

УДК [616-053.3+613.952+615.456+612.392]-303.447.3

DOI: 10.56871/CmN-W.2025.32.79.015

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КАЛЬКУЛЯТОР ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ: РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

© Федор Петрович Романюк, Ирина Михайловна Шатилло,
Денис Максимович Конюхов

Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова. 191015, г. Санкт-Петербург,
ул. Кирочная, д. 41, Российская Федерация

Контактная информация

Денис Максимович Конюхов — неонатолог, анестезиолог-реаниматолог. E-mail: konuchovdenis@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6457-1125>

Для цитирования:

Романюк Ф.П., Шатилло И.М., Конюхов Д.М. Автоматизированный калькулятор парентерального питания новорожденных: разработка и оценка эффективности в клинической практике. *Children's Medicine of the North-West*. 2025;13(1):186–192.

DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2025.32.79.015>

Поступила: 22.12.2024

Одобрена: 14.01.2025

Принята к печати: 09.02.2025

РЕЗЮМЕ. Введение. Планирование и расчет адекватной нутритивной поддержки для удовлетворения метаболических потребностей новорожденных с различным сроком гестации является важной повседневной задачей в практике врача-реаниматолога в отделении интенсивной терапии и реанимации новорожденных (ОРИТН). Это занимает много времени, требует от врача практических знаний, умений, навыков и сопряжено с риском возникновения потенциально фатальных ошибок. **Цели.** Оптимизировать методологию расчета парентерального питания в практике врача-реаниматолога с использованием калькулятора парентерального питания (КПП) у новорожденных с различным сроком гестации. **Материалы и методы.** Проанализированы данные мировой литературы по использованию и внедрению КПП в разных клиниках мира. С учетом результатов зарубежной литературы и российских рекомендаций по парентеральному питанию новорожденных, был разработан собственный прототип КПП. Созданный автоматизированный калькулятор тестировался в двух группах врачей-реаниматологов в ОРИТН с разным опытом работы. **Результаты и обсуждение.** Разработанный нами КПП успешно прошел испытания в клинической практике ОРИТН и показал высокую удовлетворенность врачей при его использовании. В группе врачей с опытом работы более 4 лет среднее время, затраченное на решение одного стандартного клинического сценария (СКС) при использовании КПП, составляло 2 мин 4 с против 4 мин 31 с без использования КПП. Для группы врачей с опытом работы менее 4 лет различия были еще более выраженными: СКС — 2 мин 5 с против 6 мин 10 с. **Заключение.** Внедрение КПП открывает перспективы для оптимизации расчетов ПП, что ведет к экономии времени врачей и повышению точности результатов. В дальнейших исследованиях целесообразно проанализировать влияние КПП на уменьшение количества клинических ошибок и изучить возможность его интеграции в электронные медицинские записи для стандартизации и улучшения практики неонатальной помощи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: неонатология, калькулятор, автоматизация, безопасность пациентов, интенсивная терапия новорожденных, инфузионная терапия

DOI: 10.56871/CmN-W.2025.32.79.015

AUTOMATED CALCULATOR FOR PARENTERAL NUTRITION IN NEWBORNS: DEVELOPMENT AND EVALUATION OF EFFECTIVENESS IN CLINICAL PRACTICE

© Fedor P. Romanyuk, Irina M. Shatillo,
Denis M. Koniukhov

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. 41 Kirochnaya str., Saint Petersburg 191015
Russian Federation

Contact information

Denis M. Koniukhov — neonatologist, anesthesiologist-intensivist. E-mail: konuchovdenis@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6457-1125>

For citation:

Romanyuk FP, Shatillo IM, Koniukhov DM. Automated calculator for parenteral nutrition in newborns: development and evaluation of effectiveness in clinical practice. *Children's Medicine of the North-West*. 2025;13(1):186–192. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2025.32.79.015>

Received: 22.12.2024

Revised: 14.01.2025

Accepted: 09.02.2025

ABSTRACT. Introduction. Planning and calculating adequate nutritional support to meet the metabolic needs of newborns with varying gestational ages is an essential daily task for a resuscitator in the neonatal intensive care unit. This process is time-consuming, requiring the physician's practical knowledge, skills, and expertise, and is associated with the risk of potentially fatal errors. **Purposes.** To optimize the methodology for calculating parenteral nutrition in the practice of resuscitators using a parenteral nutrition calculator (PNC) for newborns with different gestational ages. **Materials and methods.** Data from global literature on the use and implementation of PNC in various clinics worldwide were analyzed. Based on the results from international literature and Russian recommendations on neonatal parenteral nutrition, a proprietary PNC prototype was developed. The automated calculator was tested in two groups of resuscitators in the neonatal intensive care unit (NICU) with varying levels of experience. **Results and discussion.** The developed PNC successfully underwent clinical trials in the NICU and demonstrated high levels of physician satisfaction with its use. In the group of physicians with over 4 years of experience, the average time spent completing one clinical case scenario (CCS) using the PNC was 2 minutes 4 seconds, compared to 4 minutes 31 seconds without the PNC. In the group of physicians with less than 4 years of experience, the differences were even more pronounced: 2 minutes 5 seconds with the PNC, compared to 6 minutes 10 seconds without it. **Conclusions.** The developed PNC demonstrates a real opportunity to optimize PN calculations, reduce the time burden on physicians, and minimize errors. Future studies should analyze the impact of the PNC on reducing clinical errors and explore the possibility of integrating it into electronic medical records to further standardize and improve neonatal care practices.

KEYWORDS: neonatology, calculator, automation, patient safety, neonatal intensive care, infusion therapy

ВВЕДЕНИЕ

Повышение безопасности пациентов является главным приоритетом систем здравоохранения во всем мире. Отчеты из разных частей мира показывают, что врачебные ошибки по-прежнему ставят под угрозу безопасность и здоровье пациентов в стационарах [1–4]. Новорожденные в отделениях интенсивной терапии особенно уязвимы для врачебных ошибок из-за их общей незрелости, низкой массы тела, которая быстро изменяется со временем, необходимости трудоемких, подверженных ошибкам, расчетов доз или разведений, тяжести их заболевания и особенностей используемых лекарств [3, 5].

Согласно недавнему систематическому обзору, частота врачебных ошибок варьирует от 5,5 до 77,9 на 100 назначений лекарственных препаратов [4]. Наиболее распространенными были случаи неправильного дозирования препаратов. На действия, связанные с неправильными решениями врачей, приходится 47,2% всех зафиксированных инцидентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии новорожденных (ОРИТН) [5]. При этом случаи, приводящие к негативным последствиям для здоровья пациентов, встречаются в ОРИТН в восемь раз чаще, чем в отделениях реанимации и интенсивной терапии для взрослых [6].

В практике неонатальной реанимации важным элементом работы является планирование и расчет адекватной нутритивной поддержки для обеспечения метаболических потребностей больных или недоношенных новорожденных. Это отнимает много времени, требует от врача практических знаний и опыта. Все это сопряжено с риском возникновения потенциально фатальных ошибок. Ежедневно время для расчета питания на одного пациента составляет примерно 10 мин, что в сумме достигает более 1 часа для ОРИТН на восемь коек. До 50% всех назначений растворов для парентерального питания (ПП) содержат ошибки в расчетах или упущения, требующие перерасчета или даже повторного смешивания раствора для питания. Это материально затратно и требует дополнительного времени врачей и медсестер. При этом не всегда эти ошибки выявляются вовремя. По данным Institute for Safe Medication Practices (ISMP) от октября 2006 года, в медицинском центре Саммерлин в результате ошибки при назначении парентерального питания новорожденный получил летальную дозу цинка. В 2010 году в больнице Адвокейт Лютеран погиб недоношенный новорожденный (груд-

ное вскармливание (ГВ) 24 недели, массой 680 г) из-за ошибки при назначении ПП, в результате чего он получил дозу натрия, в 60 раз превышающую необходимую.

В мире существуют компьютерные программы, поддерживающие расчет планов парентерального питания. Большинство из них предназначены для взрослых или детей старшего возраста (например, [7, 8]) без учета специфических потребностей новорожденных (потребность в большом объеме жидкости, калораже, относительно более высокой потребности в белке и микронутриентах). Имеется несколько педиатрических программ для планирования парентерального питания, охватывающих также группу новорожденных и недоношенных детей [9, 10]. Эти программы сокращают объем рутинной работы и приближают питание детей к оптимальному. Большинство систем адаптированы к потребностям конкретного ОРИТН, и их переносимость в другие отделения сильно ограничена из-за различий в клиническом подходе (политика объемов жидкости, скорости расширения, включения или исключения дополнительных питательных веществ, точность расчетов, доступность различных растворов и марок, и т. д.).

Акцентируя внимание на этой широко известной проблемной области — назначении парентерального питания, — мы провели анализ данных из зарубежной и отечественной литературы и сопоставили их с результатами, полученными в ходе нашей работы по оптимизации ПП.

ЦЕЛИ

Разработка и внедрение усовершенствованной методологии расчета парентерального питания с использованием КПП, что позволит улучшить клинические исходы у новорожденных, оптимизировать работу врачей-реаниматологов и повысить качество медицинской помощи в неонатологии. Это особенно актуально в условиях современных отделений реанимации, где точность и оперативность принятия решений играют ключевую роль в спасении жизни и здоровья новорожденных пациентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами был проанализирован опыт использования калькуляторов парентерального питания (КПП) коллег из стран США, Австрии, Израиля, Польши и Великобритании за период с 1989 по 2020 годы.

Christoph U. Lehmann и соавт. из Университета Джонса Хопкинса в статье «Preventing Provider Errors: Online Total Parenteral Nutrition Calculator» [11] докладывают о том, что Медицинский центр Джонса Хопкинса смог перейти от бумажного оформления заказов на ПП для новорожденных к электронной программе оформления заказов в течение трех недель, используя собственные ресурсы [10]. Что еще более важно, им удалось сократить среднее количество ошибок с 10,8 на 100 бумажных заказов ПП до 1,2 (снижение на 89%) за счет использования этого электронного формата. Наибольшее сокращение они обнаружили в следующих категориях: неточности в расчетах, осмоляльность вне допустимого диапазона и проблемы, связанные с недостаточным пониманием принципов назначения ПП.

В другом исследовании Gnigler и соавт. [12] показали, что после внедрения компьютерной программы для заказов ПП у новорожденных обеспечение белком и липидами в первые 5 дней жизни было у них выше, а продолжительность ПП была короче.

Своим опытом разработки калькулятора ПП для новорожденных поделились K. Huston и соавт. из Аризонского исследовательского института [13]. Они разработали калькулятор ПП для Детского госпиталя Ранделла и провели ретроспективное сравнение результатов внедрения этой системы, акцентировав внимание на скорости достижения необходимых объемов по основным нутриентам и электролитам. Среднее потребление белка составляло 97–99% целевого показателя для новорожденных крайне (≤ 1000 г) и очень (1001–1500 г) низкой массы при рождении в группе с использованием калькулятора по сравнению с 87% целевого показателя для группы ручных расчетов. При этом в группе, где расчеты выполнялись вручную, у 7,6 на 100 заказов значения превышали рекомендуемые нормы потребления аминокислот, а у 11,5 на 100 заказов показатели оказались ниже установленных рекомендаций. Использование калькулятора увеличило уровень потребления кальция у младенцев с массой при рождении ≤ 1000 г ($46,6 \pm 6,1$ против $39,5 \pm 8,0$ мг/кг в сутки, $p < 0,001$) и > 1500 г ($50,6 \pm 7,4$ против $39,9 \pm 8,3$ мг/кг в сутки, $p < 0,001$). Среднее количество ошибок сократилось с 4,6 на 100 до 0,1 на 100.

W. Horn и соавт. разработали VIE-PNN (Vienna expert system for calculating parenteral nutrition of neonates, Венская экспертная система для парентерального питания новорожденных) [14], чтобы сократить ежедневную рутинную работу и умень-

шить количество ошибок при расчете. На момент написания их статьи уже более 3 лет все планы парентерального питания у них рассчитывались с помощью VIE-PNN. Оценивая производительность системы и удовлетворенность пользователей, они ретроспективно проанализировали более 5000 назначений питания, хранящихся в базе данных VIE-PNN. При использовании VIE-PNN назначения рассчитывались в среднем за 2,4 минуты по сравнению с 7,1 минуты при применении карманного калькулятора. Ошибки в назначениях питания были обнаружены в 22% против 56%.

Недавнее исследование Papandreou и соавт. [15] также продемонстрировало, что введение программы КПП увеличило потребление белка и липидов, а также калоража на 8-й и 15-й день жизни. Авторы обнаружили аналогичные результаты в отношении обеспечения питательными веществами, с дополнительными преимуществами в линейном росте, уменьшении потери и более быстром восстановлении первоначальной массы. Чтобы оценить рабочий процесс при использовании КПП, авторы провели опрос, результаты которого показали, что большинство врачей считают программу полезным и удобным инструментом, который помогает в расчетах. Было отмечено заметное сокращение времени, необходимого для оформления рецепта (с 7,1 до 1,1 мин/рецепт).

Для оценки эффективности применения автоматизированных расчетных систем нами был разработан собственный прототип КПП. Информация для разработки базировалась на стандартах энтерального питания и инфузионной терапии у новорожденных [16], а также данных по составу питательных смесей от основных производителей, разрешенных для применения на территории РФ. Прототип был создан с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Разработка включала в себя следующие этапы.

1. Определение функциональных требований. Были определены ключевые функции КПП, какие дозировочные расчеты он должен выполнить и какие вещества при этом будут использоваться.

2. Проектирование интерфейса. Создан интерфейс, обеспечивающий удобство использования и интуитивное понимание врачами неонатальной реанимации (рис. 1).

3. Разработка алгоритмов расчета. Формулы для расчетов были разработаны и оптимизированы для использования в программе Microsoft Excel. Такие величины, как УМТ, объем, количество белка и ккал в ЭП, УН, объем ИТ, скорость инфузии, а также требуемое

Вес при рождении/Birth weight	<u>2500</u>	г(г)
Вес сейчас/Weight now	<u>2460</u>	г(г)
Объем питания/Nutrition volume	<u>30</u>	мл(ml)
Вид смеси/Type of formula	<u>NUTR</u>	
УМТ/LoBW	<u>1,6</u>	%
Объем ЭП/Volume EN	<u>98</u>	мл/кг/сут (ml/kg/day)
Белок ЭП/Protein EN	<u>1,3</u>	г/кг/сут (g/kg/day)
Ккал ЭП/Kcal EN	<u>63,4</u>	кКал/кг/сут (Kcal/kg/day)

ФП/FR	<u>150</u>	мл/кг (ml/kg)
Глюкоза/Glucose	<u>15</u>	%
Белок/Protein	<u>3,60</u>	г/кг (g/kg)
Ca	<u>0,5</u>	ммоль/кг (mmol/kg)
K	<u>2</u>	ммоль/кг (mmol/kg)
Другое/Other	<u>0</u>	

УН/GI	<u>2,6</u>	мг/кг/мин (mg/kg/min)
Объем ИТ/Volume IT	<u>129</u>	мл (ml)
v	<u>5,4</u>	мл/час (ml/hr)

Объем глюкозы/Glucose volume	<u>62,5</u>	мл (ml)
Объем белка/Protein volume	<u>57,36</u>	мл (ml)
Ca	<u>5,4</u>	мл (ml)
K	<u>3,7</u>	мл (ml)

0,5 - 1 ммоль/кг (mmol/kg)
2-3 ммоль/кг (mmol/kg)

Рис. 1. Калькулятор парентерального питания новорожденных: ИТ — инфузионная терапия; УМТ — убыль массы тела; УН — углеводная нагрузка; ФП — физиологическая потребность; ЭП — энтеральное питание; v — скорость инфузии

Fig. 1. Parenteral Nutrition Calculator for Newborns: IT — infusion therapy; LoBW — loss of body weight; GI— glucose infusion rates; FR — fluid requirements, EN — enteral nutrition; v — infusion rate

количество растворов глюкозы, белка и электролитов на сутки рассчитывается автоматически.

4. Тестирование системы. Проведенное тестирование включало проверку функциональности и точности расчетов КПП на тестовых данных и в реальных клинических ситуациях.

5. Доработка и оптимизация. На основании обратной связи и результатов тестирования проведены улучшения и оптимизация работы калькулятора, с целью повышения удобства и интуитивности использования КПП в клинической практике.

Для оценки эффективности КПП были сформированы две группы врачей: те, у кого стаж работы в ОРИТН составлял более 4 лет (8 человек), и те, у кого стаж менее 4 лет (16 человек). Исследование охватило 6 стандартных клинических сценариев (СКС), каждый из которых включал в себя массу новорожденного на момент расчетов и при рождении, гестационный и хронологический возраст, объем усваиваемой смеси и ее название. Расчеты, которые требовалось провести, включали в себя: убыль массы тела (УМТ), объемы глюкозы, Ca, K, аминокислот, углеводную нагрузку (УН) и калораж ПП. Эти сценарии были рандомизированы и распределены между испытуемыми для обеих экспериментальных групп (с использованием КПП и без него). Испытуемые выполняли расчеты по одному варианту СКС в день в случайном порядке.

В феврале 2024 года разработанный КПП был испытан в клинической практике с целью демонстрации типичного примера его использования. Мальчик Л. родился от 5-й беременности, 4-х родов. Гестационный возраст 31 0/7 нед. Масса при рождении 1700 г. Апгар 7/7. Через 9 часов после рождения в состоянии крайней степени тяжести он был переведен на ОРИТН с диагнозом: Синдром дыхательного расстройства у новорожденного. Дыхательная недостаточность (ДН) III степени. Недоношенность (31 0/7 нед). Перинатальный контакт по вирусу иммунодефицита человека (ВИЧ). Перинатальный контакт по гепатиту С. Поступил на первые сутки жизни, с массой 1650 г, на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), с потребностью в инотропной поддержке (добутамин, допамин).

В связи с тяжестью состояния новорожденный не был способен усваивать полный объем еды энтерально и потребовал назначения парентерального питания. Для расчета инфузии использовался разработанный нами КПП. Имея вводные данные (гестационный возраст, масса тела при рождении, масса на момент поступления, объем и состав получаемой ребенком энтерально смеси, скорость инфузии инотропных препаратов), в течение 3 мин мы получили все необходимые данные для инфузионной терапии: объемы глюкозы, липидов, аминокислот, электролитов, гепарина, витаминов, а также

рекомендуемую скорость инфузии данных веществ. Были также получены дополнительные данные, необходимые в практике врача — неонатального реаниматолога: убыль массы тела, суммарная калорийность, объем жидкости, количество белков, жиров и углеводов, которые ребенок получает суммарно с энтеральным и парентеральным питанием.

Таким образом, было сэкономлено время, которое было крайне необходимо на оказание помощи новорожденному (коррекция респираторной и инотропной поддержки, перерасчет антибактериальной терапии). При этом нагрузка на персонал была снижена, а риск развития негативных эффектов, ассоциированных с ошибками расчета инфузии, был максимально нивелирован.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Современные технологии позволили разработать передовые компьютеризированные системы заказа ПП. Такое программное обеспечение для расчета питания обеспечивает недорогой и простой в использовании метод правильного подбора дозировок питательных веществ. Доказано, что использование автоматизированного составления рецепта ускоряет расчеты и позволяет избегать в них ошибок. Программы назначения ПП являются ценным образовательным инструментом для молодых врачей, не имеющих опыта в расчетах объема питания. Эти инструменты также облегчают взаимодействие между назначающей клинической командой и отделом фармации.

Компьютерные программы для заказа ПП широко используются в мировой практике. Время, необходимое для написания и доставки заказов ПП, и количество ошибок в расчетах значительно меньше при использовании компьютерных методов расчетов, чем при ручных. Применение КПП привело к значимому улучшению динамики массы тела новорожденных, а также оптимизации состава питательных веществ для ПП по калорийности, белку, жирам, углеводам, кальцию и фосфату. Кроме того, улучшилась концентрация щелочной фосфатазы в крови. Все это позволяет раньше достичь целей по потреблению калорий и белка и улучшить электролитный статус у недоношенных детей по сравнению с ручным методом расчета. Доступные программы могут быстро создавать план питания с меньшей вероятностью чрезмерной УН, осмолярности смеси и калоража.

При этом все исследователи отмечают отсутствие на данный момент доступных коммерческих систем, которые позволили бы свободно и без лиш-

них усилий внедрить калькуляторы для ПП в практике стационара.

Разработанный нами КПП успешно прошел испытания и показал хорошие результаты удовлетворенности врачей при его использовании. При анализе данных, собранных в ходе исследования, были выявлены четкие свидетельства сокращения затрачиваемого времени. В группе врачей с опытом работы более 4 лет среднее время, затраченное на решение одного СКС при использовании КПП, составляло 2 мин 4 с против 4 мин 31 с без использования КПП. Для группы врачей с опытом работы менее 4 лет различия были еще более выраженными: 2 мин 5 с против 6 мин 10 с соответственно.

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о достоверно значимом различии во времени, потраченном на решение СКС в обеих группах. При этом в группе врачей со стажем менее 4 лет различия значительно более выраженные. Это позволяет выдвинуть предположение о более явном влиянии КПП на скорость расчета инфузии у неопытных врачей. При этом отмечается, что в обеих группах среднее время при использовании КПП близко к равному.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программное обеспечение для компьютеризированного назначения ПП должно стать доступным всем ОРИТН. Оно позволяет сэкономить время, уменьшить количество ошибок при назначении инфузионной терапии и улучшить качество питания новорожденных. Такие программы должны помогать врачу находить наиболее оптимальное и при этом индивидуальное решение. Разработанный КПП демонстрирует реальную возможность оптимизации расчета ПП для сокращения времени, затрачиваемого врачами, и минимизации ошибок. В дальнейших исследованиях целесообразно проанализировать влияние КПП на уменьшение количества клинических ошибок и изучить возможность его интеграции в электронные медицинские записи для стандартизации и улучшений в практике неонатальной помощи.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. All authors made significant contributions to the development of the concept, the

conduct of the study, and the preparation of the article, and they have read and approved the final version prior to publication.

Funding information. The authors declare that there was no external funding received for the conduct of this study.

Conflict of interest. The authors declare there are no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Alghamdi A.A., Keers R.N., Sutherland A., Ashcroft D.M. Prevalence and Nature of Medication Errors and Preventable Adverse Drug Events in Paediatric and Neonatal Intensive Care Settings: A Systematic Review. *Drug Saf.* 2019;42(12):1423–36.
2. Ochoa-Sangrador C., Brezmes-Valdivieso M.F., Gil-Valino C., Pediatric Parenteral Nutrition Mixtures Design Program: Validity and Stability Study, *Comput Biomed Res.* 1995;28:271–281.
3. Picart D., Guillois B., Nevo L., Alix D. A Program for Parenteral and Combined Parenteral and Enteral Nutrition of Neonates and Children in an Intensive Care Unit, *Intensive Care Med.* 1989;15:179–18.
4. Gnigler M., Schlens B., Kiechl-Kohlendorfer U., Rüdiger M., Navarro-Psihas S. Improved weight gain in very-low-birth-weight infants after the introduction of a self-created computer calculation program for individualized parenteral nutrition. *Pediatr Neonatol.* 2014;55(1):41–7. DOI: 10.1016/j.pedneo.2013.05.010.
5. Horn W., Popow C., Miksch S., Kirchner L., Seyfang A. Development and evaluation of VIE-PNN, a knowledge-based system for calculating the parenteral nutrition of newborn infants. *Artif Intell Med.* 2002;24(3):217–28. DOI: 10.1016/s0933-3657(01)00105-1.
6. Huston R.K., Markell A.M., McCulley E.A., Marcus M.J., Cohen H.S. Computer programming: quality and safety for neonatal parenteral nutrition orders. *Nutr Clin Pract.* 2013;28(4):515–21. DOI: 10.1177/0884533613490741.
7. Lehmann C.U., Conner K.G., Cox J.M. Preventing provider errors: online total parenteral nutrition calculator. *Pediatrics.* 2004;113(4):748–53. DOI: 10.1542/peds.113.4.748.
8. Piert M., Kistler D., Hettich R. Computer-assisted Infusion and Nutrition Planning in an Intensive Care Unit, *Intensive Care Med.* 1989;15:121–125.
9. Mulac A., Taxis K., Hagesaether E., Gerd Granas A. Severe and fatal medication errors in hospitals: findings from the Norwegian Incident Reporting System. *European journal of hospital pharmacy : science and practice.* 2021;28 (Suppl 2):e56–61.
10. Nguyen M.R., Mosel C., Grzeskowiak L.E. Interventions to reduce medication errors in neonatal care: a systematic review. *Therapeutic advances in drug safety.* 2018;9(2):123–155. DOI: 10.1177/2042098617748868.
11. Schloerb P.R. Electronic Parenteral and Enteral Nutrition. *J Parenter Enteral Nutr.* 2000;24:23–29.
12. Papandreou P., Ntountaniotis D., Skouroliaou M., Massara P., Siahianidou T. Does a parenteral nutrition decision support system for total nutrients improve prescription procedure and neonatal growth? *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34(5):747–754. DOI: 10.1080/14767058.2019.1615432.
13. Pawluk S., Jaam M., Hazi F., Al Hail M.S., El Kassem W., Khalifa H., Thomas B., Abdul Rouf P. A description of medication errors reported by pharmacists in a neonatal intensive care unit. *Int J Clin Pharm.* 2017;39(1):88–94.
14. Stavroudis T.A., Shore A.D., Morlock L., Hicks R.W., Bundy D., Miller M.R. NICU medication errors: identifying a risk profile for medication errors in the neonatal intensive care unit. *J Perinatol: official journal of the California Perinatal Association.* 2010;30(7):459–468. DOI: 10.1038/jp.2009.186.
15. Voskanyan Yu.E. Epidemiology of Medical Errors and Incidents in Emergency Medicine. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care".* 2022;11(2):301–316. DOI: 10.23934/2223-9022-2022-11-2-301-316.
16. Володин Н.Н. Парентеральное питание новорожденных. Клинические рекомендации. Российская ассоциация специалистов перинатальной медицины совместно с Ассоциацией неонатологов, Союз педиатров России. 2015. Volodin N.N. Parenteral nutrition of newborns. *Klinicheskiye rekomendatsii. Rossiyskaya assotsiatsiya spetsialistov perinatal'noy meditsiny sovmestno s Assotsiatsiyey neonatologov, Soyuz pediatrov Rossii.* 2015. (In Russian).