 используется полиномиальная линия тренда степени 5 или 6. Эта линия имеет нисходящую ветвь, не имеющую физического смысла. При использовании других типов тренда типы линий будут другими (параболические, экспоненциальные, логарифмические и др.), но достоверность полученных эталонных кривых будет ниже. Максимум на линии тренда (точки перегиба), возникают при аппроксимации полиномом, начиная с полинома 3–4-й и более степени.

Информативность метода была подтверждена оценкой биомаркеров железа в сыворотке крови (таблица 4).

Обращал на себя внимание сниженный уровень железа у спортсменов в группах сравнения до приема НКПП: у 46,7% в основной и 26,6% в контрольной группе был ниже референтного значения. Уровни ферритина (10–30 нг/л) и эритропоэтина (8–12 МЕ/л) были в пределах нижней зоны референтных границ. Эти данные свидетельствовали о возможном наличии у спортсменов железодефицитного эритропоэза.

После применения НКПП наблюдалось достоверное увеличение уровней железа (до нормы у 100,0%) и эритропоэтина (в пределах физиологической нормы). Средний уровень ферритина достоверно не изменился. Однако по индивидуальным данным была отмечена позитивная динамика: в исходном состоянии он был снижен у 33,3%, после приема НКПП – у 15,4%. В контрольной группе, наоборот, отмечено достоверное снижение уровня ферритина. В исходном состоянии содержание железа в сыворотке крови было снижено у 26,6% спортсменов, в конце наблюдения – у 53,3%; ферритина, соответственно, у 61,5% и 100,0%; эритропоэтина – у 86,7% и 46,1%.

Выводы

1. Обоснован общий принцип (подход) к определению индивидуальных доз витаминов или минеральных веществ для восполнения потребности в пределах физиологических норм в различных когортах взрослого населения: гендерных, возрастных, профессиональных, с учетом индивидуальной массы тела.

2. Выборка из 28 измерений позволяет в последующем при усреднении результатов построить эталонную кривую по 20 точкам с очень высокой степенью достоверности – более 0,9. Эта выборка минимально допустима. Увеличение выборки повышает достоверность результатов.

3. Можно полагать, что время насыщения организма конкретными витаминами или минеральными веществами обуславливается дозой и длительностью приема. При этом алгоритм определения индивидуальной дозы для восполнения дефицита остается таким же.

4. Эффективность метода подтверждена оценкой динамики биомаркеров железа в сыворотке крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тутельян В.А. Биологически активные добавки к пище как неотъемлемый элемент оптимального питания. Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. 2001. № 1. С. 5-9.

Tutel'yan V.A. Biologicheski aktivnyye dobavki k pishche kak neot'emlemyy element optimal'nogo pitaniya. Vestnik Sankt-Peterburgskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii im. I.I. Mechnikova. 2001. № 1. S. 5-9.

2. Спиричев В.Б. Научное обоснование применения витаминов в профилактических и лечебных целях. Сообщение 1. Недостаток витаминов в рационе современного человека: причины, последствия и пути коррекции. Вопросы питания. 2010. № 79 (5). С. 4-14.

Spirichev V.B. Nauchnoe obosnovanie primeneniya vitaminov v profilakticheskikh i lechebnykh tselyakh. Soobshchenie 1. Nedostatok vitaminov

v ratsione sovremennogo cheloveka: prichiny, posledstviya i puti korrektsii. Voprosy pitaniya. 2010. № 79 (5). S. 4-14.

3. Азизбеян Г.А., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л., Зилова И.С., Выборная К.В. Принципы оптимизации питания спортсменов различных специализаций. Вопросы питания. 2010. № 79 (4). С. 67-71.

Azizbekyan G.A., Nikityuk D.B., Pozdnyakov A.L., Zilova I.S., Vybornaya K.V. Printsipy optimizatsii pitaniya sportstmenov razlichnykh spetsializatsiy. Voprosy pitaniya. 2010. № 79 (4). S. 67-71.

4. Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Моисеева Е.В., Тарасов А.В. Состояние системы «оксиданты - антиоксиданты» у курсантов при адаптации и акклиматизации. Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 12 (244). С. 46-47.

Rakhmanov R.S., Blinova T.V., Strakhova L.A., Moiseeva E.V., Tarasov A.V. Sostoyanie sistemy «oksidanty - antioksidanty» u kursantov pri adaptatsii i akklimatizatsii. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2013. № 12 (244). S. 46-47.

5. Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Тарасов А.В., Шумских Д.С. Антиоксидантная система как показатель оценки состояния и прогнозирования здоровья населения. Гигиена и санитария. 2014. № 6. С. 91-94.

Rakhmanov R.S., Blinova T.V., Tarasov A.V., Shumskikh D.S. Antioksidantnaya sistema kak pokazatel' otsenki sostoyaniya i prognozirovaniya zdorov'ya naseleniya. Gigiena i sanitariya. 2014. № 6. S. 91-94.

6. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Мазо В.К. Витамины и окислительный стресс. Вопросы питания. 2013. № 82 (3). С. 11-18.

Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Mazo V.K. Vitaminy i okislitel'nyy stress. Voprosy pitaniya. 2013. № 82 (3). S. 11-18.

7. Абрамкин А.В., Рахманов Р.С. К вопросу о качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Республики Мордовия. Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 12 (287). С. 41-43.

Abramkin A.V., Rakhmanov R.S. K voprosu o kachestve pit'evoy vody sistem tsentralizovannogo khozyaystvenno-pit'evogo vodosnabzheniya Respubliki Mordoviya. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2016. № 12 (287). S. 41-43.

8. Аликберов М.Х., Рахманов Р.С., Гаджибрагимов Д.А. Оценка риска здоровью населения Республики Дагестан по некоторым показателям содержания минеральных веществ в воде и почве, мигрирующих в организм человека по пищевым цепочкам. Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 11 (296). С. 20-24.

Alikberov M.Kh., Rakhmanov R.S., Gadzhibragimov D.A. Otsenka riska zdorov'yu naseleniya Respubliki Dagestan po nekotorym pokazatelyam soderzhanija mineral'nykh veshchestv v vode i pochve, migriruyushchikh v organizm cheloveka po pishchevym tsepochkam. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2017. № 11 (296). S. 20-24.

9. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: «ОНИКС 21 век»; Мир, 2004. 216 с.

Skal'nyy A.V. Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka. M.: «ONIKS 21 vek»; Mir, 2004. 216 s.

10. Рахманин Ю.А., Литвинов Н.Н. Научные основы диагностики донозологических нарушений гомеостаза при хронических химических нагрузках. Гигиена и санитария. 2004. № 6. С. 48-50.

Rakhmanin Yu.A., Litvinov N.N. Nauchnye osnovy diagnostiki donozologicheskikh narusheniy gomeostaza pri khronicheskikh khimicheskikh nagruzkakh. Gigiena i sanitariya. 2004. № 6. S. 48-50.

11. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Сокольников А.А. Витамины в пищевых продуктах массового потребления и перспективы. Вопросы питания. 2012. № 81 (5). С. 66-78.

Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Sokol'nikov A.A. Vitaminizatsiya pishchevykh produktov massovogo potrebleniya i perspektivy. Voprosy pitaniya. 2012. № 81 (5). S. 66-78.

