

О.Л. Лукоянова¹, Т.Э. Боровик^{1, 2}, Т.В. Бушуева¹, Н.Г. Звонкова¹, Н.Н. Семенова¹, В.А. Скворцова¹, Т.Н. Степанова¹

¹ Научный центр здоровья детей РАМН, Москва, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

Возможности моделирования состава детских молочных смесей за счет введения функциональных нутриентов

Contacts:

Lukoyanova Olga Leonidovna, PhD, MD, senior scientific worker, Department of Nutrition of Healthy and Sick Child, Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences

Address: 119991, Moscow, Lomonosovskiy Prospect, 2, bldg. 1, Tel.: (499) 132-26-00, e-mail: anlouk@yandex.ru

Article received: 18.03.2013, Accepted for publication: 25.04.2013

Представлены данные о необходимости введения некоторых функциональных пищевых компонентов в состав детских молочных смесей, о технологических трудностях их выделения и применяемых инновационных технологиях.

Цель исследования: изучить переносимость апробируемых детских молочных смесей и оценить их влияние на физическое развитие детей первого года жизни. **Участники и методы исследования:** приведены результаты клинического наблюдения за 60 здоровыми детьми (36 девочек и 24 мальчика) первого года жизни, употреблявшими изучаемые сухие адаптированные молочные смеси. **Критериями эффективности вскармливания** были: оценка переносимости смесей, динамики массо-ростовых показателей, результатов общеклинических анализов крови, микроскопии кала, а также коэффициента эффективности белка. **Результаты:** показана хорошая переносимость изучаемых продуктов, адекватное увеличение массо-ростовых значений, соответствие показателей клинического анализа крови средним возрастным нормам, отсутствие патологических изменений в копрограмме у всех наблюдаемых детей в течение периода наблюдения. **Выводы:** изученные смеси имеют полноценный сбалансированный нутриентный состав, положительно влияют на физическое развитие и хорошо переносятся детьми, что делает возможным их применение в питании детей первого года жизни, не находящихся на грудном вскармливании.

Ключевые слова: функциональные компоненты пищи, грудное молоко, детские молочные смеси, искусственное вскармливание.

(Вопросы современной педиатрии. 2013; 12 (2): 114–122)

ВВЕДЕНИЕ

Технологические инновации создания детских молочных смесей основаны на композиционной и функциональной имитации состава женского молока. Многочисленные исследования, подтверждающие бес-

спорное биологическое преимущество и принципиальную незаменимость естественного вскармливания для оптимального развития ребенка, послужили основанием считать грудное молоко универсальной моделью для создания детских молочных смесей [1–4].

O.L. Lukoyanova¹, T.E. Borovik^{1, 2}, T.V. Bushueva¹, N.G. Zvonkova¹, N.N. Semenova¹, V.A. Skvortsova¹, T.N. Stepanova¹

¹ Scientific Centre of Children Health RAMS, Moscow, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Possibilities of Modeling of Milk Formulas Composition by Adding Functional Nutrients

The data on necessity of certain functional nutrients adding to the composition of milk formulas, technological difficulties of their isolation and innovative methods used in this field are shown in the article. **Aim:** to study tolerance to investigated milk formulas and to evaluate their influence on physical development of infants younger than 1 year. **Patients and methods:** the results of the clinical observation of 60 healthy children (36 girls and 24 boys) at the age younger than 1 year old fed with the studied dry adapted milk formulas are shown. **Criteria of feeding efficacy were:** evaluation of the tolerance to the formulas, dynamics of height and weight values, results of clinical blood sample, feces microscopy as well as protein efficacy coefficient. **Results:** the authors established good tolerance to the studied products, appropriate improvement of height and weight values, accordance of the results of clinical blood samples to the mean age norms, absence of pathological changes in coprological tests in all of the observed children during the whole follow-up. **Conclusions:** the investigated formulas have optimal balanced composition of nutrients, positive influence on physical development and are well-tolerated by children, which make possible their usage in feeding of infants who cannot be breast-fed.

Key words: functional nutrients, breast milk, milk formulas, artificial feeding.

(Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics. 2013; 12 (2): 114–122)

Ключевым звеном в технологии производства детского питания являются результаты научных исследований в области педиатрической нутрициологии, позволяющие определять состав и функции грудного молока, изучать и устанавливать потребности растущего ребенка, оценивать его пищевое поведение. В настоящее время можно сказать с уверенностью, что благодаря даже самым современным технологиям невозможно полное воспроизведение состава женского молока с учетом его уникальности и чрезвычайной variability.

Постоянное совершенствование состава молочных смесей, введение в них новых функционально активных компонентов, обладающих комплексным влиянием на процессы роста и развития ребенка, имеет своей конечной целью достижение максимального сходства в развитии детей, находящихся на искусственном и естественном вскармливании. Добавление таких компонентов в физиологически значимых концентрациях в каждый период развития может привести к улучшению показателей развития детей, находящихся на искусственном вскармливании [5–7].

Несмотря на то, что многие биологически активные компоненты содержатся только в грудном молоке, современные технологии позволяют выделять их из различных природных источников (табл. 1).

Нутритивными предпосылками введения тех или иных компонентов в молочные смеси, как правило, является их обнаружение в грудном молоке в значимых количествах и наличие их выраженного функционального влияния на организм человека. Технологические трудности выделения этих компонентов и дороговизна используемых технологий ограничивают широкое применение некоторых ингредиентов, по крайней мере, на сегодняшний день (табл. 2).

Процесс производства адаптированных молочных смесей на современном этапе достаточно совершенен и является настоящим технологическим искусством. Безусловно, для подтверждения эффективности и безопасности введения тех или иных ингредиентов в состав смеси требуются дальнейшие исследования, однако с уверенностью можно говорить, что при выборе детской молочной смеси предпочтение следует отдавать продуктам не только с высокой степенью адаптации по основным макро- и микронутриентам, но и обогащенным функциональными компонентами с доказанной эффективностью [23–25].

Цель исследования: изучить переносимость апробируемых детских молочных смесей и оценить их влияние на физическое развитие детей первого года жизни.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Участники исследования

Открытое продольное проспективное медицинское наблюдение выполнено в соответствии с принципами надлежащей клинической практики, действующими в странах Европейского союза с 1991 г. (European Good Clinical Practise Guidelines, 1991), директивными указаниями Министерства здравоохранения РФ и практикой проведения апробаций в ФГБУ «Научный центр здоровья детей» РАМН.

Клиническая апробация смесей проводилась в отделении питания здорового и больного ребенка и детской городской поликлинике № 149 ЮЗАО (разрешение Департамента здравоохранения г. Москвы № 41-19-7909 от 15.04.2010 г. и договор о сотрудничестве с ГБУ ДГП № 149 от 19.10.2011 г.). Проведение научного исследования одобрено на заседании Локального независимого этического комитета при ФГБУ «НЦЗД» РАМН (протокол заседания от 20.04.2012 г.).

Критерии включения:

- здоровые доношенные дети с нормальными массоростовыми показателями и оценкой по шкале Апгар не менее 7 баллов;
- искусственное вскармливание;
- отсутствие в анамнезе тяжелой инфекционной и другой перинатальной патологии;
- отсутствие выраженных симптомов функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта (обильные срыгивания, колики, жидкий стул, запоры).

Критерии исключения:

- наличие острых инфекционных заболеваний;
- отказ ребенка от приема продукта;
- наличие симптомов пищевой аллергии;
- появление или усиление нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта (срыгивания, колики, запоры, неустойчивый стул).

Методы исследования

Критерии эффективности вскармливания

- Переносимость (оценивалась 1 раз в неделю):
 - субъективное отношение к продукту (активность сосания, отказ от приема);
 - кожные и иные симптомы пищевой непереносимости (появление срыгиваний, колик, метеоризма);
 - характер стула (кратность, консистенция, перевариваемость, патологические включения, цвет).
- Динамика массоростовых показателей (оценивалась 1 раз в неделю).

Таблица 1. Источники биоактивных компонентов, которые целесообразно вводить в состав детских молочных смесей

Источники	Биоактивные компоненты
Коровье молоко	ГОС, фосфолипиды жировых глобул, лактоферрин, лизоцим, нуклеотиды
Растительное сырье (овощи, морские водоросли, одноклеточные грибы)	ФОС, ДЦПНЖК, фитохимические элементы — лютеин, каротиноиды
Микробиологическое сырье	Пробиотические штаммы бактерий

Примечание. ГОС — галактоолигосахариды, ФОС — фруктоолигосахариды, ДЦПНЖК — длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты.

Таблица 2. Предпосылки, трудности и технологии введения отдельных функционально-активных компонентов в состав детских молочных смесей

Компоненты	Нутритивные предпосылки введения	Технологические трудности	Иновационные технологии
ГОС/ФОС	Концентрация олигосахаридов в ГМ — 5–15 г/л и более <ul style="list-style-type: none"> Защита от инфекций Ингибирование адгезии патогенных бактерий Пребиотические функции [8, 9] 	<ul style="list-style-type: none"> Многообразие видов олигосахаридов ГМ (до десятков тыс.) Уникальность структуры — серьезный барьер для научного изучения и синтеза в лабораторных условиях 	Производство ФОС и ГОС из растительного и молочного сырья
Пробиотики	Концентрация в ГМ — до 10^3 КОЕ/мл <ul style="list-style-type: none"> Ингибирование адгезии патогенных микроорганизмов Продукция «бактериоцинов» с противомикробной активностью Синтез витаминов Участие в процессах пищеварения Создание иммунологической толерантности макроорганизма [10, 11, 13] 	<ul style="list-style-type: none"> Чрезвычайное разнообразие видов, подвидов, штаммов Разработка безопасного, эффективного и стабильного пробиотика — многоступенчатый многолетний процесс Определение штаммоспецифичности Выбор питательных сред и условий культивирования 	<ul style="list-style-type: none"> Молекулярно-генетические методы с применением полимеразной цепной реакции (PCR-DGGE и qRTi-PCR) и секвенирования гена 16S рибосомальной РНК Изучение микробиома женского молока [12]
ДЦПНЖК (докозагексаеновая, DHA — класс ω_3 , арахидоновая, ARA — класс ω_6)	В больших количествах присутствуют в ГМ, тканях сетчатки глаза и мозга <ul style="list-style-type: none"> Показано положительное влияние на развитие нервной системы, зрения и сердечно-сосудистой системы у детей Иммуномодулирующий эффект Профилактика аллергии [14, 15] 	<ul style="list-style-type: none"> Содержание в ГМ напрямую зависит от рациона питания женщины Важен баланс ω_3/ω_6 Трудно установить минимальные потребности, т.к. в организме они могут синтезироваться из линолевой и α-линоленовой кислоты 	<ul style="list-style-type: none"> Источник ДГК — морские водоросли, АК — одноклеточные грибы Применение инкапсулированных технологий для повышения устойчивости к окислению и воздействию высоких температур
Нуклеотиды: <ul style="list-style-type: none"> Аденозинмонофосфат (АМФ) Гуанинмонофосфат (ГМФ) Уридинмонофосфат (УМФ) Цитидинмонофосфат (ЦМФ) Инозинмонофосфат (ИМФ) 	Концентрация в ГМ — 4–70 мг/л <ul style="list-style-type: none"> Играют важную роль в энергетических и информационных внутриклеточных процессах, иммунологической защите Стимулируют рост и созревание эпителия кишечника [16–18] 	<ul style="list-style-type: none"> Существенно отличаются по количеству и составу от нуклеотидов коровьего молока Трудно установить минимальные потребности, т.к. могут синтезироваться в организме из аминокислот 	Выделение из продуктов животного происхождения (коровье молоко, мясо)
Лактоферрин	Концентрация в ГМ — 1,5–5 г/л и более <ul style="list-style-type: none"> Повышает абсорбцию железа Противовоспалительная, антибактериальная, противовирусная, антигрибковая функции Иммуномодулирующая активность [19, 20] 	<ul style="list-style-type: none"> Низкое содержание в коровьем молоке Нестабилен при нагревании Высокая цена 	Генная инженерия — создание рекомбинантных белков с использованием животных-продуцентов
Фитохимические элементы (ликопен, α - и β -каротин, лютеин, зеаксантин)	Биологические антиоксиданты — профилактическая и защитная функции от различных заболеваний [21]	Профиль в ГМ пропорционален содержанию в диете женщины	Производство из растительного сырья: томаты — ликопен, морковь — α - и β -каротин, листовая зелень — лютеин, зеаксантин [22]

Примечание. ГОС — галактоолигосахариды, ФОС — фруктоолигосахариды, ДЦПНЖК — длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты, ГМ — грудное молоко, КОЕ — колониеобразующая единица, ДГК — докозагексаеновая кислота, АК — арахидоновая кислота.

- Лабораторные исследования:
 - клинический анализ крови (оценивался до и после апробации);
 - копрологическое исследование — оценивалось до и после апробации и включало в себя макроскопическое (консистенция, цвет, наличие слизи,

реакция на скрытую кровь) и микроскопическое исследование кала (нейтральный жир, жирные кислоты, лейкоциты, эритроциты).

- Расчет коэффициента эффективности белка (КЭБ), отражающего прибавку массы тела на 1 г потребленного белка за 1 сут, высчитывали по формуле:

$$\text{КЭБ} = \frac{\text{Среднесуточная прибавка массы тела}}{\text{Среднее суточное количество потребленного белка}}$$

- Органолептические свойства продуктов оценивали по 5-балльной шкале (вкус, запах, цвет, степень растворения продукта, консистенция).

Порядок проведения исследования

- В исследовании участвовали 60 детей первого года жизни. Из них 30 человек — первого полугодия жизни, получавшие адаптированную молочную смесь «Хумана Эксперт 1» (производства компании «Humana GmbH», Германия), и 30 человек второго полугодия жизни, получавшие адаптированную молочную смесь «Хумана Эксперт 2».
- Контролем служила динамика клинических показателей у наблюдаемых детей в начале и по окончании исследования.
- Длительность наблюдения составила не менее 30 сут.
- В течение периода клинической апробации дети не получали другие адаптированные молочные смеси. Исследование предусматривало не менее 4 визитов пациентов к врачу и, при необходимости, общение по телефону. Родители всех детей подписали информированное согласие на участие ребенка в данном исследовании.

Назначение смесей

При введении в рацион детей смесей соблюдали следующие правила:

- смесь вводили постепенно, начиная с 10 мл в первый день в каждое кормление; далее ежедневно объем смеси увеличивали на 30–60 мл в каждое кормление до достижения необходимого возрастного объема продукта;
- полный перевод на апробируемую смесь производили в течение 5–7 сут;
- суточный объем питания подбирали соответственно возрасту и массе тела ребенка.

Необходимое количество продукта рассчитывали калорийным методом. Для детей первого полугодия жизни по формуле:

$$\text{V смеси, мл/сут} = \text{Масса тела} \times 115 \text{ ккал} \times 100/67 \text{ ккал,}$$

где 115 ккал/кг/сут — энергетическая потребность, 67 ккал — калорийность 100 мл смеси.

Объем смеси для детей второго полугодия жизни рассчитывали исходя из энергетической потребности детей в этом возрасте — 110 ккал/кг в сут — и наличия продуктов прикорма. Продукты прикорма вводили в интервале 4–6 мес согласно рекомендациям ESPGHAN и Национальной программе оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации.

Регистрация исследуемых клинико-лабораторных показателей на каждого ребенка осуществлялась в специально разработанных картах.

Помимо этого, анализировали специально разработанные анкеты для родителей, где они ежедневно указывали количество получаемого продукта, состояние кожных покровов, характер стула, появление колик, срыгиваний или метеоризма, характер аппетита.

Статистическая обработка данных

Оценку физического развития детей производили по центильным таблицам Всемирной организации здравоохранения с определением коэффициента Z-score (программа «WHO Anthro»).

Анализ результатов исследования проведен с помощью пакета программ Microsoft Office Excel v. 2003. Описание количественных признаков выполнено с помощью среднего арифметического значения (M) ± стандартное отклонение (SD). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая характеристика детей

В исследовании участвовали 60 здоровых детей (36 девочек и 24 мальчика) в возрасте от 2 до 11 мес. Физическое развитие всех детей (масса и длина тела) на момент начала исследования находилось в пределах 25–75-го центильного интервала для каждого возраста, что соответствовало средневозрастным показателям.

В качестве сопутствующей патологии у 12 (20%) детей зарегистрированы проявления рахита I степени, у 13 (21,7%) — функциональные нарушения желудочно-кишечного тракта в виде склонности к запорам ($n = 9$) и незначительных срыгиваний ($n = 4$). Клиническая характеристика представлена в табл. 3.

Показатели клинического анализа крови у всех детей на момент включения в исследование находились в пределах средневозрастных величин. В частности, среднее значение концентрации гемоглобина составило $118,6 \pm 3,2$ г/л.

Таблица 3. Клиническая характеристика наблюдаемых детей

Сопутствующая патология	Число детей	
	n	%
Рахит I степени	12	20
Функциональные нарушения желудочно-кишечного тракта, в т.ч.	13	21,7
• склонность к запорам	9	15
• срыгивания	4	6,7

Таблица 4. Химический состав и энергетическая ценность изучаемых смесей (на 1 л восстановленного продукта)

Показатели	Единицы измерения	Состав		«Технический регламент на молоко и молочную продукцию». Единые санитарные требования к адаптированным смесям*	
		«Хумана Эксперт 1»	«Хумана Эксперт 2»	0–6 мес	6–12 мес
Энергетическая ценность	ккал	670	690	640–700	640–750
Белок, в т.ч.	г	14	16	12–17	12–21
• белки молочной сыворотки	%	57%	40%	Не менее 50%	Не менее 35%
Углеводы, в т.ч.	г	70	77	65–80	70–90
• лактоза	г	66	66	Не менее 65% от общего количества углеводов	Не менее 50% от общего количества углеводов
• ГОС	г	3	5	Не нормируется	
Жир, в т.ч.	г	36	34	30–40	25–40
• линолевая кислота	мг	6540	6210	14–20% от суммы жирных кислот (4000–8000)	
• α-линоленовая кислота	мг	930	880	Не нормируется	
• ДГК	мг	72	68	Не нормируется	
• АК	мг	72	–	Не нормируется	
Витамины					
Ретинол (А)	мкг	600	550	400–1000	400–1000
Кальциферол (D)	мкг	9	9	7,5–12,5	8–21
Токоферол (Е)	мг	7	8	4–12	4–20
Витамин К ₁	мкг	42	45	25–100	25–170
Аскорбиновая кислота (С)	мг	69	120	55–150	
Тиамин (В ₁)	мкг	600	500	400–2100	
Рибофлавин (В ₂)	мкг	900	1000	500–2800	600–2800
Ниацин (РР)	мкг	4000	6000	2000–10 000	3000–10 000
Пантотеновая кислота	мкг	3700	3800	2700–14 000	3000–14 000
Пиридоксин (В ₆)	мкг	700	600	300–1000	400–1200
Биотин	мкг	25	28	10–40	
Фолиевая кислота	мкг	110	97	60–350	
Цианокобаламин (В ₁₂)	мкг	2	1,8	1,0–3,0	1,5–3,0
Холин	мг	150	98	50–350	
Инозитол	мг	46	69	20–280	
Таурин	мг	51	50	Не более 80	
L-карнитин	мг	23	20	Не более 20	
Минеральные вещества					
Кальций	мг	560	670	330–700	400–900
Фосфор	мг	310	390	150–400	200–600
Калий	мг	670	710	400–850	500–1000
Натрий	мг	230	260	150–300	
Хлориды	мг	400	380	300–800	300–800
Магний	мг	51	60	30–90	50–100
Железо	мг	6	10	3–9	7–14
Цинк	мг	5	7	3–10	4–10
Медь	мкг	380	600	300–600	400–1000
Йод	мкг	110	110	50–150	50–350
Марганец	мкг	65	70	10–300	
Селен	мкг	22	22	10–40	
Нуклеотиды	мг	23	24	Не более 35	
Зола	г	3	4	2,5–4	2,5–6,0
Осмоляльность	мОсмоль/кг	261	281	Не более 320	Не более 320

Примечание. * — изменения в «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» № 341 от 17 августа 2010 г.».

Таблица 5. Среднемесячная прибавка массы тела и роста у наблюдаемых детей, М ± SD

Показатели	Возраст детей	
	2–5 мес	6–11 мес
Среднемесячная прибавка массы тела, г/мес	680 ± 35,0	470 ± 43,0
Среднемесячная прибавка роста, см/мес	2,4 ± 0,4	2,1 ± 0,5

Стул в начале апробации у большинства наблюдаемых был переваренный, кашцеобразной консистенции, желтого цвета. У детей со склонностью к запорам стул имел плотную консистенцию и частоту 1 раз в 24–36 ч.

Микроскопическое исследование кала выявило различные патологические изменения: наличие слизи более чем у 1/2 детей (34 человека, 55,6%), жирных кислот — у 12 (20%), нейтрального жира — у 13 (21,7%), лейкоцитов до 2–3 в поле зрения — у 4 (6,6%), эритроцитов до 1–2 в поле зрения — у 2 (3,3%) детей. Реакция на скрытую кровь у всех детей была отрицательной.

Все дети находились на искусственном вскармливании с использованием различных адаптированных молочных смесей.

Переносимость и клиническая эффективность смесей

Химический состав и энергетическая ценность исследуемых адаптированных молочных смесей приведены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что указанные продукты соответствуют необходимым нормативным документам. Составы смесей сбалансированы в соответствии с пищевыми потребностями детей указанных возрастных групп.

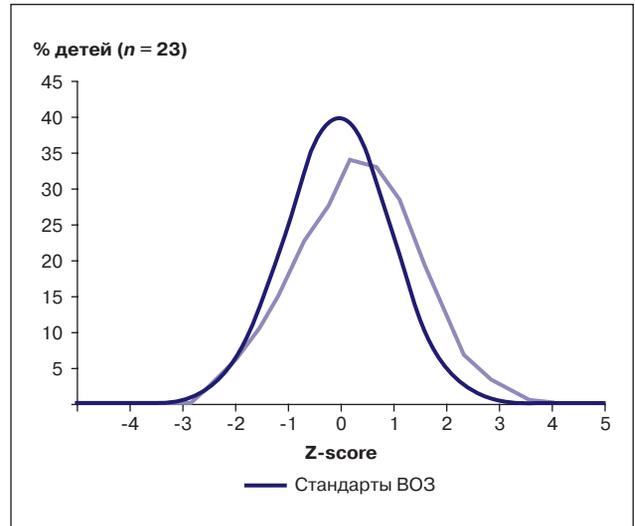
Результаты дегустации показали, что смеси имеют кремово-белый цвет, молочный запах и вкус, хорошо растворяются в воде, обладают требуемой консистенцией. Органолептические свойства характерны для молочных смесей данного типа и получили оценку 4,9 по 5-балльной системе.

Период адаптации к изучаемым смесям у большинства наблюдаемых протекал без особенностей. Дети охотно принимали их, спокойно выдерживали промежутки между кормлениями, отказов от приема зарегистрировано не было.

У большинства детей (96,7%) отмечалась хорошая переносимость продукта. Отмена смесей и исключение детей из исследования потребовалось в 2 случаях. У одного ребенка в возрасте 3 мес на 3-и сут приема продукта появилась склонность к запорам, и в дальнейшем ситуация усугублялась, в связи с чем на 6-е сут продукт был отменен. У второго ребенка в возрасте 7 мес, страдающего незначительными срыгиваниями, было зафиксировано их усиление с увеличением объема вводимого питания. В этом случае смесь была отменена на 5-е сут приема.

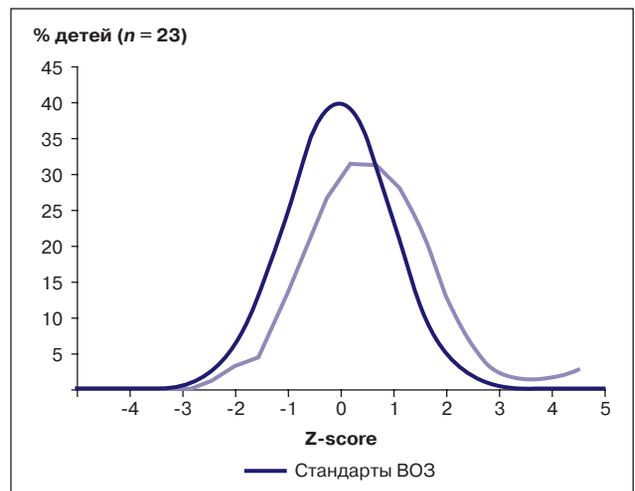
У большей части детей с функциональной недостаточностью желудочно-кишечного тракта, выражающейся в виде склонности к запорам — 7 (53,8%) из 13 детей — на 2-й нед приема изучаемых молочных продуктов отмечалась постепенная нормализация характера стула и частоты опорожнения кишечника.

Рис. 1. Z-score массы от роста детей по окончании исследования



Примечание (здесь и на рис. 2, 3). ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения.

Рис. 2. Z-score длины тела от возраста детей по окончании исследования



Среднемесячная прибавка массы тела и роста у всех наблюдаемых находилась в пределах возрастной нормы. К концу исследования показатели веса и роста соответствовали средним возрастным нормам (табл. 5).

Сравнительная оценка физического развития детей по окончании исследования представлена на рис. 1–3. Как видно из рисунков, все дети развивались гармо-

Рис. 3. Z-score массы тела от возраста детей по окончании исследования

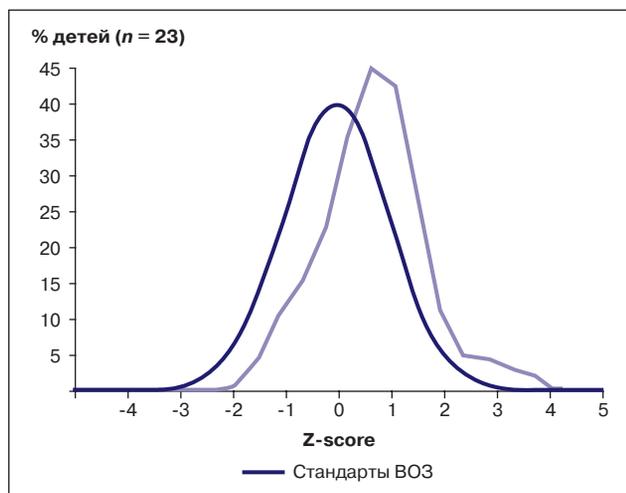
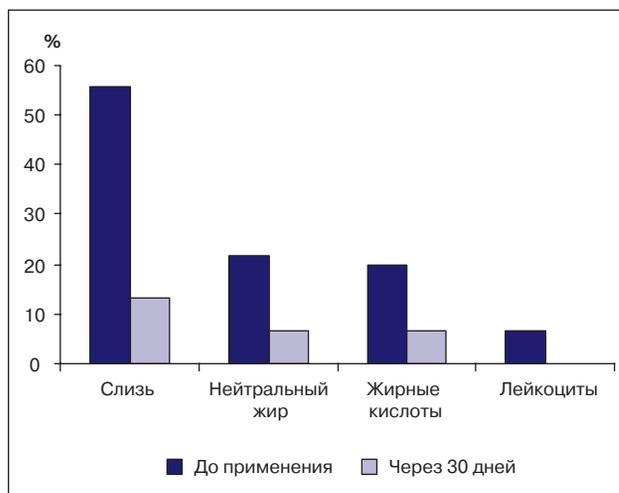


Рис. 4. Некоторые показатели микроскопического анализа кала детей до и через 30 сут от начала применения изучаемых молочных смесей



нично, масса и длина тела была близки к эталонным. При анализе Z-score было установлено, что большинство детей по изучаемым параметрам имели показатель $-1+1$ Z-score.

Для ориентировочной оценки эффективности белковой части рациона детей первого полугодия жизни, получающих изучаемую смесь, были произведены расчеты КЭБ (табл. 6).

Из табл. 6 следует, что КЭБ у детей на искусственном вскармливании указанной смесью приближается к такому у здоровых детей на грудном вскармливании. Это свидетельствует о достаточно высокой степени усвоения и утилизации белка у наблюдаемых.

Результаты оценки показателей макро- и микроскопического исследования кала в динамике представлены в табл. 7 и на рис. 4.

Из табл. 7 видно, что на фоне приема исследуемых продуктов отмечалось улучшение консистенции стула. Уменьшение содержания в стуле слизи, жирных кислот, нейтрального жира говорит о хорошей переносимости, перевариваемости и усвоении испытуемых продуктов (см. табл. 7 и рис. 3).

Показатели клинического анализа крови у всех детей также находились в пределах средних возрастных норм, концентрация гемоглобина через 1 мес наблюдения находилась в должном диапазоне (табл. 8).

Таблица 6. Коэффициент эффективности белка у детей в возрасте 5 мес (через 1 мес наблюдения), $M \pm SD$

Показатель	Вид вскармливания	
	Искусственное (Хумана Эксперт 1), расчетные данные	Грудное, по данным литературы
Коэффициент эффективности белка	$1,75 \pm 0,05$	$1,8 \pm 0,08$

Таблица 7. Характер копрологических изменений на фоне приема изучаемых молочных смесей

Характеристика стула и показателей копрограммы	Частота встречаемости признака, %	
	До назначения смеси	Через 30 сут приема смеси
Кашицеобразная консистенция стула	85	96,6
Плотная консистенция стула	15	3,3
Слизь	55,6	13,3*
Нейтральный жир	21,7	6,6
Жирные кислоты	20,0	6,6*
Лейкоциты	6,6	0
Эритроциты	3,3	0
Реакция на скрытую кровь	Отр.	Отр.

Примечание. * $p < 0,05$.

Таблица 8. Концентрация гемоглобина у детей через 1 мес наблюдения

Показатель	Возраст детей	
	2–5 мес	6–11 мес
Концентрация гемоглобина, г/л	126,3 ± 3,4	124,8 ± 2,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ химического состава изучаемых сухих адаптированных молочных смесей показал, что они имеют полноценный сбалансированный нутриентный состав, оптимальное количество белка и соотношение его фракций за счет обогащения сывороточными протеинами, содержат таурин, инозитол, L-карнитин, холин, а также антиоксидантный комплекс (селен, йод, витамины А и Е).

К безусловным достоинствам продуктов необходимо отнести присутствие в их составе таких компонентов, как ДЦПНЖК ω_3 (ДГК) и ω_6 (АК), необходимых для правильного развития головного мозга и органов зрения, познавательного и психомоторного развития младенца; пребиотиков (ГОС), способствующих росту собственной здоровой микрофлоры кишечника, комфортному пищеварению, формированию мягкого стула; нуклеотидов, участвующих в укреплении естественной иммунной защиты

организма ребенка и повышении сопротивляемости инфекциям.

Результаты клинической апробации показали хорошую переносимость исследуемых продуктов, адекватное увеличение массо-ростовых значений, соответствие показателей клинического анализа крови средним возрастным нормативам, отсутствие патологических изменений в копрологических анализах у детей в течение всего периода наблюдения.

Проведенные исследования позволяют высоко оценить качество, безопасность и эффективность использования данных смесей у здоровых детей первого года жизни, в т.ч. с минимальными проявлениями функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта в виде склонности к запорам, а также считать, что указанные продукты могут использоваться в питании детей первого года жизни, не получающих грудного вскармливания.

REFERENCES

- Lukoyanova O.L., Borovik T.E., Skvortsova V.A., Ladodo K.S. Preconditions for the creation of modern adapted milk formula with symbiotic effects. *Questions of children's dietology*. 2010; 8 (4): 49–54.
- Lukoyanova O. L. Breast milk as an etalon model for the creation of children's milk formulas. *Voprosi sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2012; 11 (4): 111–115.
- Carver J.D. Advances in nutritional modifications of infant formulas. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003; 77 (6): 1550–1554.
- Lonnerdal B. Novel insights into human lactation as a driver of infant formula development. *Nestle Nutr. Workshop Ser. Pediatr. Program*. 2010; 66: 19–29.
- Clinical dietology of children's age. Guideline for doctors. Edited by T.E. Borovik, K.S. Ladodo. *Moscow: MIA*. 2008. 608 pp.
- National program of optimization of infants' nutrition. *Moscow: Union of Pediatricians of Russia*. 2011. 68 pp.
- ESPGHAN Committee on Nutrition. Complimentary feeding: A commentary by ESPGHAN. *JPGN*. 2008; 46: 99–110.
- Agostoni C. Axelsson I., Koletzko B. et al. ESPGHAN Committee on Nutrition Prebiotic Oligosaccharides in Dietetic Products for Infants: A Commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 2004; 39 (5): 465–473.
- Boem G., Moro G., Finaro S. Content of galactosaccharides and long-chain fructooligosaccharides as prebiotics in formulas for artificial feeding. *Questions of children's dietetics*. 2005; 3 (4): 29–33.
- Saavedra J. Use of probiotics in pediatrics: rationale, mechanisms of action, and practical application. *Nutr. Clin. Pract.* 2007; 22: 351–365.
- Rambaud J.C., Buts J.P., Corthier G., Flourie B. Gut microflora. Digestive physiology and pathologie. *Paris: John Libbey Eurotext*. 2006.
- Cabrera-Rubio R., Collado M.C., Laitinen K., Salminen S., Isolauri E., Mira A. The human milk microbiome changes over lactation and is shaped by maternal weight and mode of delivery. *Am. J. Clin. Nutr.* 2012; 96 (3): 544–545.
- Lin Y.P., Versalovic J. Immunoregulation by probiotics. *Agro Food Industry hi-tech*. 2006; 17 (6): 34–37.
- Koletzko B., Agostoni C., Carlson S. et al. Long chain polyunsaturated fatty acids (LC_PUFA) and perinatal development. *Acta Paediatr. Scand.* 2001; 90: 460–465.
- Bouwstra H., Dijck-Brouwer D., Wildeman J. et al. Long-chain polyunsaturated fatty acids have a possible effects on the quality of general movements of healthy term infant. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003; 78: 313–318.
- Carver J.D., Walker W.A. The role of nucleotides in human nutrition. *Nutr. Biochem.* 1995; 6: 58–72.
- Arnaud A., Lopez-Pedrosa J.M., Torres M.I., Gil A. Dietary nucleotides modulate mitochondrial function of intestinal mucosa in weaning rats with chronic diarrhea. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 2003; 37 (2): 124–131.
- Singhal A., Kennedy R., Lanigan J., Clogh H. et al. Dietary nucleotides and Early Growth in formula-fed infants: a randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2010; 126 (4): 946–953.
- Farnaud S., Evans R.W. Lactoferrin: a multifunctional protein with antimicrobial properties. *Mol. Immunol.* 2003; 40: 395–405.
- Statue-Gracia M.T., Frankel E.N., Rangavajhyala N. et al. Lactoferrin in infant formulas: effect of oxidation. *J. Agric. Food Chem.* 2000; 48: 4984–4990.
- Gossage C.P., Deyhim M., Yamini S. et al. Carotenoid composition of human milk during the first month postpartum and the response to beta-carotene supplementation. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76 (1): 193–197.

22. Kriushnapriya S., Dhinagar K., Malathy S. et al. Database for vegetable phytochemicals and their mechanism of action. *Bioinformation*. 2012; 8 (10): 492–495. Published online 2012 May 31. Doi: 10.6026/97320630008492.
23. Braegger C., Chmielewska A., Decsi T. et al. Supplementation of infant formula with probiotics and/or prebiotics: a systematic review and comment by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *JPGN*. 2011; 52 (2): 238–250.
24. Field C., Van Aerde J., Robinson L. et al. Effect of providing a formula supplemented with long-chain polyunsaturated fatty acids on immunity in full-term neonates. *Brit. J. Nutr.* 2008; 99: 91–99.
25. Lukoyanova O. L., Borovik T. E., Zvonkova N. G., Semenova N. N., Skvortsova V. A. Opportunities of use of Russian adapted milk formula with semi-hydrolyzed protein in nutrition of children 0–6 months old. *Voprosi sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2011; 10 (4): 93–99.