

10. Макарова С.Г., Намазова-Баранова Л.С., Мурашкин Н.Н., Епишев Р.В., Чумбадзе Т.Р., Петровская М.И., Митюшин И.А. Коррекция нутритивного статуса в комплексной терапии детей, страдающих дистрофической формой врожденного буллезного эпидермолиза диагностика в педиатрии. *Педиатрическая фармакология*. 2016; 13 (6): 577–587. DOI: 10.15690/pt.v13i6.1672
11. WHO Anthro Survey Analyser and other tools. <https://www.who.int/tools/child-growth-standards/software>
12. Denyer J., Pillay E., Kindlin C. Best Practice Guidelines for Skin and Wound Care in Epidermolysis Bullosa. *International Journal of Palliative Nursing*. 2009; 15 (11): 524–534.
13. Freedman D.S., Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*. 2009; 124:23–34. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-3586E>
14. Fine J.D. Inherited epidermolysis bullosa: recent basic and clinical advances. *Current Opinion in Pediatrics*. 2010; 22 (4): 453–458.
15. Haynes L. Nutritional support for children with epidermolysis bullosa. *British Journal of Nursing*. 2006; 15: 1097–101. <https://doi.org/10.12968/bjon.2006.15.20.22292>
16. Salera S., Tadini G., Rossetti D., Grassi F.S., Marchisio P., Agostoni C. et al. A nutrition-based approach to epidermolysis bullosa: Causes, assessments, requirements and management. *Clinical Nutrition*. 2020; 39: 343–52. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.02.023>
17. Mehta N.M., Corkins M.R., Lyman B., Malone A., Goday P.S., Carney L. (Nieman), et al. Defining Pediatric Malnutrition: A Paradigm Shift Toward Etiology-Related Definitions. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2013; 37: 460–81. <https://doi.org/10.1177/0148607113479972>
18. Moss C., Wong A., Davies P. The Birmingham Epidermolysis Bullosa Severity score: development and validation. *British Journal of Dermatology*. 2009; 160: 1057–65. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09041.x>
19. Орлова О.С. Использование показателя роста для возраста (HAZ) для прогнозирования белково-энергетической недостаточности у пациентов с врожденным буллезным эпидермолизом с применением методов машинного обучения. *Медицинский алфавит*. 2024; (9): 55–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-9-55-60>
20. Орлова О.С. Using height-for-age (HAZ) to predict protein-energy malnutrition in patients with epidermolysis bullosa congenita using machine learning methods. *Medical alphabet*. 2024; (9): 55–60. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-9-55-60>
21. Силен Д., Мейсман А., Али М. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. М: Питер. 2018. 336 с.
22. Силен Д., Мейсман А., Али М. Basics of Data Science and Big Data. Python and data science. Moscow: Piter. 2018. 336 p. (In Russ.).

Статья поступила / Received 11.05.2025
Получена после рецензирования / Revised 19.05.2025
Принята в печать / Accepted 23.05.2025

Сведения об авторах

Орлова Ольга Сергеевна, младший научный сотрудник лаборатории патологии кожи у детей¹, врач-дерматовенеролог², консультант фонда³. E-mail: orlova@defi-bela.ru. SPIN: 3508–6982. ORCID: 0009-0002-6642-5776

Мурашкин Николай Николаевич^{1,4,5}, д.м.н., профессор, врач-дерматовенеролог, начальник центра детской дерматологии, зав. отделением дерматологии с группой лазерной хирургии, зав. лабораторией патологии кожи у детей¹, президент МО «Общество детских дерматологов». E-mail: m_nn2001@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2252-8570

Макарова Светлана Геннадиевна, д.м.н., заместитель директора по научной работе, нач. центра профилактической педиатрии¹. E-mail: sm27@yandex.ru. SCOPUS: 56712513900. PUBLONS: R-9616–2019. ORCID: 0000-0002-3056-403X

Епишев Роман Владимирович, к.м.н., врач-дерматовенеролог¹. E-mail: drepishev@gmail.com. ORCID: 0000-0002-4107-4642. SPIN: 5162–7846

¹ ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ МО «Научно-исследовательский клинический институт детства Минздрава Московской области», Москва, Россия

³ Благотворительный фонд «БЭЛА. Дети-бабочки», Москва, Россия

⁴ ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

⁵ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

Автор для переписки: Орлова Ольга Сергеевна. E-mail: orlova@defi-bela.ru

Для цитирования: Орлова О.С., Мурашкин Н.Н., Макарова С.Г., Епишев Р.В. Разработка и валидация шкалы оценки нутритивной недостаточности у пациентов с врожденным буллезным эпидермолизом. *Медицинский алфавит*. 2025; (8): 45–50. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-8-45-50>

About authors

Orlova Olga S., junior researcher at Laboratory of Skin Pathology in Children¹, dermatovenerologist², consultant³. E-mail: orlova@defi-bela.ru. SPIN: 3508–6982. ORCID: 0009-0002-6642-5776

Murashkin Nikolay N.^{1,4,5}, DM Sci (habil.), professor, dermatovenerologist, head of the Center for Pediatric Dermatology, Head of the Department of Dermatology with a Laser Surgery Group, head of Laboratory of Skin Pathology in Children¹, president of the Interregional Public Organization "Society of Pediatric Dermatologists". E-mail: m_nn2001@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2252-8570

Makarova Svetlana G., DM Sci (habil.), deputy director for research, head of Center for Preventive Pediatrics¹. E-mail: sm27@yandex.ru. SCOPUS: 56712513900. PUBLONS: R-9616–2019. ORCID: 0000-0002-3056-403X

Epishev Roman V., PhD Med, dermatovenerologist¹. E-mail: drepishev@gmail.com. ORCID: 0000-0002-4107-4642. SPIN: 5162–7846

¹ National Medical Research Centre for Children's Health, Moscow, Russia

² Research Clinical Institute of Childhood of the Ministry of Health of the Moscow Region, Moscow, Russia

³ Charitable Foundation «BELA. Butterfly Children»

⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

⁵ Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia, Moscow, Russia

Corresponding author: Orlova Olga S. E-mail: orlova@defi-bela.ru

For citation: Orlova O.S., Murashkin N.N., Makarova S.G., Epishev R.V. Development and validation of nutritional deficiency assessment scale in patients with congenital epidermolysis bullosa. *Medical alphabet*. 2025; (8): 45–50. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-8-45-50>



DOI: 10.33667/2078-5631-2025-8-50-55

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование дермального слоя кожи высокочастотными датчиками

С. Б. Поткин¹, Е. В. Иконникова¹, А. В. Зубарев^{1,2}, И. Ю. Насникова^{1,2}, М. А. Павлов², А. С. Копылова², В. В. Лозовский¹, С. А. Семенев¹

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

² ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Формулирование и экспликация принципов высокочастотного мультипараметрического ультразвукового исследования дермального слоя кожи. Описание алгоритма ультразвукового исследования дермального слоя кожи высокочастотными ультразвуковыми датчиками.

Материал и методы. По результатам проведенного исследования получены данные о строении дермального слоя кожи 36 пациентов, с применением ультразвуковых датчиков разных производителей с высокой частотой сканирования 18,0–24,0 МГц: LA435/SL3116 (Esate), i18LX5/i24LX8 (Canon).

Результаты. По итогам представленного исследования была проведена оценка возможностей высокочастотных ультразвуковых датчиков для исследования толщины и строения дермального слоя кожи. Описан алгоритм мультипараметрического ультразвукового исследования дермального слоя кожи.

Выводы. С помощью данных, полученных при проведении данного исследования, сформированы принципы мультипараметрического ультразвукового исследования дермального слоя кожи, позволяющие наиболее эффективно использовать высокочастотный подход для дифференцировки и оценки исследуемых структур.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высокочастотное ультразвуковое исследование, высокочастотные ультразвуковые датчики, дермальный слой кожи, ультразвуковое исследование кожи.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Multiparametric ultrasound examination of the dermal skin layer using high-frequency probes

S. B. Potkin¹, E. V. Ikonnikova¹, A. V. Zubarev¹, I. Yu. Nasnikova^{1,2}, M. A. Pavlov², A. S. Kopylova², V. V. Lozovsky¹, S. A. Semeneev¹

¹ Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Central Clinical Hospital with Polyclinic of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow, Russia

SUMMARY

Objective. Formulation and explication of the principles of high-frequency multiparametric ultrasound examination of the dermal skin layer. Description of the algorithm for ultrasound examination of the dermal skin layer using high-frequency ultrasound probes.

Materials and Methods. Data on the structure of the dermal skin layer were obtained from 36 patients using high-frequency ultrasound probes (18.0–24.0 MHz) from different manufacturers: LA435/SL3116 (Esaote) and i18LX5/i24LX8 (Canon).

Results. The study evaluated the capabilities of high-frequency ultrasound probes for assessing the thickness and structure of the dermal skin layer. An algorithm for multiparametric ultrasound examination of the dermal skin layer was described.

Conclusions. The principles of multiparametric ultrasound examination of the dermal skin layer were established based on the study findings. These principles enable the effective use of high-frequency ultrasound for differentiation and evaluation of the examined structures.

KEYWORDS: high-frequency ultrasound examination, high-frequency ultrasound probes, dermal skin layer, skin ultrasound.

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare no conflict of interest.

Введение

Современное ультразвуковое исследование представляет собой гибкую методику, позволяющую максимизировать диагностические возможности за счет оптимального использования существующих ультразвуковых режимов визуализации и их настроек. Классическим является серошкальный или В-режим (от англ. «brightness» – яркость), который обеспечивает динамическое двумерное изображение в виде продольного ультразвуковому лучу среза тканей и органов. Изображение в этом режиме может быть оптимизировано за счет применения множества настроек. К наиболее важному из них относится частота ультразвуковой волны: чем она выше, тем лучше разрешающая способность, но меньше глубина проникновения. Наглядно это может быть продемонстрировано на области использования медицинских ультразвуковых датчиков: от 3,0–5,0 МГц для исследования внутренних органов до 100 МГц для детального исследования только эпидермального слоя. По рекомендациям экспертов DERMUS Group для качественного исследования кожи минимальной частотой сканирования датчика считается 15 МГц (такие датчики называются высокочастотными).

Большим шагом в развитии ультразвуковой диагностики стало создание доплеровских методик визуализации, основанных на одноименном физическом эффекте. Его суть в изменении частоты волны по отношению к наблюдателю при его движении относительно источника волны. Основной областью применения данной методики является

исследование кровеносных сосудов (движущимися частицами в таком случае являются клетки крови). К вариантам реализации ультразвуковой доплерографии относятся цветное доплеровское картирование, энергетическое картирование и режим регистрации микрокровотока.

Ультразвуковая эластография позволяет произвести относительную оценку жесткости исследуемых структур. С точки зрения физической основы существует два эластографии метода: компрессионная эластография (SE) и эластография сдвиговой волной (SWE). Суть обоих методов в передаче известного физического давления, которое деформирует окружающие ткани; степень деформации в дальнейшем регистрируется ультразвуковым аппаратом. При компрессионной эластографии давление передается за счет мануальной компрессии рукой оператора, а при эластографии сдвиговой волной – непосредственно ультразвуковым датчиком путем генерации специального импульса.

Первое высокочастотное ультразвуковое исследование кожи датчиком с частотой сканирования 15 МГц было выполнено в 1979 году Н. Alexander и D. L. Miller [1]. Полученные результаты позволили оценить толщину кожи, не позволив оценить структуру отдельных её слоев. Уже в 80-х годах были проведены исследования возможности ультразвуковых датчиков с частотой сканирования 20–40 МГц для оценки слоев кожи, что послужило отправной точкой в описании ультразвуковой анатомии кожи различной локализации [2, 3, 4].

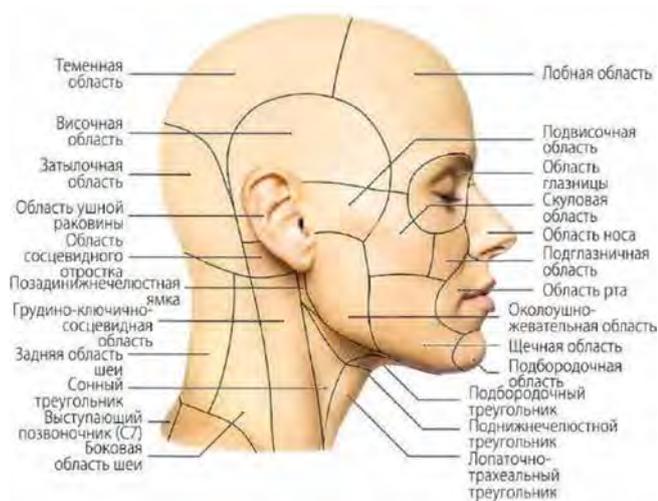


Рисунок 1. Области головы и шеи

Диапазон использования лучевых методов в диагностике заболеваний кожи ограничен малыми размерами кожных и подкожных образований, однако, ультразвуковое исследование высокочастотными датчиками позволяет дифференцировать слои кожи, что повышает диагностическую значимость ультразвукового исследования в этой области. Возможность визуализации дермального слоя кожи позволит упростить контроль лечения заболеваний, проявляющихся поражением и изменением в том числе и анатомического строения дермы (например: склеродермия, дерматит, псориаз и др.)

Основным ультразвуковым режимом для исследования кожи является классический серошкальный режим. В таком режиме дермальный слой визуализируется как слой смешанной эхогенности, которая обусловлена гиперэхогенными коллагеновыми волокнами и гипоехогенным внеклеточным матриксом.

Помимо использования высокочастотных датчиков, ультразвуковое исследование кожи также требует использования большого количества геля (так называемая «гелевая подушка»). Это позволяет существенно уменьшить компрессию датчиком на кожу пациента для равномерного распределения звукопроводящей среды и минимизации контактной деформации структур, в частности, мелких сосудов. Также, «гелевая подушка» позволяет адаптировать форму сканирующей поверхности ультразвукового датчика к неровным исследуемым областям, так как большинство ультразвуковых датчиков имеют превышающие область интереса размеры. Вместо обычного геля могут быть использованы специальные заводские гелевые насадки (англ. «standoff pads»), которые могут быть изготовлены

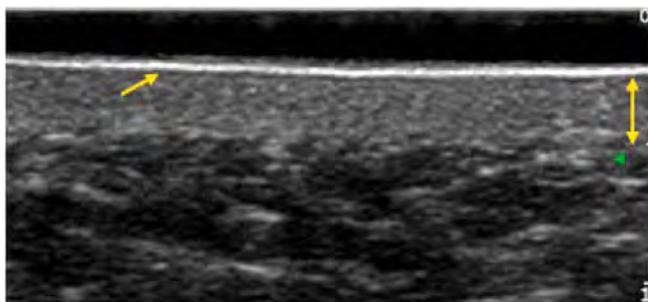


Рисунок 2. Дермальный слой кожи. Скуловая область. Толщина дермального слоя (двойная стрелка). Граница эпидермиса и дермы в виде гипоехогенной полоски (стрелка). Серошкальный режим. Максимальная частота датчика 18,0 МГц

под размеры используемого датчика с помощью технологии 3D-печати. Еще одним шагом к облегчению исследования кожи, в частности лица, является создание и распространение специализированных компактных ультразвуковых датчиков по типу «хоккейной клюшки» (от англ. «hockey stick»).

Цель исследования

Формулирование и экспликация принципов высокочастотного мультипараметрического ультразвукового исследования дермального слоя кожи.

Описание алгоритма ультразвукового исследования дермального слоя кожи высокочастотными ультразвуковыми датчиками.

Материал и методы

В данном исследовании использованы данные мультипараметрического ультразвукового исследования дермального слоя кожи высокочастотными ультразвуковыми датчиками у 36 пациентов (4 мужчин (11 %) и 32 женщин (89%)) в возрасте 20–37 лет (средний возраст $29,8 \pm 4,2$ года), которые не предъявляли жалобы на состояние своей кожи и у которых отсутствовали анамнестические данные за любые косметологические инвазивные вмешательства.

Каждый пациент был обследован дважды, на ультразвуковых сканерах Canon Aplio i800 и Esaote MyLab Twice с использованием четырех высокочастотных ультразвуковых датчиков: LA435 (Esaote), SL3116 (Esaote), i18LX5 (Canon), i24LX8 (Canon). Максимальная частота сканирования составила 24,0 МГц.

Исследования были выполнены в следующих областях лица: скуловой, лобной, области носослезной борозды, области рта, нижней челюсти, носа и носогубной складки. Таким образом, каждому пациенту было произведено 28 измерений (каждым из 4 датчиков в 7 областях лица). В совокупности, всем пациентам было произведено 1008 измерений толщины дермального слоя кожи – по 144 измерения в каждой из исследуемых областей лица.

Описательные статистические метрики использовались в зависимости от характера распределения данных в полученных выборочных совокупностях. Также указывались минимальное и максимальное полученные значения.

Для осуществления статистической обработки полученных данных применялось специальное программное обеспечение для анализа баз данных – статистический пакет Statistica v. 13.5.0 (StatSoft, США).

Результаты

Дермальный слой при ультразвуковом исследовании визуализировался как умеренно неоднородный участок кожи в виде полоски повышенной или средней эхогенности, расположенный под эпидермисом. На границе эпидермиса и дермы иногда визуализировалась тонкая гипоехогенная полоска (в англоязычной литературе описана термином SLEB («subepidermal low-echogenic band») [5] и связан с отложением депозитов глюкозаминогликанов в верхней части дермы). Структура дермального слоя умеренно неоднородная с мелкими точечными включениями повышенной эхогенности. Ультразвуковая картина нормального дермального слоя кожи представлена на рисунке 2.

При анализе полученных данных, толщины дермы разных областей лица, измеренных 4 разными ультразвуковыми датчиками, также были рассчитаны основные статистические метрики. Уровень значимости для критерия Колмогорова–Смирнова не отвергает гипотезу о нормальности распределения данных ($p > 0,05$). Среднее значение толщины дермы составило $1,39 \pm 0,34$ мм. Полученные данные представлены в *таблице 1*.

Для графического представления пула полученных данных построен вероятностный график, а также диаграмма по типу «ящик с усами» (*рис. 3*). Представленные графические методы позволяют наглядно оценить распределение данных и выявить возможные аномалии. Низкий процент выбросов (1,3% от числа всех измерений) указывает на высокую достоверность измерений, несмотря на сложности с определением границ дермального слоя у отдельных пациентов.

В 247 измерениях (49,0%, $n=504$) высокочастотными ультразвуковыми датчиками, дерма представляла собой двуслойную структуру, что интерпретировалось как визуализация сосочкового и сетчатого слоев дермы. Из них только 65 измерений (12,9%, $n=504$) были получены датчиком с максимальной частотой 22,0 МГц, а остальные 182 измерения (36,1%, $n=504$) – при исследовании с помощью датчика с максимальной частотой 24,0 МГц. Пример визуализации дермы в виде двуслойной структуры, представленный на *рисунке 4*, подтверждает высокую эффективность датчиков с частотой 24,0 МГц.

Гипоэхогенный слой, расположенный более поверхностно, анатомически соответствовал сосочковому слою дермы, состоящему из более рыхлой соединительной ткани. На границе сосочкового слоя и эпидермиса визуализировалась четкая тонкая полоска сниженной эхогенности («subepidermal low-echogenic band»). Ниже располагался слой повышенной эхогенности, который анатомически соответствовал сетчатому слою дермы. Из-за наличия эластичных и коллагеновых волокон, плотность данного слоя дермы, как и его эхогенность, выше. Граница вышеописанных слоев нечеткая, что затрудняло оценку их толщины.

Статистически достоверной связи с возрастом, областью исследования и толщиной дермального слоя для визуализации слоев дермы не установлено ($p > 0,05$). Суммарная толщина двух слоев соответствовала толщине дермального слоя при исследовании другими датчиками, в том числе с меньшей частотой сканирования ($p < 0,05$).

Средняя толщина дермы в случаях визуализации её слоев составила $1,65 \pm 0,25$ мм. При этом минимальная толщина дермы составляла 1,2 мм, а максимальная 2,3 мм.

Гиперэхогенная прослойка, расположенная между сосочковым слоем дермы и подкожной жировой клетчаткой, предположительно соответствовала сетчатому слою дермы. Медианная толщина этого слоя составила $0,55 \pm 0,17$ мм, минимальная толщина составила 0,28 мм, а максимальная – 1,15 мм. Расположенная выше, между эпидермисом и сетчатым слоем, гипоэхогенная полоска ткани, предположительно, соответствовала сосочковому слою и имела медианную толщину $1,09 \pm 0,15$ мм, минимальная толщина составила 0,79 мм, а максимальная 1,44 мм. Данные представлены также в *таблице 2*.

Таблица 1

Показатели среднего арифметического (\bar{X}), коэффициента асимметрии (А) и эксцесса (Е) выборки, стандартной ошибки коэффициента асимметрии (S.E.A) и эксцесса (S.E.E) для массива измерений толщины дермы в разных областях лица высокочастотными ультразвуковыми датчиками с максимальной частотой 18,0–24,0 МГц

Показатель	\bar{X}	A	S.E.A	E	S.E.E
Толщина	1,39	-0,02	0,077	0,148	0,154

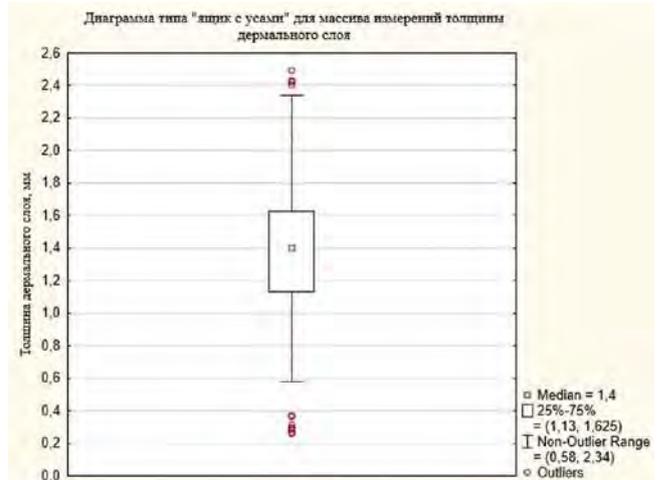


Рисунок 3. Вероятностный график и диаграмма типа «ящик с усами» для массива измерений толщины дермы высокочастотными ультразвуковыми датчиками с максимальной частотой 18,0–24,0 МГц



Рисунок 4. Дермальный слой кожи (скобка). Лобная область. Слой сниженной эхогенности (желтая двойная стрелка). Слой более высокой эхогенности (зеленая двойная стрелка). Серошкальный режим. Максимальная частота датчика 24,0 МГц

Таблица 2

Расчетные значения описательных статистических критериев для массива измерений слоев дермы высокочастотными ультразвуковыми датчиками с максимальной частотой 18,0–24,0 МГц, (мм)

Показатель	Медиана, мм	Минимум, мм	Максимум, мм
Толщина сосочкового слоя	1,09	0,79	1,44
Толщина сетчатого слоя	0,55	0,28	1,15

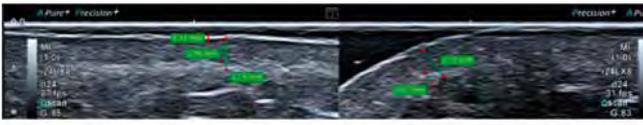


Рисунок 5. Пример измерения значений толщины эпидермиса (0,21 мм), дермы (1,74 мм) и слоев дермы в области носослезной борозды с использованием датчика с максимальной частотой 24,0 МГц

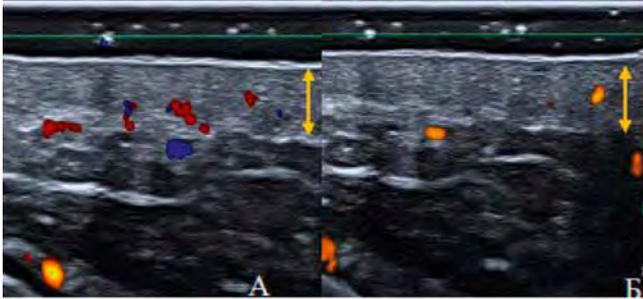


Рисунок 6. Дермальный слой кожи (двойная стрелка). Область носослезной борозды. Режим цветового доплеровского картирования (А). Режим энергетического картирования (Б). Максимальная частота датчика 24,0 МГц

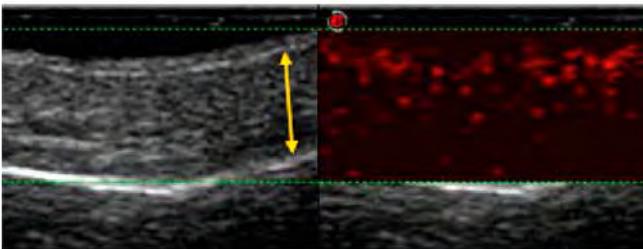


Рисунок 7. Дермальный слой кожи (двойная стрелка). Режим оценки микроциркуляции (MicroV). Лобная область. Максимальная частота датчика 18,0 МГц

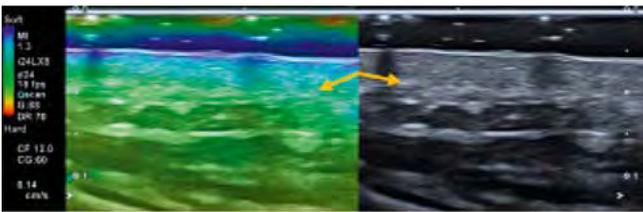


Рисунок 8. Граница дермального слоя и гиподермы (стрелки). Носослезная борозда. Режим компрессионной эластографии. Максимальная частота датчика 24,0 МГц

Пример измерения толщин эпидермиса, дермы и слоев дермы представлен на *рисунке 5*.

При исследовании дермального слоя кожи в режиме цветового доплеровского картирования и энергетического картирования в различных областях кожи лица удалось визуализировать единичные сосуды с низкими скоростными показателями, преимущественно на границе дермы и гиподермы. Возможность визуализации сосудов дермального слоя не зависела от типа ультразвукового датчика ($p>0,05$). Ультразвуковая картина нормального дермального слоя кожи при использовании режима энергетического картирования представлена на *рисунке 6*.

Режим оценки микроциркуляции (MicroV и SMA) позволял получить изображение сосудистого рисунка более васкуляризованного сосочкового слоя, из-за чего сосуды визуализировались преимущественно ближе к эпидермису. Важным условием для проведения исследования в режиме оценки микроциркуляции являлось наличие «гелевой по-

душки» и оказание возможно минимальной компрессии на зону исследования. Ультразвуковая картина нормального дермального слоя кожи при использовании режима оценки микроциркуляции представлена на *рисунке 7*.

Статистически достоверной зависимости возможности визуализации сосудов дермального слоя в режиме оценки микроциркуляции от типа ультразвукового датчика, возраста и зоны исследования не получено ($p>0,05$).

Важными условиями применения метода компрессионной эластографии при ультразвуковом исследовании кожи являются соблюдение рекомендаций производителя ультразвукового прибора и методики компрессионной эластографии, наличие минимальной по толщине «гелевой подушки» и отсутствие дополнительных артефактов от движения. Дермальный слой картировался смешанным типом эластограммы, с умеренным преобладанием твердоэластичного компонента. Применение режима компрессионной эластографии при исследовании дермального слоя кожи пациентов первой группы (пример представлен на *рисунке 8*) позволило, дополнительно к серошкальному режиму, дифференцировать границы дермы и соседних слоев кожи.

Обсуждение

По результатам проведенного исследования показаны значительные возможности высокочастотного ультразвукового исследования кожи лица в оценке её дермального слоя, в частности для получения информации о таких показателях, как:

- толщина дермы (датчики с частотой более 18 МГц).
- дифференцировка слоев дермы и их толщины (только датчики с частотой 22 и 24 МГц).
- визуализация сосудов дермального слоя (датчики с частотой более 18 МГц):
 - цветное доплеровское и энергетическое картирование – преимущественно на границе с гиподермой.
 - режимы визуализации микроциркуляции – преимущественно на границе с эпидермисом (что соответствует более васкуляризованному сосочковому слою).

Получены статистические данные о независимости толщины дермального слоя кожи лица от зоны исследования и возраста. Полученный при использовании режима компрессионной эластографии тип картирования коррелирует с границами дермального слоя в серошкальном режиме, что открывает возможности для дальнейшего его использования в оценке патологических образований данной локализации.

Полученное при настоящем исследовании среднее значение толщины дермального слоя кожи лица ($1,39\pm 0,34$ мм) сопоставимо с аналогичными значениями, полученными К. Чорга et al. [6] в исследовании послойной биопсии кожи лица свежемороженых трупов. В то же время, в исследовании Nilforoushzadeh M.A. et al. [7] с использованием специального ультразвукового сканера с частотой 75 МГц, толщина дермы была несколько меньше полученных в настоящей работе, однако и средний возраст исследуемых был выше (29,8 лет против 51,9 лет), что теоретически объяснимо возрастными особенностями, но в то же время требует дальнейшей разработки ультразвуковых нормативов.

Алгоритм ультразвукового исследования кожи высокочастотными датчиками:

1. Подготовка оборудования:
 - Убедитесь в исправности ультразвукового оборудования и датчиков.
 - Подготовьте «гелевую подушку» или специализированные насадки на датчик.
2. Подготовка пациента:
 - Объясните пациенту процедуру, чтобы обеспечить комфорт и снизить уровень тревожности.
 - Попросите пациента занять удобное положение.
 - Ограничьте области, которые будут подвергаться исследованию, от лишних движений, если это возможно.
3. Выбор режима исследования:
 - Начните исследование с выбора датчика с частотой сканирования не менее 18,0 МГц.
 - Постепенно увеличивайте частоту, переходя к датчикам с более высокой частотой.
4. Проведение ультразвукового исследования:
 - Нанесите гель на кожу в области исследования.
 - Аккуратно установите датчик на кожу, избегая излишней компрессии.
 - Обеспечьте стабильный контакт датчика с кожей, ориентируясь на визуальные настройки экрана.
5. Оценка состояния тканей:
 - Проводите осмотр слоев кожи и мягких тканей.
 - Используйте дополнительные ультразвуковые методики: оценка микроциркуляции, компрессионная эластография.

Выводы

1. Метод мультипараметрического ультразвукового высокочастотного исследования кожи может быть использован как один из самых доступных и быстрых методов изучения структуры дермального слоя кожи в дерматологии и других областях медицины.

2. Применение высокочастотных датчиков значительно расширяет диагностические возможности ультразвукового исследования в дерматологии, позволяя эффективно выявлять и контролировать структурные изменения дермального слоя кожи.
3. Использование классического серошкального режима в сочетании с «гелевой подушкой» или специальными гелевыми насадками позволяет значительно повысить качество ультразвуковой визуализации кожных структур.

Список литературы / References

1. Alexander H., Miller D. L. Determining skin thickness with pulsed ultrasound. *Journal of Investigative Dermatology*. 1979; 72: 17–19.
2. Tjebk G., Kassis V., Søndergaard J. Ultrasonic B-scanning of the human skin. An introduction of a new ultrasonic skin-scanner. *Acta Dermato-Venerologica*. 1984; 64: 67–70.
3. Dines K. A., Sheets P. W., Brink J. A., Hanke C. W., Condra K. A., Clendenon J. L. et al. High frequency ultrasonic imaging of skin: experimental results. *Ultrasonic Imaging*. 1984; 6: 408–434.
4. Yano T., Fukukita H., Ueno S., Fukumoto A., 40 MHz ultrasound diagnostic system for dermatologic examination. *IEEE Ultrasonics Symposium Proceeding*. 1987. P. 875–878.
5. Nicolescu A. C. et al. Subepidermal low-echogenic band – its utility in clinical practice: a systematic review. *Diagnostics*. 2023; 13 (5): 970.
6. Chopra K. et al. A comprehensive examination of topographic thickness of skin in the human face // *Aesthetic surgery journal*. 2015; 35 (8): 1007–1013.
7. Nilforoushzadeh M. A. et al. Biometric changes of skin parameters in using of micro-needling fractional radiofrequency for skin tightening and rejuvenation facial. *Skin Research and Technology*. 2020; 26 (6): 859–866.
8. Круглова Л. С., Иконникова Е. В., Поткин С. Б., Бородаенко П. А., Павлова А. В., Павлов М. А., Копылова А. С., Зубарев А. В. Возможности высокочастотных ультразвуковых датчиков для исследования эпидермального слоя кожи. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2023; 1: 28–32. Kruglova L. S., Ikonnikova E. V., Potkin S. B., Borodaenko P. A., Pavlova A. V., Pavlov M. A., Kopylova A. S., Zubarev A. V. Capabilities of high-frequency ultrasound sensors for studying the epidermal layer of the skin. *Plastic surgery and aesthetic medicine*. 2023; 1: 28–32. (In Russ.).
9. Поткин С. Б. Оптимизация методов высокочастотного ультразвукового исследования кожи и мягких тканей после контурной инъекционной пластики: дис. ... канд. мед. наук. М.: ФГБУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б. В. Петровского», 2022. 210 с. Potkin S. B. Optimization of methods of high-frequency ultrasound examination of the skin and soft tissues after contour injection plastic surgery: diss. ... candidate of medical sciences. Moscow: Federal State Budgetary Institution «Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B. V. Petrovsky», 2022. 210 p. (In Russ.).
10. Зубарев А. В. Новая эра высокочастотного ультразвука (18–24 МГц) в дерматологии. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2020; 1: 5–11. Zubarev A. V. New era of high-frequency ultrasound (18–24 MHz) in dermatology. *Kremlin medicine. Clinical Bulletin*. 2020; 1: 5–11. (In Russ.).

Статья поступила / Received 10.05.2025

Получена после рецензирования / Revised 19.05.2025

Принята в печать / Accepted 23.05.2025

Сведения об авторах

Поткин Сергей Борисович, к. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии¹. E-mail: potkin@cgma.su. ORCID: 0000-0002-6586-1640
Иконникова Евгения Владимировна, д. м. н., профессор кафедры дерматовенерологии и косметологии¹. E-mail: obscura84@list.ru. ORCID: 0000-0002-8813-9132
Зубарев Александр Васильевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии¹. E-mail: prof.zubarev@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9318-5010
Насникова Ирина Юрьевна, д. м. н., профессор, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии¹. E-mail: niu009064@ccchp.ru. ORCID: 0009-0007-9276-8306
Павлов Максим Андреевич, врач ультразвуковой диагностики². E-mail: daffporky@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-3289-4646
Копылова Александра Сергеевна, врач-рентгенолог². E-mail: aleksakopylova@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2464-5578
Лозовский Владислав Владимирович, ординатор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии¹. E-mail: vladisl04@mail.ru. ORCID: 0009-0005-8905-9926
Семенев Семен Александрович, ординатор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии¹. E-mail: semensemeneev17@gmail.com. ORCID: 0009-0003-9762-9760

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия
² ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Поткин Сергей Борисович. E-mail: potkin@cgma.su

About authors

Potkin Sergey B., PhD Med, associate professor at Dept of Radiology and Radiation Therapy¹. E-mail: potkin@cgma.su. ORCID: 0000-0002-6586-1640
Ikonnikova Evgeniya V., DM Sci (habil.), professor at Dept of Dermatovenereology and Cosmetology¹. E-mail: obscura84@list.ru. ORCID: 0000-0002-8813-9132
Zubarev Aleksandr V., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Radiology and Radiation Therapy¹. E-mail: prof.zubarev@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9318-5010
Nasnikova Irina Yur., DM Sci (habil.), professor at Dept of Radiology and Radiation Therapy¹. E-mail: niu009064@ccchp.ru. ORCID: 0009-0007-9276-8306
Pavlov Maxim A., ultrasound diagnostic physician². E-mail: daffporky@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-3289-4646
Kopylova Aleksandra S., radiologist². E-mail: aleksakopylova@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2464-5578
Lozovsky Vladislav V., resident at Dept of Radiology and Radiation Therapy¹. E-mail: vladisl04@mail.ru. ORCID: 0009-0005-8905-9926
Semenev Semen A., resident at Dept of Radiology and Radiation Therapy¹. Federation. E-mail: semensemeneev17@gmail.com. ORCID: 0009-0003-9762-9760

¹ Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Central Clinical Hospital with Polyclinic of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow, Russia

Corresponding Author: Potkin Sergey B. E-mail: potkin@cgma.su

Для цитирования: Поткин С. Б., Иконникова Е. В., Зубарев А. В., Насникова И. Ю., Павлов М. А., Копылова А. С., Лозовский В. В., Семенев С. А. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование дермального слоя кожи высокочастотными датчиками. *Медицинский алфавит*. 2025; (8): 50–55. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-8-50-55>

For citation: Potkin S. B., Ikonnikova E. V., Zubarev A. V., Nasnikova I. Yu., Pavlov M. A., Kopylova A. S., Lozovsky V. V., Semenev S. A. Multiparametric ultrasound examination of the dermal skin layer using high-frequency probes. *Medical alphabet*. 2025; (8): 50–55. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-8-50-55>