

Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 8.

Экспериментальное изучение иммунотоксичности перфторуглеродного препарата «Фторэмульсия III»

**© Воробьев*[†] Сергей Иванович, Пирожков Сергей Викторович,
Болевич Сергей Бранкович, Тарабрин Евгений Александрович,
Явлиева Коха Хазбулатовна, Морган Бэлла Исаевна,
Сигаев Евгений Александрович, Сергеева Светлана Павловна**

*Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). Трубецкая улица, 8,
стр.2. г. Москва, 119991. Россия. Тел.: +7 (495) 609-14-00. E-mail: 9651216303@mail.ru*

*Ведущий направление; [†]Поддерживающий переписку

Ключевые слова: перфторуглеродные эмульсии, иммунотоксичность.

Аннотация

Изучался перфторуглеродный кровезаменитель с газотранспортной функцией – препарат «Фторэмульсия III» на иммунотоксичность у мышей. Проведенные экспериментальные исследования иммунотоксических свойства лекарственной формы кровезамещающего препарата «Фторэмульсия III» показали, что препарат практически не оказывает токсического действия на организм теплокровных лабораторных животных (грызунов). Сравнительное изучение полученных данных показывает, что препарат «Фторэмульсия III» не обладает стимулирующим либо ингибирующим действием в отношении реакции гиперчувствительности замедленного типа у самок мышей СВА в дозах 5 и 25 мл/кг.

Полученные данные по изучению возможных иммунотоксических эффектов препарата «Фторэмульсия III» при его внутривенном применении в дозах 5 и 25 мл/кг показывают, что исследуемый препарат не оказывает иммунотоксического действия на организм животных. При этом выявлено, что внутривенное введение перфторуглеродного кровезаменителя препарата «Фторэмульсия III» не приводило к изменению массы центральных органов иммунной системы животных. Показано, что препарат «Фторэмульсия III» не обладает иммунотоксическими свойствами, выявляемыми по оценке фагоцитарной активности макрофагов. Установлено, что препарат «Фторэмульсия III» не вызывает гуморальный иммунный ответ к эритроцитам барана, то есть не вызывает усиление биосинтеза антител к бараньим эритроцитам (в том числе и IgG-антител). Определено, что внутривенное введение препарат «Фторэмульсия III» не оказывает иммунотоксического действия на организм животных.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Воробьев С.И., Пирожков С.В., Болевич С.Б., Тарабрин Е.А., Явлиева К.Х., Морган Б.И., Сигаев Е.А., Сергеева С.П. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 8. Экспериментальное изучение иммунотоксичности перфторуглеродного препарата «Фторэмульсия III». *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.87. №7. С.76-83. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-76

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Воробьев С.И., Пирожков С.В., Болевич С.Б., Тарабрин Е.А., Явлиева К.Х., Морган Б.И., Сигаев Е.А., Сергеева С.П. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 8. Экспериментальное изучение иммунотоксичности перфторуглеродного препарата «Фторэмульсия III». *Бутлеровские сообщения* С. 2026. Т.14. №3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-76/ROI-jbc-C/26-14-3-1 (Russian)

The output for citing the English online version of the article:

Sergey I. Vorobyev, Sergey V. Pirozhkov, Sergey B. Bolevich, Evgeny A. Tarabrin, Koha K. Yavlieva, Bella I. Morgan, Evgeniy A. Cigaev, Svetlana P. Sergeeva. Perfluorocarbon emulsions: Composition and application. Part 8. Experimental study of the immunotoxicity of a perfluorocarbon blood substitute emulsion “Ftoemulsion III”. *Butlerov Communications* C. 2026. Vol.14. No.3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-76/ROI-jbc-C/26-14-3-1

Литература

- [1] Воробьев С.И., Болевич С.Б., Морозова Е.В. и др. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 1. Применение эмульсии перфторорганических соединений в эксперименте при ишемически-реперфузионном повреждении изолированного сердца крысы. *Бутлеровские сообщения С.* **2023**. Vol.5. No.1. Id.10. DOI: 10.37952/ROI-jbc-RC/23-5-1-10 [Sergey I. Vorobyev, Sergey B. Bolevich, Elena V. Morozova, Alexandra S. Orlova, Stefania S. Bolevich, Kokhsa Kh. Yavlieva, Maria V. Kartasheva, Bella I. Morgan, Michael V. Saulin, Vladimir Yakovlevich. Perfluorocarbon emulsions: composition and application. Part 1. Application of an emulsion of perfluoroorganic compounds in an experiment with ischemic reperfusion injury of an isolated rat heart. *Butlerov Communications C.* **2023**. Vol.5. No.1. Id.10. DOI: 10.37952/ROI-jbc-C/23-5-1-10]
- [2] Воробьев С.И., Болевич С.Б., Королёва К.С. и др. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 2. Некоторые вопросы биомедицинской безопасности применения препаратов на основе эмульсий перфторуглеродов. *Бутлеровские сообщения С.* **2023**. Vol.5. No.2. Id.8. DOI: 10.37952/ROI-jbc-RC/23-5-2-8 [Sergey I. Vorobyev, Sergey B. Bolevich, Kira S. Koroleva, Alexander B. Saltykov, Marina A. Fokina, Tatiana G. Sinelnikova, Sultan I. Shabaev, Gusen K. Yahyaev, Zaira M. Tochieva, Anush I. Agabekyan. Perfluorocarbon emulsions: composition and application. Part 2. Some issues of biomedical safety of the use of drugs based on perfluorocarbon emulsions. *Butlerov Communications C.* **2023**. Vol.5. No.2. Id.8. DOI: 10.37952/ROI-jbc-C/23-5-2-8]
- [3] Воробьев С.И., Болевич С.Б., Салтыков А.Б. и др. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 3. Влияние физико-химических факторов на биологические свойства термодинамически неустойчивых дисперсных систем – перфторуглеродных эмульсий. *Бутлеровские сообщения.* **2023**. Т.75. №7. С.85-98. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-75-7-85 [Sergey I. Vorobyev, Sergey B. Bolevich, Alexander B. Saltykov, Stefania S. Bolevich, Kira S. Koroleva, Marina A. Fokina, Tatiana G. Sinelnikova, Kokhsa Kh. Yavlieva, Bella I. Morgan, Maria K. Kartasheva. Perfluorocarbon emulsions: composition and application. Part 3. Influence of physicochemical factors on the biological properties of thermodynamically unstable disperse systems – perfluorocarbon emulsions. *Butlerov Communications C.* **2023**. Vol.6. No.3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-C/23-6-3-1]
- [4] Воробьев С.И., Болевич С.Б., Пирожков С.В., Орлова А.С., Королёва К.С. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 4. Физико-химический и биомедицинский анализ перфторуглеродной кровезамещающей эмульсии – «Перфторан-плюс». *Бутлеровские сообщения А.* **2026**. Т.12. №1. Id.8. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-2/ROI-jbc-RA/26-12-1-8 [Sergey I. Vorobyev, Sergey B. Bolevich, Sergey V. Pirozhkov, Alexandra S. Orlova, Kira S. Koroleva. Perfluorocarbon emulsions: composition and application. Part 4. Physico-chemical and biomedical analysis of perfluorocarbon blood-substituting emulsion – “Perftoran-plus”. *Butlerov Communications A.* **2026**. Vol.12. No.1. Id.8. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-2/ROI-jbc-A/26-12-1-8]
- [5] Воробьев С.И., Болевич С.Б., Пирожков С.В., Орлова А.С., Королёва К.С. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 5. Низкоконцентрированные многокомпонентные перфторуглеродные эмульсии – «ФТОРАНЫ», их физико-химические и биологические свойства. *Бутлеровские сообщения А.* **2026**. Т.12. №1. Id.9. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-33/ROI-jbc-RA/26-12-1-9. [Sergey I. Vorobyev, Sergey B. Bolevich, Sergey V. Pirozhkov, Alexandra S. Orlova, Kira S. Koroleva. Perfluorocarbon emulsions: composition and application. Part 5. Low-concentrated multi-component perfluorocarbon emulsions – “FTORANs” and their physicochemical and biological properties. *Butlerov Communications A.* **2026**. Vol.12. No.1. Id.9. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-33/ROI-jbc-A/26-12-1-9]
- [6] Воробьев С.И., Пирожков С.В., Болевич С.Б., Орлова А.С., Сергеева С.П. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 6. Перфторуглеродный кровезамещающий препарат «Фторэмульсия III» – изучение острой токсичности. *Бутлеровские сообщения А.* **2026**. Т.13. №3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-4-1/ROI-jbc-RA/26-13-2-1 [Sergey I. Vorobyev, Sergey V. Pirozhkov, Sergey B. Bolevich, Alexandra S. Orlova, Svetlana P. Sergeeva. Perfluorocarbon emulsions: Composition and application. Part 6. Perfluorocarbon blood substitute “Ftoremulsion III” – acute toxicity study. *Butlerov Communications A.* **2026**. Vol.13. No.2. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-4-1/ROI-jbc-A/26-13-2-1]
- [7] Воробьев С.И., Пирожков С.В., Болевич С.Б., Орлова А.С., Сергеева С.П., Величко Э.В., Вуколова М.Н. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 7. Изучение субхронической токсичности перфторуглеродной кровезамещающей эмульсии – препарата «Фторэмульсия III». *Бутлеровские сообщения А.* **2026**. Т.13. №2. Id.2. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-4-10/ROI-jbc-RA/26-13-2-2 [Sergey I. Vorobyev, Sergey V. Pirozhkov, Sergey B. Bolevich, Alexandra S. Orlova, Svetlana P. Sergeeva, Ellina V. Velichko, Marina N. Vukolova. Perfluorocarbon emulsions: Composition and application. Part 7. Study of the subchronic toxicity of a perfluorocarbon blood substitute emulsion «Ftoremulsion III». *Butlerov Communications A.* **2026**. Vol.13. No.2. Id.2. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-4-10/ROI-jbc-A/26-13-2-2]

- [8] Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Под ред. Хабриева Р.У. Москва: ОАО «Издательство «Медицина». 2005. 832с. [Guide to experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. Ed. by R.U. Khabriev. Moscow: OJSC "Izdatelstvo "Medicine". 2005. 832p. (Russian)]
- [9] Правила доклинической оценки безопасности фармакологических средств (РД 64-126-91). Москва: МЗ России. ФК. 1992. 45с. [Rules for preclinical safety assessment of pharmacological agents (RD 64-126-91). Moscow: Ministry of Health of Russia. PK. 1992. 45p. (Russian)]
- [10] Требования к доклиническому изучению общетоксического действия новых фармакологических веществ (временные методические рекомендации). Москва: МЗ СССР. ФК. 1985. 19с. [Requirements for preclinical studies of the general toxic effects of new pharmacological substances (temporary methodological recommendations). Moscow: USSR Ministry of Health. Federal Code. 1985. 19p. (Russian)]
- [11] Правила лабораторной практики. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 23 августа 2010 г. №708н г. Москва. [Laboratory Practice Guidelines. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation dated August 23, 2010. No.708n. Moscow. (Russian)]
- [12] Отчёт об экспериментальном изучении общей токсичности и влияния на иммунную систему препарата «Фторэмульсия – III», эмульсии для инфузии 200 мл, производства Научно-исследовательской лаборатории биологического и физико-химического изучения ПФОС. Институт токсикологии ФМБА. Санкт-Петербург, 2011 г. С.73-80. 95с. [Report on the experimental study of the general toxicity and effects on the immune system of the drug "FluoremulSION – III", an emulsion for infusion, 200 ml, produced by the Research Laboratory for Biological and Physico-Chemical Studies of PFOS. Institute of Toxicology of the FMBA. Saint Petersburg, 2011. P.73-80. 95p.]
- [13] Sergey I. Vorobyev, Sergey V. Pirozhkov, Sergey B. Bolevich, Evgeny A. Tarabrin, Koha K. Yavlieva, Bella I. Morgan, Evgeniy A. Cigaev, Svetlana P. Sergeeva. Perfluorocarbon emulsions: Composition and application. Part 8. Experimental study of the immunotoxicity of a perfluorocarbon blood substitute emulsion "Ftoemulsion III". *Butlerov Communications C.* 2026. Vol.14. No.3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-76/ROI-jbc-C/26-14-3-1
- [14] Воробьев С.И., Пирожков С.В., Болевич С.Б., Тарабрин Е.А., Явлиева К.Х., Морган Б.И., Сигаев Е.А., Сергеева С.П. Перфторуглеродные эмульсии: состав и применение. Часть 8. Экспериментальное изучение иммунотоксичности перфторуглеродного препарата «Фторэмульсия III». *Бутлеровские сообщения C.* 2026. Т.14. №3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-76/ROI-jbc-C/26-14-3-1 (Russian)

The English version of the article has been published in the international edition of the journal

Butlerov Communications C
Advances in Biochemistry & Technologies

The Reference Object Identifier – ROI: jbc-C/26-14-3-1

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-76/ROI-jbc-C/26-14-3-1

Perfluorocarbon Emulsions: Composition and Application. Part 8. Experimental study of the immunotoxicity of a perfluorocarbon blood substitute emulsion “Ftoremulsion III”

**Sergey I. Vorobyev, Sergey V. Pirozhkov, Sergey B. Bolevich, Evgeny A. Tarabrin,
Koha K. Yavlieva, Bella I. Morgan, Evgeny A. Cigaev, Svetlana P. Sergeeva**

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
(Sechenov University). Trubetskaya St., 8, Building 2. Moscow, 119991. Russia.*

Phone: +7 (495) 609-14-00. E-mail: 9651216303@mail.ru

*Supervising author; *Corresponding author

Keywords: perfluorocarbon emulsions, immunotoxicity.

Abstract

The perfluorocarbon blood substitute with a gas transport function, Fluoromulsion III, was studied for immunotoxicity in mice. The conducted experimental studies of the immunotoxic properties of the drug form of the blood substitute Fluoromulsion III showed that the drug has almost no toxic effect on the body of warm-blooded laboratory animals (rodents). A comparative study of the obtained data shows that the drug "Fluoromulsion III" does not have a stimulating or inhibitory effect on delayed-type hypersensitivity reactions in female CBA mice at doses of 5 and 25 ml/kg.

The data obtained on the study of possible immunotoxic effects of the drug "Ftoremulsion III" when it is administered intravenously at doses of 5 and 25 ml/kg, show that the studied drug does not have an immunotoxic effect on the animal body. At the same time, it was found that intravenous administration of the perfluorocarbon blood substitute "Ftoremulsion III" did not lead to changes in the mass of the central organs of the animal immune system. It has been shown that the drug "Ftoremulsion III" does not have immunotoxic properties that can be detected by assessing the phagocytic activity of macrophages. It has been established that the drug "Ftoremulsion III" does not cause a humoral immune response to sheep erythrocytes, i.e., it does not cause an increase in the biosynthesis of antibodies to sheep erythrocytes (including IgG antibodies). It has been determined that intravenous administration of the drug "Ftoremulsion III" does not have an immunotoxic effect on the animal body.