

## СТАБИЛЬНОСТЬ ОМЕГА-3 ЖИРНЫХ КИСЛОТ В СУХИХ ПЯТНАХ КРОВИ НА СТЕКЛОВОЛОКОННЫХ НОСИТЕЛЯХ И ОЦЕНКА ОМЕГА-3 ИНДЕКСА НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИИ

Н.Н. Ерощенко<sup>1,\*</sup>, Е.Ю. Данилова<sup>1,2</sup>, Ж.В. Самсонова<sup>2</sup>, Н.Ю. Саушкин<sup>2</sup>, С.А. Лебедева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»  
Минздрава России (Сеченовский Университет)

119991, Российская Федерация, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
119991, Российская Федерация, Москва, тер. Ленинские Горы, 1, стр. 3

Атеросклероз — воспалительное заболевание, сопровождающееся накоплением липопротеинов низкой плотности в сосудистой стенке и активацией иммунного ответа, ведущими к образованию атеросклеротических бляшек. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (эйкозапентаеновая и докозагексаеновая) обладают противовоспалительным эффектом и снижают риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, а их уровень в виде омега-3 индекса используется как маркер эффективности терапии, в т.ч. статинами. В данном исследовании был протестирован стекловолоконный носитель для анализа жирных кислот в сухих пятнах крови (DBS). Показана высокая корреляция между уровнями жирных кислот в цельной крови и DBS ( $R^2=0,98$ ), превышающая показатели целлюлозных носителей. При пропитке носителя 1% раствором бутилгидрокситолуола достигнута стабильность омега-3 жирных кислот на уровне 84,72% в течение трёх недель. Также выявлена линейная зависимость между содержанием омега-3 в цельной крови и эритроцитах ( $R^2\approx 0,86$ ), что позволяет использовать математические модели пересчёта между фракциями крови. Полученные данные подтверждают потенциал стекловолоконного носителя как надёжного инструмента для анализа жирных кислот в клинической практике и эпидемиологических исследованиях.

**Ключевые слова:** омега-3 индекс, сухие пятна крови, стекловолоконный носитель, целлюлозный носитель, регрессионный анализ, Whatman 903

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Ерощенко Н.Н., Данилова Е.Ю., Самсонова Ж.В., Саушкин Н.Ю., Лебедева С.А. Стабильность омега-3 жирных кислот в сухих пятнах крови на стекловолоконных носителях и оценка омега-3 индекса на основе регрессии. *Биомедицина*. 2025;21(4):86–90. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-4-86-90>

Поступила 21.04.2025

Принята после доработки 28.10.2025

Опубликована 10.12.2025

## STABILITY OF OMEGA-3 FATTY ACIDS IN DRIED BLOOD SPOTS ON FIBERGLASS MEDIA AND REGRESSION-BASED ESTIMATION OF OMEGA-3 INDEX

Nikolay N. Eroshchenko<sup>1</sup>, Elena Y. Danilova<sup>1,2</sup>, Jeanne V. Samsonova<sup>2</sup>,  
Nikolay Yu. Saushkin<sup>2</sup>, Svetlana A. Lebedeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia  
(Sechenov University)

11999, Russian Federation, Moscow, Trubetskaya Str., 8, Build. 2

<sup>2</sup> M.V. Lomonosov Moscow State University

119991, Russian Federation, Moscow, Leninskie Gory, 1, Build. 3

Atherosclerosis is an inflammatory disease characterized by the accumulation of low-density lipoproteins in the vascular wall and the related immune activation, leading to plaque formation and increased cardiovascular risk. Omega-3 polyunsaturated fatty acids (Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic) exhibit anti-inflammatory properties and reduce cardiovascular risk, with the omega-3 index serving as a marker for therapeutic efficacy, including statin response. In this study, a glass fiber carrier for fatty acid analysis in dried blood spots (DBS) was tested. A high correlation was observed between fatty acid levels in whole blood and DBS samples ( $R^2=0.98$ ), outperforming the commonly used cellulose cards. A 1% butyl hydroxytoluene solution applied to the card surface provided omega-3 stability at 84.72% over three weeks of storage. A linear relationship was also found between omega-3 levels in whole blood and erythrocytes ( $R^2\approx 0.86$ ), supporting the use of conversion models between blood fractions. These findings demonstrate the potential of fiberglass media as a reliable and practical tool for fatty acid profiling in clinical and epidemiological settings.

**Keywords:** omega-3 index, dried blood spots, glass fiber media, cellulose media, regression analysis, Whatman 903

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Eroshchenko N.N., Danilova E.Y., Samsonova J.V., Saushkin N.Yu., Lebedeva S.A. Stability of Omega-3 Fatty Acids in Dried Blood Spots on Fiberglass Media and Regression-Based Estimation of Omega-3 Index. *Journal Biomed.* 2025;21(4):86–90. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-4-86-90>

Submitted 21.04.2025

Revised 28.10.2025

Published 10.12.2025

Атеросклероз — хроническое воспалительное заболевание средних и крупных артерий, вызванное окислительным стрессом, накоплением липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в сосудистой стенке и активацией иммунного ответа. Это приводит к образованию атеросклеротических бляшек, которые могут вызывать тромбоз и такие осложнения, как инфаркт или инсульт — ведущие причины смертности в мире [2].

Жирные кислоты (ЖК) играют ключевую роль в метаболизме и формировании ЛПНП. Особое значение имеют омега-3 полиненасыщенные ЖК — эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая кислоты (ДГК), обладающие противовоспалительным и кардиопротекторным эффектами [3]. Омега-3 индекс, отражающий соотношение

ЭПК и ДГК к общему уровню ЖК, служит маркером сердечно-сосудистого риска [1].

Статины остаются основным средством лечения атеросклероза. Однако их эффективность может снижаться при дефиците омега-3 ЖК, т.к. они участвуют в модуляции воспаления, снижении окислительного стресса и регуляции липидного обмена [10]. Анализ омега-3 статуса становится полезным дополнением к контролю эффективности терапии.

Для массового скрининга применяется метод DBS (от англ. Dried Blood Spots, сухие пятна крови) — минимально инвазивный и удобный способ сбора образцов, особенно ценный для эпидемиологических исследований [4]. Однако основным ограничением остаётся нестабильность полиненасыщенных ЖК в образцах.

Существующие решения, например метод Liu с добавлением антиоксидантов и технология OxyStop® от компании OmegaQuant (США), ограничены по доступности и применимости. Разработка новой технологии является значительным вкладом в эту область [6].

Математические модели пересчёта уровней ЖК между фракциями крови (цельная кровь, DBS, плазма и эритроциты) позволяют повысить точность оценки и сделать анализ доступнее. Такие модели необходимы для сопоставления данных из различных фракций крови (цельная кровь, DBS, плазма) с эритроцитами, считающимися «золотым стандартом». Простые линейные модели показали высокую корреляцию уровней ЭПК и ДГК между плазмой и эритроцитами, однако они требуют локальной калибровки с учетом рациона, пола и возраста [5, 9].

Таким образом, совершенствование методов анализа ЖК в фракциях крови и DBS способствует персонализации терапии атеросклероза и оптимизации профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Для решения данных задач был исследован стекловолоконный носитель Ahlstrom 8964 («Ahlstrom Oyj», Финляндия). Данный носитель успешно применяется для количественного определения прогестерона в сухом пятне коровьего молока, однако анализ сухого пятна крови для профилирования ЖК проведен на нем впервые [7].

В исследованиях последних лет использовали несколько типов носителей для анализа жирных кислот, но наибольшее количество исследований сделано на целлюлозных носителях. Whatman 903 Cards («Whatman plc», Великобритания) является наиболее распространенным целлюлозным носителем, поэтому он был выбран в качестве образца сравнения в данном исследовании [6].

У носителей на основе целлюлозы имеются некоторые недостатки, а именно

чувствительность к гематокриту и хроматографический эффект, влияющие на количественный анализ низкомолекулярных веществ. Носитель в виде полосок из стекловолокна имеет преимущество с точки зрения легкости аликвотирования высушенного образца, небольшого влияния гематокрита образца и равномерного распределения биожидкости/аналита по всей полосе [8].

Исследования показали высокую корреляцию между уровнем ЖК в цельной крови и DBS на стекловолоконном носителе ( $R^2=0,98$ ), что превосходит показатели Whatmann 903 ( $R^2=0,97$ ). Для этого была отобрана кровь у 50-ти взрослых человек, преимущественно сотрудников Клиники кардиологии УКБ № 1 Сеченовского Университета. Эритроцитарная масса готовилась из цельной крови путем центрифугирования при 5000 g в течение 15 мин при 4°C для разделения плазмы и эритроцитов. Затем эритроциты промыли три раза физ. р-ром с последующим удалением надосадочной жидкости. Цельную кровь и эритроциты хранили при 4°C, анализ на состав жирных кислот проводился в течение 24 ч после взятия крови. Цельную кровь в объеме 40 мкл наносили на исследуемые носители, высушивали не менее 2 ч и проводили анализ ЖК.

Далее была изучена стабильность ЖК, в особенности омега-3 в виде DBS в течение 3-х недель. За основу был взят ранее опубликованный метод, состоящий в нанесении на носитель 0,2% р-ра бутилгидрокситолуола (БНТ) в качестве антиоксиданта с добавлением 0,5% динатриевой соли ЭДТА в качестве хелатирующего агента [6]. Результаты оценки стабильности в течение 3-х недель при хранении в закрытом от света месте при комнатной температуре дали падение уровня омега-3 до 57,84% ( $n=6$ , коэффициент вариации 2,80%) от первоначального уровня на носителе Ahlstrom 8964, и 65,89% ( $n=6$ , коэффициент вариации

3,84%) — на Whatman 903, что является недостаточным для соответствия критериям стабильности  $\geq 80\%$ . Для Whatman 903 были проведены исследования по увеличению содержания ДНТ до 0,5% и выше, что не дало эффекта [6]. Однако для носителя Ahlstrom 8964 были протестированы пропитки с содержанием 0,5, 0,05 и 1%. При использовании DBT 0,5 и 0,75% статистически значимого увеличения стабильности омега-3 не выявлено, но 1%-ная концентрация показала среднюю стабильность на уровне 84,72% ( $n=6$ , коэффициент вариации 8,27%) в течение 3-х недель хранения. Данное наблюдение открывает перспективы широкого применения изучаемого носителя для анализа ЖК.

Мы исследовали бивариационную зависимость между показателями омега-3 (ЭПК+ДГК) в цельной крови и эритроцитами. Полученные нами данные выявили линейную зависимость (уравнение линейной регрессии  $y=1,09x+1,22$ ) и хорошую корреляцию между этими величинами ( $R^2 \approx 0,86$ ;

$p < 0,001$ ). Линейные уравнения могут быть использованы для оценки индекса омега-3 во фракции эритроцитов, когда доступна только цельная кровь или DBS.

На основе данного исследования можно сделать вывод о применимости стекловолоконного носителя Ahlstrom 8964 для анализа ЖК в виде DBS. Данный носитель показал сильную корреляцию между цельной кровью и DBS ( $R^2=0,98$ ), что является основным фактором для получения точных и воспроизводимых результатов. Данное исследование на материале Ahlstrom 8964 было проведено впервые. Также доказана возможность стабилизации омега-3 кислот в виде DBS в течение 3-х недель — 84,72% от начального уровня, что является важным условием для широкого внедрения данного метода. Также показана возможность создания математической модели пересчета содержания ЖК между DBS и эритроцитами для повышения точности исследований, в России данное исследование было проведено впервые.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Alfaddagh A., Elajami T.K., Saleh M., Mohebbi D., Bistrian B.R., Welty F.K. An omega-3 fatty acid plasma index  $\geq 4\%$  prevents progression of coronary artery plaque in patients with coronary artery disease on statin treatment. *Atherosclerosis*. 2019;285:153–162. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.04.213.
2. Alfarisi H.A.H., Mohamed Z.B.H., Bin Ibrahim M. Basic pathogenic mechanisms of atherosclerosis. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2020;7:116–125. DOI: 10.1080/2314808X.2020.1769913.
3. Calder P.C. Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2015;39:18S–32S. DOI: 10.1177/0148607115595980.
4. Ferreira H.B., Guerra I.M.S., Melo T., Rocha H., Moreira A.S.P., Paiva A., Domingues M.R. Dried blood spots in clinical lipidomics: optimization and recent findings. *Anal. Bioanal. Chem.* 2022;414:7085–7101. DOI: 10.1007/s00216-022-04221-1.
5. Hu X.F., Sandhu S.K., Harris W.S., Chan H.M. Conversion ratios of n-3 fatty acids between plasma and erythrocytes: a systematic review and meta-regression. *British Journal of Nutrition*. 2017;117:1162–1173. DOI: 10.1017/S0007114517001052.
6. Liu G., Mühlhäusler B.S., Gibson R.A. A method for long term stabilisation of long chain polyunsaturated fatty acids in dried blood spots and its clinical application. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2014;91:251–260. DOI: 10.1016/j.plefa.2014.09.009.
7. Samsonova J.V., Osipov A.P., Kondakov S.E. Strip-dried whole milk sampling technique for progesterone detection in cows by ELISA. *Talanta*. 2017;175:143–149. DOI: 10.1016/j.talanta.2017.07.032.
8. Samsonova J. V., Saushkin N. Yu., Osipov A.P., Dried Blood Spots technology for veterinary applications and biological investigations: technical aspects, retrospective analysis, ongoing status and future perspectives. *Vet. Res. Commun.* 2022;46:655–698. DOI: 10.1007/s11259-022-09957-w.
9. Stark K.D., Aristizabal Henao J.J., Metherel A.H., Pilote L. Translating plasma and whole blood fatty acid compositional data into the sum of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in erythrocytes. *Prostaglandins Leukot. Essent Fatty Acids*. 2016;104:1–10. DOI: 10.1016/j.plefa.2015.11.002.
10. Zehr K.R., Walker M.K. Omega-3 polyunsaturated fatty acids improve endothelial function in humans at risk for atherosclerosis: A review. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* 2018;134:131–140. DOI: 10.1016/j.prostaglandins.2017.07.005.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

---

**Ерошенко Николай Николаевич\***, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет);  
**e-mail:** [nikolay.eroshchenko@yandex.ru](mailto:nikolay.eroshchenko@yandex.ru)

**Nikolay N. Eroshchenko\***, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia (Sechenov University);  
**e-mail:** [nikolay.eroshchenko@yandex.ru](mailto:nikolay.eroshchenko@yandex.ru)

**Данилова Елена Юрьевна**, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;  
**e-mail:** [phenolyat@gmail.com](mailto:phenolyat@gmail.com)

**Elena Y. Danilova**, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia (Sechenov University), M.V. Lomonosov Moscow State University;  
**e-mail:** [phenolyat@gmail.com](mailto:phenolyat@gmail.com)

**Самсонова Жанна Васильевна**, к.х.н., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;  
**e-mail:** [jvs@enz.chem.msu.ru](mailto:jvs@enz.chem.msu.ru)

**Jeanne V. Samsonova**, Cand. Sci. (Chem.), M.V. Lomonosov Moscow State University;  
**e-mail:** [jvs@enz.chem.msu.ru](mailto:jvs@enz.chem.msu.ru)

**Саушкин Николай Юрьевич**, к.х.н., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;  
**e-mail:** [sushk\\_90@mail.ru](mailto:sushk_90@mail.ru)

**Nikolay Yu. Saushkin**, Cand. Sci. (Chem.), M.V. Lomonosov Moscow State University;  
**e-mail:** [sushk\\_90@mail.ru](mailto:sushk_90@mail.ru)

**Лебедева Светлана Анатольевна**, д.б.н., проф., ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет);  
**e-mail:** [Lebedeva502@yandex.ru](mailto:Lebedeva502@yandex.ru)

**Svetlana A. Lebedeva**, Dr. Sci. (Biol.), Prof., I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia (Sechenov University);  
**e-mail:** [Lebedeva502@yandex.ru](mailto:Lebedeva502@yandex.ru)

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author