

# УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЖИ, МЯГКИХ ТКАНЕЙ ЛИЦА, ШЕИ, КИСТЕЙ РУК У ЖЕНЩИН РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП: НЕРАНДОМИЗИРОВАННОЕ ОБСЕРВАЦИОННОЕ КРОСС-СЕКЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

И. Н. Бондаренко

*Общество с ограниченной ответственностью*

*«Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»*

*ул. Авиаконструктора Миля, д. 15, корп. 1, г. Москва, 109431, Россия*

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Возможность визуализации всех слоев кожи, особенностей ее кровоснабжения в различных анатомических областях, в разных возрастных группах, в динамике лечения представляет не только научный, но и практический интерес.

**Цель исследования** — изучить семиотику кожи, мягких тканей лица, шеи, кистей рук с помощью ультразвукового исследования высокого разрешения у женщин разных возрастных групп.

**Методы.** Проведено исследование 63 женщин в возрасте от 22 до 59 лет. Дизайн исследования включал формирование двух выборочных групп сравнения. Критерии включения в группы: женщины в возрасте от 22 до 59 лет без выраженной соматической и острой дерматологической патологии, которым до ультразвукового исследования кожи и мягких тканей лица, шеи, кистей рук не менее чем за месяц не проводились процедуры по эстетическим показаниям. Различие групп заключалось в возрасте. В первую группу вошли 32 женщины в возрасте от 22 до 44 лет (женщины молодого возраста), во вторую 31 пациент от 45 до 59 лет (женщины среднего возраста). Далее проводили ультразвуковое исследование высокого разрешения (УЗИ) в В-режиме, цветového доплеровского картирования и microV.

**Результаты.** Максимальная толщина дермы в средней трети лица в обеих возрастных группах, составляя в среднем  $1,87 \pm 0,35$  мм в группе молодых женщин и  $1,57 \pm 0,23$  мм среди женщин среднего возраста ( $p < 0,0001$ ). Минимальные значения толщины дермы в обеих группах отмечены в периорбитальной области, соответствовали  $1,16 \pm 0,15$  мм в группе 22–44 года и  $0,95 \pm 0,12$  мм в группе 45–59 лет, тыльной поверхности кистей рук, соответственно  $0,89 \pm 0,13$  и  $0,9 \pm 0,16$  мм ( $p < 0,0001$ ). Толщина дермы в области лица и шеи уменьшается с возрастом за счет сосочкового слоя. Доля хорошей васкуляризации дермы больше в группе женщин молодого возраста ( $p = 0,038$ ).

**Заключение.** Ультразвуковое исследование — эффективный метод диагностики кожи, мягких тканей лица, шеи, кистей рук на этапах планирования и последующего контроля безопасного выполнения косметологических инъекционных и аппаратных процедур, позволяющий в режиме реального времени оценивать толщину эпидермиса, дермы и ее слоев, сосудов, подкожной жировой клетчатки, мимических мышц в норме и при развитии осложнений.

**Ключевые слова:** ультразвуковая диагностика кожи, диагностика в косметологии, осложнения контурной пластики, осложнения аппаратного омоложения, ультразвуковое исследование

**Конфликт интересов:** автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Бондаренко И.Н. Ультразвуковая характеристика кожи, мягких тканей лица, шеи, кистей рук у женщин разных возрастных групп: нерандомизированное наблюдательное кросс-секционное исследование. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2021; 28(3): 16–28. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-3-16-28>

Поступила 02.03.2021

Принята после доработки 28.04.2021

Опубликована 27.06.2021

# ULTRASONIC DIAGNOSIS OF SKIN, FACIAL, NECK AND HAND SOFT TISSUE IN WOMEN OF DIFFERENT AGE: A NON-RANDOMISED OBSERVATIONAL CROSS-SECTIONAL STUDY

Igor N. Bondarenko

Central Research Institute for Radiation Diagnostics LLC

Aviakonstruktora Milya str., 15, building 1, Moscow, 109431, Russia

## ABSTRACT

**Background.** A dynamic cross-layer visualisation of skin, its vascular structure in various anatomical facets during treatment in different age cohorts holds both scientific and practical value.

**Objectives.** A semiotic study of skin, facial, neck and hand soft tissues using high-resolution ultrasound in women of different age cohorts.

**Methods.** A total of 63 women aged between 22 and 59 years were enrolled. The study was designed with two comparison cohorts. The inclusion criteria were: women aged 22–59 years with no evident somatic or acute dermatological pathology not having aesthetic procedures for at least one month prior to the ultrasound examination of skin, facial, neck and hand soft tissues. The cohorts separated by age. Cohort 1 included 32 women aged 22–44 years (young), and cohort 2 — 31 women aged 45–59 years (middle-aged). High-resolution ultrasound (US) was performed in B-mode, colour Doppler and microV imaging.

**Results.** A maximal dermal thickness was facial middle-third in both cohorts, averaging to  $1.87 \pm 0.35$  mm in the young and  $1.57 \pm 0.23$  — in middle-aged cohort ( $p < 0.0001$ ). A minimal dermal thickness in both cohorts was periorbital ( $1.16 \pm 0.15$  mm in the 22–44-year and  $0.95 \pm 0.12$  — in 45–59-year cohort) and in dorsal hand surface ( $0.89 \pm 0.13$  and  $0.9 \pm 0.16$  mm, respectively,  $p < 0.0001$ ). The dermal thickness in face and neck diminished with age due to a thinning papillary layer. An adequate dermal vascularisation rate was greater in the young cohort ( $p = 0.038$ ).

**Conclusion.** Ultrasound is effective in the diagnosis of skin, facial, neck and hand soft tissues at the planning and further control of safe injection and hardware aesthetic procedures, allowing a real-time thickness assessment of epidermis, dermis and its layers, vessels, subcutaneous fat and mimic muscles in norm and during complications.

**Keywords:** skin ultrasound, aesthetic diagnosis, contouring complications, hardware rejuvenation complications, ultrasonography

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**For citation:** Bondarenko I. N. Ultrasonic diagnosis of skin, facial, neck and hand soft tissue in women of different age: a non-randomised observational cross-sectional study. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik*. 2021; 28(3): 16–28. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-3-16-28>

Submitted 02.03.2021

Revised 28.04.2021

Published 27.06.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Последние несколько лет активно развивается ультразвуковая диагностика высокого разрешения в косметологии. Внимание ученых сконцентрировано на осложнениях после косметологических процедур. Опубликованы работы по диагностике отеков, возникающих после контурной пластики, гиперкоррекции и фиброзных изменений, визуализации косметологических нитей [1–6]. Ранее изучали толщину кожи с помощью ультразвукового исследования, представлены в литературе результаты гистологического исследования эпидермиса и дермы у людей в норме, а также у лабораторных животных после введения в мягкие ткани филлеров разной химической природы [7–15]. Имеющиеся в научной литературе данные по данному вопросу носят противоречивый характер, большинство ультразвуковых исследований выполнены линейными датчиками, частотный диапазон которых не предназначен для диагностики структур кожи, не представлена сравнительная характеристика различных возрастных групп. Зарубежными коллегами изучалась роль современных режимов, а именно компрессионной эластографии, в оценке возрастных изменений кожи без патологии и при дерматозах [16–22]. Возможность визуализации всех слоев кожи, особенностей ее кровоснабжения в разных анатомических областях и возрастных группах, в динамике лечения представляет не только научный, но и практический интерес. Толщина кожи меняется с возрастом, отличается на разных участках лица, соответственно должна учитываться при планировании аппаратных и инъекционных процедур [9, 11, 23]. Дефицит или отсутствие подкожной жировой клетчатки повышают риск развития гиперкоррекции при инъекциях филлеров или имплантации нитей, развитие сосудистых осложнений и формирование рубцов при выполнении аппаратных процедур [24, 25].

**Цель исследования** — изучить семиотику кожи, мягких тканей лица, шеи, кистей рук с помощью ультразвукового исследования высокого разрешения у женщин разных возрастных групп.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено исследование 63 женщин, обратившихся для проведения ультразвукового исследования кожи и мягких тканей лица, шеи, кистей рук при планировании косметологических процедур. Дизайн работы построен в виде обсервационного кросс-секционного исследования и включал формирование двух выборочных групп сравнения.

## Критерии соответствия

**Критерии включения** в группы: женщины в возрасте от 22 до 59 лет без выраженной соматической и острой дерматологической патологии, с индексом массы тела от 16 до 29,99, которым до ультразвукового исследования кожи и мягких тканей лица, шеи, кистей рук не менее чем за месяц не проводились процедуры по эстетическим показаниям. Различие групп заключалось в возрасте. В первую группу вошли 32 женщины в возрасте от 22 до 44 лет (женщины молодого возраста), во вторую 31 пациент от 45 до 59 лет (женщины среднего возраста) согласно принятой классификации ВОЗ.

**Критерии исключения:** женщины с острой дерматологической патологией; после аппаратных и инъекционных процедур, выполненных в течение предшествующих ультразвуковому исследованию 4 недель; с индексом массы тела более 29,99 или менее 16.

## Условия проведения

Ультразвуковое исследование проведено на базе общества с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики» (г. Москва) и общества с ограниченной ответственностью «Центр лазерной медицины» (г. Краснодар).

## Продолжительность исследования

Продолжительность исследования составила 6 лет, с января 2015 по январь 2021 г.

## Описание медицинского вмешательства

Ультразвуковое исследование (УЗИ) выполняли на аппарате экспертного класса MyLabTwice ( Esaote, Италия), использовали линейный датчик SL3116 с частотой 10–22 МГц в В-режиме, режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) и microV, на гелевой подушке, в стандартных точках при одинаковых настройках аппарата. Первая точка соответствовала области центра лба по среднезрачковой линии. Вторая точка располагалась по среднезрачковой линии на уровне костного края орбиты. Третья точка ниже по среднезрачковой линии в проекции инфраорбитального отверстия. Четвертая точка на уровне комиссуры углов рта, пятая — продолжение среднезрачковой линии над основанием нижней челюсти в месте пересечения с горизонтальной линией, проведенной через проекцию ментального отверстия. Шестая точка — в центре субментальной области шеи, седьмая — вершина сонного треугольника, восьмая — в проекции тыльной поверхности кистей рук. В В-режиме последовательно определяли эхогенность, эхоструктуру, толщину эпидермиса, всей дермы

и ее слоев. После исследовали экзогенность, эхоструктуру, толщину поверхностного подкожного жира в области лба, подбородочной (субментальной) области и в проекции сонного треугольника, а также лобного брышка затылочно-лобной мышцы (ЛБЗЛМ), круговой мышцы глаза (КМГ), подкожной мышцы шеи (платизмы). Для облегчения визуализации указанных мышц проводили мимический тест: просили удивиться, прищуриться, произнести букву «Ы», что позволяло точно определить мышечные структуры, а также поверхностный жир между ними и дермой. Затем с помощью доплеровского исследования линейным датчиком 10–22 МГц в том же положении определяли степень васкуляризации сосочкового слоя дермы при частоте повторения импульса (ЧПИ) 750 Гц. Использовали режим ЦДК и  $\text{mi-sgV}$ . Индекс резистентности лицевой артерии оценивали в проекции медиального угла глаза.

### Исходы исследования

#### Основной исход исследования

Динамика изменения ультразвуковых параметров кожи и мягких тканей лица, шеи, кистей рук у женщин с возрастом.

#### Дополнительные исходы исследования

Дополнительные исходы дизайном исследования не предусмотрены и не выявлялись.

### Анализ в подгруппах

Анализировали количественные показатели кожи и мягких тканей (толщина в миллиметрах эпидермиса, дермы, подкожной жировой клетчатки (ПЖК), мимических мышц), индекс резистентности (ИР) лицевой артерии в условных единицах и один качественный показатель — степень васкуляризации в средней трети лица.

### Методы регистрации исходов

Учитывали количество сосудов в зоне интереса. Отсутствие или наличие 1–2 сосудов сосочкового слоя дермы расценивали как «плохую васкуляризацию», 3–4 сосуда — как «умеренную», более 4 — «хорошую». Толщину дермы измеряли в В-режиме и режиме ЦДК между эпидермисом и сосудами гиподермы как анатомической границей между дермой и гиподермой.

### Статистический анализ

#### Принципы расчета размера выборки

Предварительный расчет выборки не проводился.

#### Методы статистического анализа данных

Антропометрические данные, полученные при УЗИ количественные и качественные показатели заносились в таблицы Excel и обрабаты-

вались с помощью программы Statistica 13 и MS Office Excel 2010. Для количественных параметров независимых выборок менее 60 человек проводили проверку групп на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро — Уилка и строили нормально-вероятностные графики. Если в обеих подгруппах распределение было нормальное, проверяли на однородность дисперсий с помощью теста Левена. Если дисперсии были однородны, то переходили к интерпретации уровня значимости с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Если гипотезу о нормальности не отклоняли, то параметры представляли в виде среднего ( $M$ ) и стандартного отклонения ( $SD$ ), а средние значения сравнивали с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок. В случае отклонения гипотезы о нормальности параметры представляли в виде медианы ( $Me$ ) и 25%- и 75%-перцентилей, а их сравнение осуществляли с помощью  $U$ -критерия Манна — Уитни. Сравнение трех и более групп независимых количественных параметров проводили с помощью дисперсионного анализа методом поиска зависимостей в полученных данных путем исследования значимости различий в средних значениях. Уровень значимости представляли по критерию Ф. Фишера. Доли пациентов с различными качественными показателями в группах сравнивали с помощью анализа таблиц сопряженности по критерию хи-квадрат, точного критерия Фишера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Участники исследования

В исследовании приняли участие 63 женщины в возрасте от 22 до 59 лет. На момент обследования пациенты не имели противопоказаний к проведению УЗИ. Группы сравнения сопоставимы по весу в килограммах, росту в сантиметрах, индексу массы тела (ИМТ). Медиана возраста в группе женщин молодого возраста составила 37,5 лет, среднего — 52 года. Среднее значение ИМТ пациентов 22–44 лет (группа 1) соответствовало  $21,22 \pm 2,22$  и  $21,88 \pm 2,22$  у женщин 45–59 лет (группа 2) (табл. 1). Блок-схема исследования представлена на рисунке 1.

### Основные результаты исследования

Эпидермис визуализировался гиперэхогенной неоднородной слоистой структурой с признаками или без признаков эксфолиации в виде нарушения целостности верхнего слоя (рис. 2).

Средние значения толщины эпидермиса варьировали в пределах 0,16–0,23 мм и не имели статистически значимых отличий в сравниваемых группах. Дерма определялась неоднородной структурой с гипоэхогенным сосочковым и гиперэхогенным сетчатым слоями (рис. 2–5).

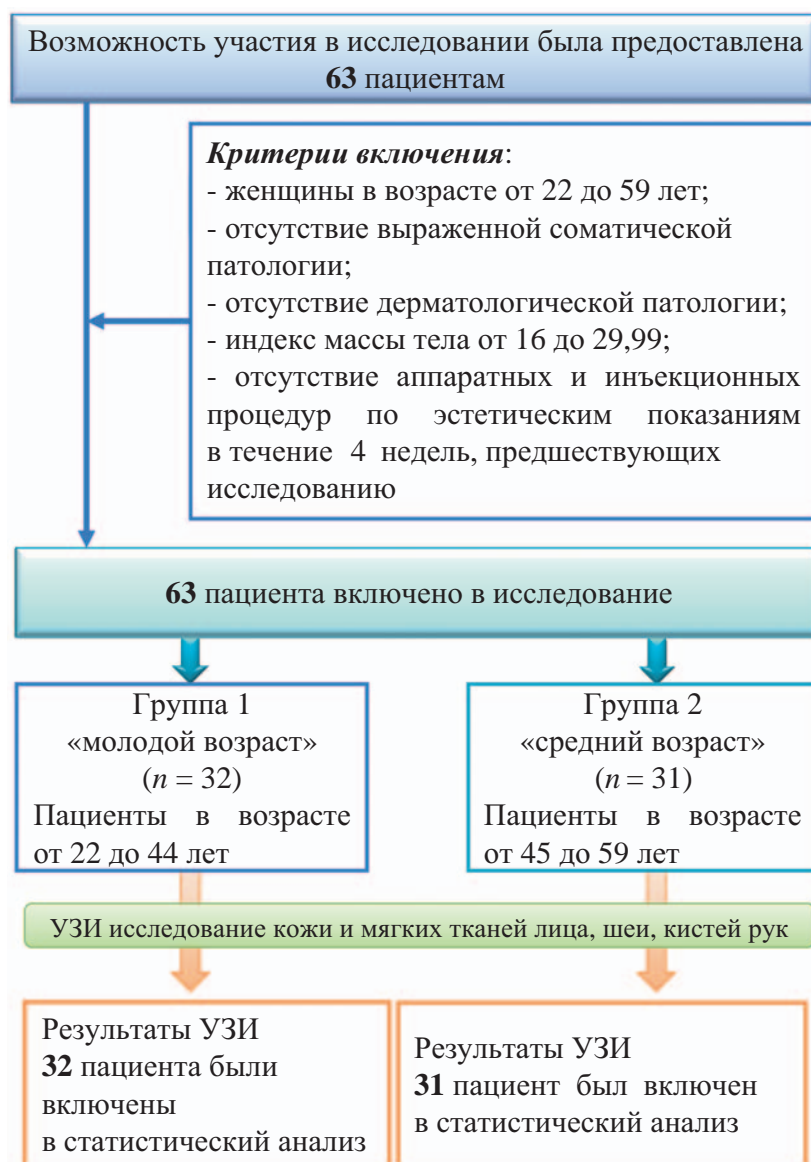


Рис. 1. Схема проведения исследования.

Fig. 1. Study design.

Таблица 1. Средние значения и медианы некоторых характеристик обследованных пациентов

Table 1. Selected mean and median patient metrics

Параметр	Группа 1 (n = 32)	Группа 2 (n = 31)	Уровень значимости, p
Возраст, (Me (25%; 75%))	37,5 (32,5; 41)	52 (48, 57)	<0,0001**
Рост ( $M \pm SD$ ), см	167,06 $\pm$ 3,09	166,03 $\pm$ 2,93	0,179*
Вес ( $M \pm SD$ ), кг	59,22 $\pm$ 6,26	60,06 $\pm$ 6,31	0,595*
ИМТ ( $M \pm SD$ )	21,22 $\pm$ 2,22	21,88 $\pm$ 2,22	0,243*

Примечание: \* — по критерию t-Стьюдента для независимых выборок, \*\* — по U-критерию Манна — Уитни; ИМТ — индекс массы тела.

Note: \* — Student's t-test for independent samples, \*\* — Mann—Whitney U-test; IMT — body mass index.



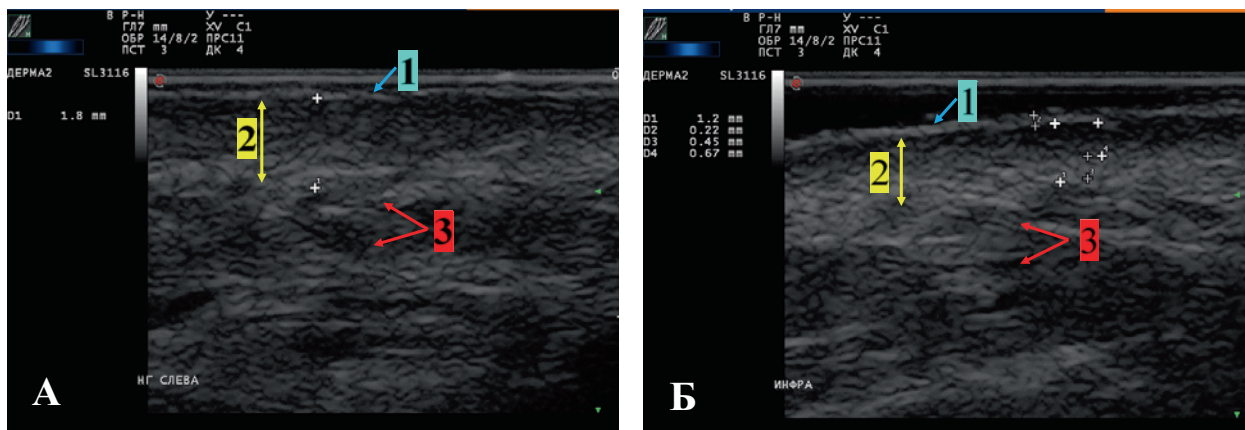


Рис. 2. Ультразвуковое исследование кожи и мягких тканей лица женщины молодого возраста (А) и ее мамы, женщины среднего возраста (Б), в средней трети лица датчиком 10–22 МГц в В-режиме, глубина сканирования 7 мм. Стрелка 1 — эпидермис, гиперэхогенная неоднородная полоса толщиной 0,22 мм с признаками эксфолиации (рис. Б) за счет нарушения целостности верхней пластины. Стрелка 2 — дерма, неоднородная структура с гипозоногенным сосочковым и гиперэхогенным сетчатым слоем, общая толщина 1,8 мм у женщины молодого возраста (рис. А) и 1,2 мм у женщины среднего возраста (рис. Б). Стрелка 3 — подкожная жировая клетчатка.

Fig. 2. Skin and facial soft tissue ultrasound in young woman (Fig. A) and her middle-aged mother (Fig. B) at facial middle-third, 10–22 MHz B-mode, 7 mm scan depth. Arrow 1 — epidermis, hyperechoic heterogeneous 0.22 mm band with signs of exfoliation (Fig. 1 B) due to upper lamina disruption. Arrow 2 — dermis, heterogeneous structure with hypoechoic papillary and hyperechoic reticular layers, total thickness 1.8 mm in young (Figure A) and 1.2 mm in middle-aged woman (Figure B). Arrow 3 — subcutaneous fat.

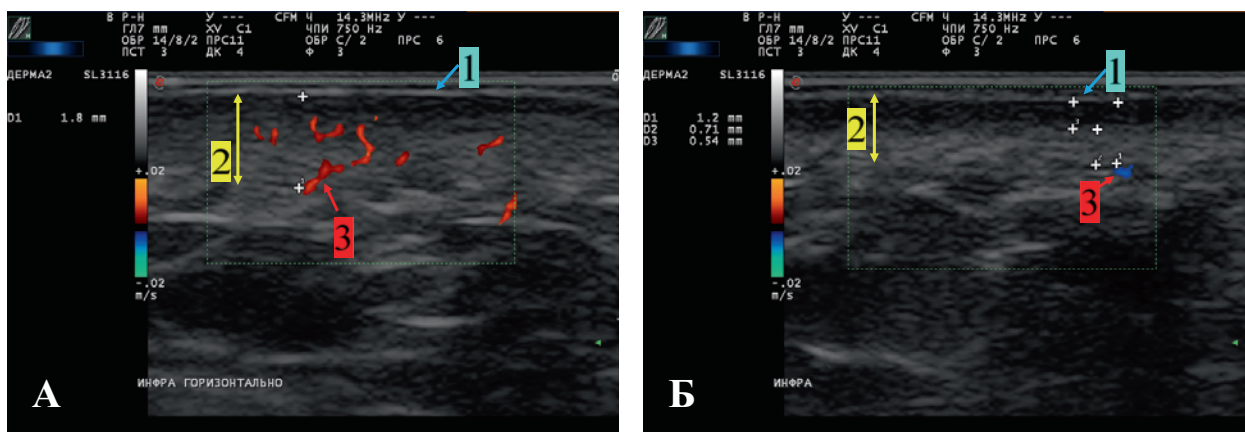


Рис. 3. Ультразвуковое исследование кожи и мягких тканей лица женщины молодого возраста (рис. А) и ее мамы, женщины среднего возраста (рис. Б) в средней трети лица датчиком 10–22 МГц в режиме ЦДК, глубина сканирования 7 мм. Стрелка 1 — эпидермис. Стрелка 2 — дерма, неоднородная структура с гипозоногенным сосочковым и гиперэхогенным сетчатым слоем, общая толщина 1,8 мм у женщины молодого возраста (рис. А) и 1,2 мм у женщины среднего возраста (рис. Б). В зоне интереса визуализируются множественные сосуды сосочкового слоя дермы у женщины молодого возраста (рис. А) и единичные сосуды на границе дермы и гиподермы у женщины среднего возраста (рис. Б). Стрелка 3 — сосуды дермы.

Fig. 3. Skin and facial soft tissue ultrasound in young woman (Fig. A) and her middle-aged mother (Fig. B) at facial middle-third, 10–22 MHz CDI, 7 mm scan depth. Arrow 1 — epidermis. Arrow 2 — dermis, heterogeneous structure with hypoechoic papillary and hyperechoic reticular layers, total thickness 1.8 mm in young (Figure A) and 1.2 mm in middle-aged woman (Figure B). Multiple vessels in dermal papillary layer visualised in young (Figure A), and isolated vessels at dermal — hypodermal boundary — in middle-aged woman (Figure B). Arrow 3 — dermal vessels.

Толщина дермы отличалась у обследованных пациентов в зависимости от анатомической области. Максимальная толщина в обеих группах наблюдалась в средней трети лица, составляя в среднем  $1,87 \pm 0,35$  мм в группе молодых женщин и  $1,57 \pm 0,23$  мм среди женщин среднего возраста. Минимальные значения толщины дермы в обеих группах отмечены в периорбитальной области, соответствовали  $1,16 \pm 0,15$  мм в группе 22–44 года и  $0,95 \pm 0,12$  мм в группе 45–59 лет, а также на тыльной поверхности кистей рук, соответственно,  $0,89 \pm 0,13$  и  $0,9 \pm 0,16$  мм. В проекции овала лица, субментальной области и передней поверхности шеи среди женщин обеих групп толщина дермы уменьшалась относительно средней трети лица (табл. 2).

Толщина дермы тыльной поверхности кистей рук в сравниваемых группах не имела отличий. Мимические мышцы при сканировании выглядели неоднородной структурой с гипозохогенным центром и гиперэхогенными краями (рис. 4). Толщина мимических мышц (лобного брюшка затылочно-лобной мышцы, круговой мышцы глаза, подкожной мышцы шеи) в молодом и среднем возрасте не менялась. В подкожной жировой клетчатке определяются множественные гиперэхогенные структуры: поверхностная фасция, которая имеет различные варианты расположения, линейное, волнистое, пирамидообразное или в виде косых линий, соединяющих дерму с нижерасположенными мимическими мышцами. ПЖК субментальной области у обследованных пациентов со средним значением ИМТ в пределах нормы (табл. 1) составила в среднем  $3,38 \pm 0,59$  мм у женщин группы 22–44 лет и  $3,44 \pm 0,75$  мм в группе 45–59 лет. Толщина ПЖК передней поверхности шеи в среднем составила 1,1–1,2 мм, а на тыльной поверхности кистей рук отсутствовала.

Исследование инфраорбитальной области, кроме сравнения количественных показателей, включало анализ качественного параметра «степень васкуляризации». Доли плохой, умеренной и хорошей васкуляризации в сравниваемых группах представлены в таблице 3. Для двух показателей: «плохая» и «умеренная васкуляризация» относительные частоты статистически значимо не отличались. Только один качественный показатель: «хорошая васкуляризация» имел статистически значимое различие в долях ( $p = 0,038$ ). Так, хорошая васкуляризация наблюдалась в группе 22–44 лет при доле равной 31,25%, а в группе 45–59 при доле равной 9,68% (табл. 3). Женщин с хорошей васкуляризацией на 21% больше в группе 22–44 лет, с плохой

васкуляризацией больше на 13% в группе 45–59 лет. Умеренная васкуляризация на 8% чаще встречалась в группе 45–59 лет, чем в группе 22–44 лет (рис. 4).

Таким образом, доля женщин с хорошей васкуляризацией в группе молодого возраста была выше.

Наглядно отражает динамику изменения толщины дермы и ее васкуляризации, представленный на рисунках 2–5 пример ультразвукового исследования кожи и мягких тканей у мамы, женщины среднего возраста, и ее дочери — молодого возраста. Дочь — 34 года (рис. А), мама — 59 лет (рис. Б). Толщина дермы отличалась в средней трети лица, составив 1,8 мм у дочери и 1,2 мм у мамы, при этом у дочери васкуляризация оценивалась как хорошая, у мамы как плохая (рис. 2, 3).

В проекции поперечных морщин передней поверхности шеи имелись индивидуальные особенности, отличалась толщина ПЖК. На представленном примере видны индивидуальные варианты нормы. У женщины молодого возраста дерма интимно прилегала к платизме, у ее мамы между дермой и подкожной мышцей шеи присутствовала ПЖК толщиной 1,5 мм (рис. 4).

Толщина дермы тыльной поверхности кисти отличалась, толще оказалась у мамы, составив 1 мм, тогда как у дочери толщина дермы была 0,66 мм (рис. 5).

### Дополнительные результаты исследования

Дополнительные результаты целью исследования не предусмотрены.

### Нежелательные явления

Нежелательные явления не выявлены.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме основного результата исследования

Ультразвуковое исследование высокого разрешения показано пациентам на этапе планирования косметологических процедур как эффективный метод, позволяющий оценить кожу, мягкие ткани лица, шеи, кистей рук и персонализировать протокол эстетической коррекции.

### Обсуждение основного результата исследования

По результатам сравнительного анализа толщины слоев кожи и мягких тканей лица у женщин молодого и среднего возраста можно сказать, что большая часть средних значений

**Таблица 2.** Сравнительный анализ количественных показателей кожи и мягких тканей лица, шеи, кистей рук у женщин молодого и среднего возраста**Table 2.** Comparative quantitative profile of skin, facial, neck and hand soft tissues in young and middle-aged women

Структура (толщина, мм)	Молодой возраст (n = 32)	Средний возраст (n = 31)	Уровень значимости p
	M ± SD (Me (25%; 75%))	M ± SD (Me (25%; 75%))	
Область лба по среднелазерной линии			
Эпидермис	0,24 ± 0,06	0,22 ± 0,04	0,052*
Дерма	1,6 (1,5; 1,7)	1,4 (1,3; 1,6)	<b>0,016**</b>
Сосочковый слой	1 (0,82; 1,1)	0,74 (0,62; 0,83)	<b>&lt;0,0001**</b>
ПЖК	1,62 ± 0,51	1,90 ± 0,78	0,091*
ЛБЗЛМ	0,57 ± 0,08	0,54 ± 0,11	0,204*
Периорбитальная область по среднелазерной линии			
Эпидермис	0,20 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,0465*
Дерма	1,16 ± 0,15	0,95 ± 0,12	<b>&lt;0,0001*</b>
Сосочковый слой	0,58 (0,47; 0,65)	0,46 (0,44; 0,58)	<b>0,013**</b>
КМГ	0,95 (0,88; 0,99)	0,9 (0,77; 0,98)	0,2**
Инфраорбитальная область по среднелазерной линии			
Эпидермис	0,21 ± 0,06	0,25 ± 0,06	0,023*
Дерма	1,87 ± 0,35	1,57 ± 0,23	<b>&lt;0,0001**</b>
Сосочковый слой	1,14 ± 0,29	0,88 ± 0,19	<b>&lt;0,0001**</b>
ИР лицевой артерии	0,78 (0,76; 0,81)	0,78 (0,75; 0,8)	0,26**
Проекция комиссуры угла рта			
Эпидермис	0,21 ± 0,03	0,21 ± 0,04	0,967*
Дерма	1,69 ± 0,25	1,46 ± 0,19	<b>&lt;0,0001*</b>
Сосочковый слой	1 (0,92; 1,1)	0,79 (0,69; 1,1)	<b>&lt;0,0001**</b>
Проекция овала лица			
Эпидермис	0,20 (0,18; 0,22)	0,17 (0,14; 0,20)	0,0097**
Дерма	1,4 (1,4; 1,5)	1,3 (1,2; 1,3)	<b>&lt;0,0001**</b>
Сосочковый слой	0,94 ± 0,16	0,75 ± 0,14	<b>&lt;0,0001*</b>
Субментальная область			
Эпидермис	0,17 (0,15; 0,19)	0,16 (0,14; 0,19)	0,1488**
Дерма	1,2 (1,1; 1,2)	1,1 (0,97; 1,2)	<b>0,0152**</b>
Сосочковый слой	0,77 ± 0,15	0,6 ± 0,15	<b>&lt;0,0001*</b>
ПЖК	3,38 ± 0,59	3,44 ± 0,75	0,71*
Платизма	0,52 ± 0,09	0,52 ± 0,13	0,978*
Проекция передней поверхности шеи			
Эпидермис	0,18 (0,16; 0,21)	0,19 (0,18; 0,21)	0,437**
Дерма	1,2 (1,2; 1,3)	1,2 (1,1; 1,2)	<b>0,003**</b>
Сосочковый слой	0,72 ± 0,18	0,63 ± 0,08	<b>0,0005*</b>
ПЖК	1,10 (0,83; 1,20)	1,20 (0,96; 1,50)	0,0167**
Платизма	0,54 ± 0,08	0,52 ± 0,07	0,2*
Тыльная поверхность кисти			
Эпидермис	0,22 (0,19; 0,26)	0,23 (0,20; 0,25)	1,0**
Дерма	0,89 ± 0,13	0,90 ± 0,16	0,792*
Сосочковый слой	0,50 ± 0,11	0,48 ± 0,095	0,388*

Примечание: \* — по критерию t-Стьюдента для независимых выборок, \*\* — по U-критерию Манна — Уитни; ПЖК — подкожная жировая клетчатка мимических мышц; ИР — индекс резистентности; ЛБЗЛМ — лобное брюшко затылочной-лобной мышцы; КМГ — круговая мышца глаза.

Note: \* — Student's t-test for independent samples, \*\* — Mann—Whitney U-test; ПЖК — subcutaneous fat; mimic muscles, ИР — resistance index; ЛБЗЛМ — frontal belly of occipitofrontalis muscle; КМГ — orbicular eye muscle.



**Таблица 3.** Сравнительный анализ долей васкуляризации у женщин молодого и среднего возраста  
**Table 3.** Vascularisation rate comparison in young and middle-aged women

Качественные показатели (степень васкуляризации)	Группа 1		Группа 2		Уровень значимости
	абс.	отн., %	абс.	отн., %	
Плохая	6	18,75	10	32,26	0,287498*
Умеренная	16	50,00	18	58,06	0,663122*
Хорошая	10	31,25	3	9,68	0,038**

Примечание: \* — по критерию хи-квадрат, \*\* — по точному критерию Фишера.

Note: \* — chi-square test, \*\* — Fisher's exact test.

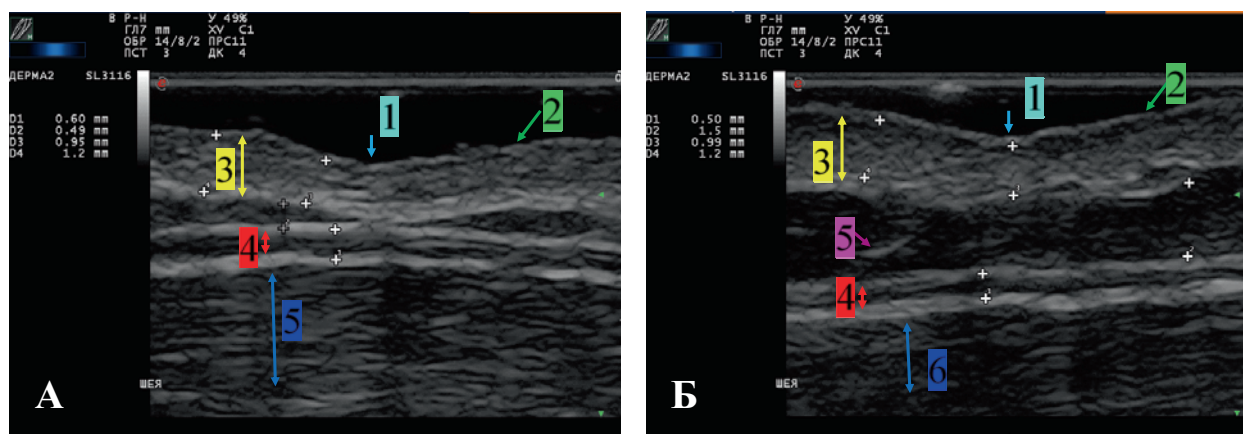


Рис. 4. Ультразвуковое исследование передней поверхности шеи женщины молодого (А) и среднего (Б) возраста датчиком 10–22 МГц в В-режиме, глубина сканирования 7 мм. Поперечный срез горизонтальной морщины в области шеи (стрелка 1). А — визуализируется эпидермис в виде гиперэхогенной полосы (стрелка 1), дерма (стрелка 2), неоднородная структура за счет пониженной эхогенности сосочкового слоя и гиперэхогенного сетчатого слоев, границы между слоями нечеткие, общая толщина дермы в проекции морщины 1,2 и 0,95 мм, где она интимно прилегает к подкожной мышце шеи (стрелка 4) у женщины молодого возраста. Платизма — неоднородная структура с гипозоногенным центром и гиперэхогенными краями, толщиной 0,6 мм. ПЖК не выражена (стрелка 5), толщиной 0,49 мм, отсутствует в проекции морщины. Под платизмой определяется грудино-ключично-сосцевидная мышца (стрелка 5). Б — визуализируется эпидермис в виде гиперэхогенной полосы (стрелка 2), дерма (стрелка 3), неоднородная структура, за счет гипозоногенного сосочкового и гиперэхогенного сетчатого слоев, толщиной 1,2 и 0,99 мм в проекции морщины. Под дермой ПЖК неоднородной структуры, пониженной эхогенности толщиной 1,5 мм, с гиперэхогенными включениями — поверхностная фасция (стрелка 5). Платизма — неоднородная структура с гипозоногенным центром и гиперэхогенными краями, толщиной 0,5 мм (стрелка 4). Под платизмой определяется грудино-ключично-сосцевидная мышца (стрелка 6).

Fig. 4. Frontal neck ultrasound in young (Fig. A) and middle-aged woman (Fig. B), 10–22 MHz B-mode, 7 mm scan depth. Cross-section of horizontal neck rhyde (arrow 1). Fig. A. Epidermis visualised as hyperechoic band (arrow 1), derma (arrow 2), heterogeneous structure due to lower-echoic papillary and hyperechoic reticular layers, inter-layer boundaries indistinct, total dermal thickness 1.2 mm in rhyde projection and 0.95 mm at intimate junction with platysma (arrow 4) in young woman. Platysma heterogeneous with hypoechoic centre and hyperechoic margins, 0.6-mm thickness. Subcutaneous fat unpronounced (arrow 5), 0.49 mm thickness, absent in rhyde projection. Sternocleidomastoid muscle visualised beneath platysma (arrow 6). Fig. B. Epidermis visualised as hyperechoic band (arrow 2), derma (arrow 3), heterogeneous structure due to hypoechoic papillary and hyperechoic reticular layers of 1.2-and 0.99-mm thickness in rhyde projection. Superficial fascia as heterogeneous lower-echoic 1.5-mm thick subdermal structure with hyperechoic inclusions (arrow 5). Platysma heterogeneous with hypoechoic centre and hyperechoic margins, 0.5-mm thickness (arrow 4). Sternocleidomastoid muscle visualised beneath platysma (arrow 6).

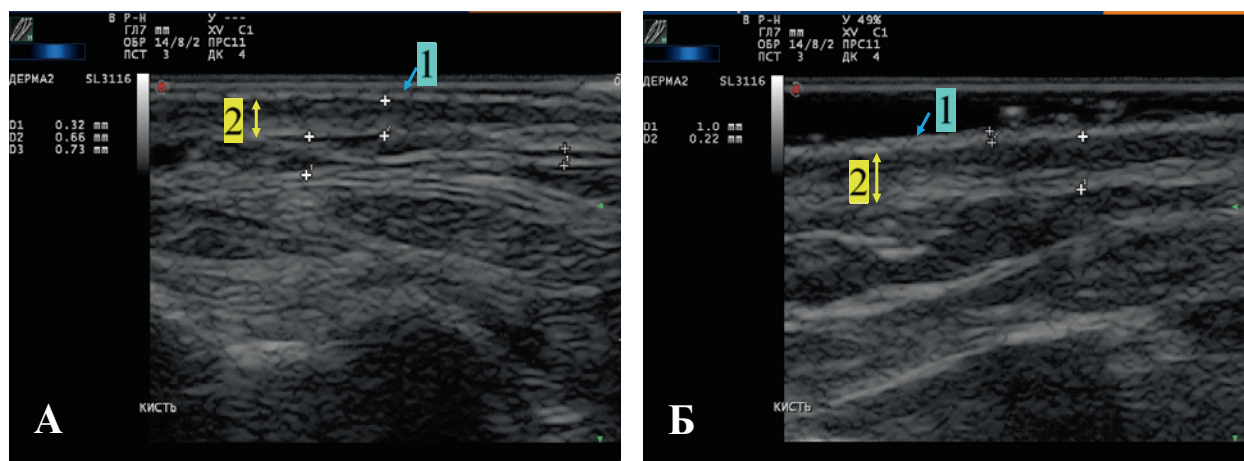


Рис. 5. Ультразвуковое исследование мягких тканей тыльной поверхности кистей рук женщины молодого (рис. А) и среднего (рис. Б) возраста в В-режиме датчиком 10–22 МГц. Стрелка 1 — эпидермис визуализируется гиперэхогенной линией. Стрелка 2 — дерма, неоднородная структура за счет гипоэхогенного сосочкового слоя и гиперэхогенного сетчатого. Толщина дермы составила 0,66 мм (рис. А) и 1,0 мм (рис. Б).

Fig. 5. Dorsal hand tissue ultrasound in young (Fig. А) and middle-aged woman (Fig. Б), 10–22 MHz B-mode. Arrow 1 — epidermis visualised as hyperechoic line. Arrow 2 — derma, heterogeneous structure due to hypoechoic papillary and hyperechoic reticular layers. Dermal thickness 0.66 (Fig. А) and 1.0 mm (Fig. Б).

и медиан параметров дермы исследуемых групп статистически значимо отличаются практически во всех областях. В области лба при сравнении толщины дермы и ее слоев, измеренных высокочастотным датчиком 10–22 МГц в В-режиме и режиме ЦДК, уровень значимости везде был меньше 0,05. Аналогичные данные в периорбитальной (все параметры, кроме КМГ), инфраорбитальной области (кроме сетчатого слоя дермы), проекции овала лица (кроме сетчатого слоя дермы) и коммиссуры угла рта (кроме сетчатого слоя дермы). В субментальной области, передней поверхности шеи общая толщина дермы в сравниваемых группах не имела отличий, при этом сосочковый слой в группе пациентов среднего возраста значимо отличался, уменьшался относительно толщины у женщин группы молодого возраста. Таким образом, по результатам ультразвукового исследования можно сделать вывод, что с возрастом происходит уменьшение толщины дермы лица и шеи за счет сосочкового слоя. В анатомических областях с минимальными значениями толщины дермы отсутствовала ПЖК (периорбитальная область и тыльная поверхность кистей рук) или слабо развита, как на передней поверхности шеи. Максимальный риск развития осложнений после косметологических инъекционных и аппаратных процедур появляется в анатомических областях лица и шеи с тонкой дермой и не выраженной ПЖК [1, 2, 24, 25]. Необходимо планировать процедуры в периорбитальной области и тыльной поверхности кистей рук с учетом ри-

ска. Меняется с возрастом и васкуляризация сосочкового слоя дермы, которую можно визуализировать с помощью доплеровских технологий высокочастотными датчиками. Ультразвуковое исследование высокого разрешения позволяет в режиме реального времени верифицировать наличие сосудов и исследовать их скоростные характеристики. Оценка толщины дермы и васкуляризации, толщина ПЖК и глубина расположения мимических мышц позволяют персонализировать протокол эстетической коррекции и составлять программу лечения с учетом индивидуальных особенностей.

### Ограничения исследования

Согласно рекомендациям и инструкциям к препаратам и аппаратным методам омоложения рекомендуемый срок повторных процедур — через 2–4 недели. Проведение УЗИ в более ранний срок, чем 4 недели после эстетической коррекции, нецелесообразно, так как изучаемые параметры могут быть искажены эффектами от процедур.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кожа при ультразвуковом сканировании визуализируется структурой с гиперэхогенным эпидермисом, неоднородной дермой, за счет гипоэхогенного сосочкового слоя и гиперэхогенного сетчатого. Мимические мышцы также неоднородны по эхоструктуре, с гипоэхогенным центром и гиперэхогенными краями. В подкожной жировой клетчатке определяется поверхностная

фасция как гиперэхогенная структура, имеющая различные варианты расположения: от линейной, волнистой, до пирамидообразных и косых линий, соединяющих дерму с нижерасположенными мимическими мышцами.

Ультразвуковое исследование высокого разрешения — эффективный метод диагностики кожи и мягких тканей лица, шеи, кистей рук на этапах планирования и последующего контроля безопасного выполнения косметологических инъекционных и аппаратных процедур, позволяющий в режиме реального времени оценивать толщину эпидермиса, дермы и ее слоев, сосудов, ПЖК, мимических мышц в норме и при развитии осложнений.

Максимальная толщина дермы в средней трети лица наблюдалась в обеих возрастных группах. Минимальные значения толщины дермы — в периорбитальной области и на тыльной поверхности кистей рук, при этом отсутствует ПЖК ( $p < 0,0001$ ). Толщина дермы в области лица и шеи уменьшается с возрастом за счет сосочкового слоя ( $p < 0,0001$ ). Доля хорошей васкуляризации дермы больше в группе женщин молодого возраста ( $p = 0,038$ ).

## СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Этическая экспертиза протокола исследования не проводилась. Соответствие выполненного исследования этическим принципам было подтверждено Межвузовским комитетом по этике (пер. Гагаринский, д. 37, г. Москва, Россия), протокол № 06-19 от 13.06.2019 г. Перед началом исследования все пациенты подтвердили свое участие письменным информированным добровольным согласием.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

No expert evaluation of the trial protocol has been requested. Compliance with ethical standards was approved by the Intercollegiate Committee for Ethics (Gagarinskiy per., 37, Moscow, Russia), Minutes No. 06–19 of 13.06.2019. All patients signed a free written informed consent prior to examination.

## ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Автор заявляет об отсутствии спонсорской поддержки при выполнении исследования.

## FINANCING SOURCE

The authors declare that no funding was received for this study.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондаренко И.Н. Ультразвуковое исследование высокого разрешения в диагностике отеков после контурной пластики. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2021; 28(1): 32–42. DOI: 10.25207/1608-6228-2021-28-1-32-42
- Бондаренко И.Н. Ультразвуковое исследование высокого разрешения косметологических нитей после их имплантации в мягкие ткани лица и шеи. *Инновационная медицина Кубани*. 2021; 1: 28–33. DOI: 10.35401/2500-0268-2021-21-1-28-33
- Wortsman X. Identification and Complications of Cosmetic Fillers: Sonography First. *J. Ultrasound Med.* 2015; 34(7): 1163–1172. DOI: 10.7863/ultra.34.7.1163
- Wortsman X. Sonography of Dermatologic Emergencies. *J. Ultrasound Med.* 2017; 36(9): 1905–1914. DOI: 10.1002/jum.14211
- Schelke L.W., Decates T.S., Velthuis P.J. Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments. *J. Cosmet. Dermatol.* 2018; 17(6): 1019–1024. DOI: 10.1111/jocd.12726
- Иконникова Е.В., Круглова Л.С., Зубарев А.В., Поткин С.Б., Гаранкин Н.А. Применение ультразвука для дифференциальной диагностики осложнений после контурной инъекционной пластики: клинический случай. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2019; 3: 70–74. DOI: 10.17116/plast.hirurgia201903170
- Mlosek R.K., Malinowska S. Ultrasound image of the skin, apparatus and imaging basics. *J. Ultrason.* 2013; 13(53): 212–221. DOI: 10.15557/JoU.2013.0021
- Wortsman X., Alfageme F., Roustan G., Arias-Santiago S., Martorell A., Catalano O., di Santolo M. S., Zarchi K., Bouer M., Gonzalez C., Bard R., Mandava A.. Guidelines for performing dermatologic ultrasound examinations by the DERMUS Group. *J. Ultrasound. Med.* 2016; 35(3): 577–580. DOI: 10.7863/ultra.15.06046
- Омурзакова А.Т., Изранов В.А. Ультразвуковые особенности строения кожи лица. Ультразвуковая диагностика. *Лучевая диагностика и терапия*. 2020; 1S: 208–229. DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1S-208-229
- Barcaui Ede O., Carvalho A.C., Piceiro-Maceira J., Barcaui C.B., Moraes H. Study of the skin anatomy with high-frequency (22 MHz) ultrasonography and histological correlation. *Radiol. Bras.* 2015; 48(5): 324–329. DOI: 10.1590/0100-3984.2014.0028
- Карымов О.Н., Калашникова С.А., Соловьева И.О., Полякова Л.В. Гистотопографические особенности строения кожи лица. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2017; 6(1): 29–32. DOI: 10.18499/2225-7357-2017-6-1-29-32
- Tanghetti E.A. The histology of skin treated with a picosecond alexandrite laser and a fractional lens array. *Lasers Surg. Med.* 2016; 48(7): 646–652. DOI: 10.1002/lsm.22540



13. Могильная Г.М., Фомичева Е.В., Блатт Ю.Е. Морфогистохимическая характеристика импланта из полимолочной кислоты. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018; 25(6): 114–118. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-114-118
14. Могильная Г.М., Фомичева Е.В., Блатт Ю.Е. Статус эпидермиса при введении препаратов «радиесс» и «люминара». *Кубанский научный медицинский вестник*. 2015; 4: 93–96. DOI: 10.25207/1608-6228-2015-4-93-96
15. Agabalyan N.A., Su S., Sinha S., Gabriel V. Comparison between high-frequency ultrasonography and histological assessment reveals weak correlation for measurements of scar tissue thickness. *Burns*. 2017; 43(3): 531–538. DOI: 10.1016/j.burns.2016.09.008
16. Alfageme Roldán F. Ultrasound skin imaging. *Actas Dermosifiliogr*. 2014; 105(10): 891–899 (English, Spanish). DOI: 10.1016/j.ad.2013.11.015
17. Ambroziak M., Noszczyk B., Pietruski P., Guz W., Paluch Ł. Elastography reference values of facial skin elasticity. *Postępy Dermatol. Alergol.* 2019; 36(5): 626–634. DOI: 10.5114/ada.2018.77502
18. Ambroziak M., Pietruski P., Noszczyk B., Paluch Ł. Ultrasonographic elastography in the evaluation of normal and pathological skin — a review. *Postępy Dermatol. Alergol.* 2019; 36(6): 667–672. DOI: 10.5114/ada.2018.77069
19. Paluch Ł., Pietruski P., Noszczyk B., Kwiek B., Ambroziak M. Intra-rater reproducibility of shear wave elastography in the evaluation of facial skin. *Postępy Dermatol. Alergol.* 2020; 37(3): 371–376. DOI: 10.5114/ada.2018.81144
20. Paluch L., Ambroziak M., Pietruski P., Noszczyk B. Shear Wave Elastography in the Evaluation of Facial Skin Stiffness After Focused Ultrasound Treatment. *Dermatol. Surg.* 2019; 45(12): 1620–1626. DOI: 10.1097/DSS.0000000000001881
21. Malherbe K. Traction apophysitis of the knee: A case report. *Radiol. Case Rep.* 2018; 14(1): 18–21. DOI: 10.1016/j.radcr.2018.09.012
22. Sobolewski P., Maślińska M., Zakrzewski J., Paluch Ł., Szymańska E., Walecka I. Applicability of shear wave elastography for the evaluation of skin strain in systemic sclerosis. *Rheumatol. Int.* 2020; 40(5): 737–745. DOI: 10.1007/s00296-020-04539-y
23. Chen K.H., Tam K.W., Chen I.F., Huang S.K., Tzeng P.C., Wang H.J., Chen C.C. A systematic review of comparative studies of CO2 and erbium:YAG lasers in resurfacing facial rhytides (wrinkles). *J. Cosmet. Laser Ther.* 2017; 19(4): 199–204. DOI: 10.1080/14764172.2017.1288261
24. Graber E.M., Tanzi E.L., Alster T.S. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: experience with 961 treatments. *Dermatol. Surg.* 2008; 34(3): 301–305; discussion 305–307. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2007.34062.x
25. Привалова Е.Г. Применение УЗИ высокого разрешения в дифференциальной диагностике осложнений после контурной пластики лица. Лучевая диагностика в стоматологии, отоларингологии и офтальмологии. *Лучевая диагностика и терапия*. 2020; 1S: 43–55. DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1S-43-55

## REFERENCES

1. Bondarenko I.N. High-resolution ultrasonic diagnostics in post-contouring oedema. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2021; 28(1): 32–42 (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207/1608-6228-2021-28-1-32-42
2. Bondarenko I.N. High-resolution ultrasound of cosmetic threads after their implantation into the soft tissues of the face and neck. *Innovative Medicine of Kuban*. 2021; 1: 28–33 (In Russ., English abstract). DOI: 10.35401/2500-0268-2021-21-1-28-33
3. Wortsman X. Identification and Complications of Cosmetic Fillers: Sonography First. *J. Ultrasound Med.* 2015; 34(7): 1163–1172. DOI: 10.7863/ultra.34.7.1163
4. Wortsman X. Sonography of Dermatologic Emergencies. *J. Ultrasound Med.* 2017; 36(9): 1905–1914. DOI: 10.1002/jum.14211
5. Schelke L.W., Decates T.S., Velthuis P.J. Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments. *J. Cosmet. Dermatol.* 2018; 17(6): 1019–1024. DOI: 10.1111/jocd.12726
6. Ikonnikova E.V., Kruglova L.S., Zubarev A.V., Potkin S.B., Garankin N.A. Ultrasound for differential diagnosis of complications after filler injection: case report. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. 2019; 3: 70–74 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17116/plast.hirurgia201903170
7. Mlosek R.K., Malinowska S. Ultrasound image of the skin, apparatus and imaging basics. *J. Ultrason.* 2013; 13(53): 212–221. DOI: 10.15557/JoU.2013.0021
8. Wortsman X., Alfageme F., Roustan G., Arias-Santiago S., Martorell A., Catalano O., di Santolo M. S., Zarchi K., Bouer M., Gonzalez C., Bard R., Mandava A. Guidelines for performing dermatologic ultrasound examinations by the DERMUS Group. *J. Ultrasound. Med.* 2016; 35(3): 577–580. DOI: 10.7863/ultra.15.06046
9. Omurzakova A.T., Izranov V.A. Ultrasonic features of the structure of the skin of the face. Ultrasound diagnostics. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020; 1S: 208–229 (In Russ., English abstract). DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1S-208-229
10. Barcaui Ede O., Carvalho A.C., Piceiro-Maceira J., Barcaui C.B., Moraes H. Study of the skin anatomy with high-frequency (22 MHz) ultrasonography and histological correlation. *Radiol. Bras.* 2015; 48(5): 324–329. DOI: 10.1590/0100-3984.2014.0028



11. Karymov O.N., Kalashnikova S.A., Solov'yeva I.O., Polyakova L.V. Histotopographic Features of Facial Skin Structure. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2017; 6(1): 29–32 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18499/2225-7357-2017-6-1-29-32
12. Tanghe E.A. The histology of skin treated with a picosecond alexandrite laser and a fractional lens array. *Lasers Surg. Med.* 2016; 48(7): 646–652. DOI: 10.1002/lsm.22540
13. Mogilnaya G.M., Fomicheva E.V., Blatt J.E. Morphogistic characteristic of the implant from polylactic acid. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2018; 25(6): 114–118 (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-114-118
14. Mogilnaya G.M., Fomicheva E.V., Blatt Yu.E. Status epidermis in introduction of the drug "radiessse" and "luminaire". *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2015; 4: 93–96 (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207/1608-6228-2015-4-93-96
15. Agabalyan N.A., Su S., Sinha S., Gabriel V. Comparison between high-frequency ultrasonography and histological assessment reveals weak correlation for measurements of scar tissue thickness. *Burns*. 2017; 43(3): 531–538. DOI: 10.1016/j.burns.2016.09.008
16. Alfageme Roldán F. Ultrasound skin imaging. *Actas Dermosifiliogr.* 2014; 105(10): 891–899 (English, Spanish). DOI: 10.1016/j.ad.2013.11.015
17. Ambroziak M., Noszczyk B., Pietruski P., Guz W., Paluch Ł. Elastography reference values of facial skin elasticity. *Postepy Dermatol. Alergol.* 2019; 36(5): 626–634. DOI: 10.5114/ada.2018.77502
18. Ambroziak M., Pietruski P., Noszczyk B., Paluch Ł. Ultrasonographic elastography in the evaluation of normal and pathological skin — a review. *Postepy Dermatol. Alergol.* 2019; 36(6): 667–672. DOI: 10.5114/ada.2018.77069
19. Paluch Ł., Pietruski P., Noszczyk B., Kwiek B., Ambroziak M. Intra-rater reproducibility of shear wave elastography in the evaluation of facial skin. *Postepy Dermatol. Alergol.* 2020; 37(3): 371–376. DOI: 10.5114/ada.2018.81144
20. Paluch L., Ambroziak M., Pietruski P., Noszczyk B. Shear Wave Elastography in the Evaluation of Facial Skin Stiffness After Focused Ultrasound Treatment. *Dermatol. Surg.* 2019; 45(12): 1620–1626. DOI: 10.1097/DSS.000000000000188121. Malherbe K. Traction apophysitis of the knee: A case report. *Radiol. Case Rep.* 2018; 14(1): 18–21. DOI: 10.1016/j.radcr.2018.09.012
21. Sobolewski P., Maślińska M., Zakrzewski J., Paluch Ł., Szymańska E., Walecka I. Applicability of shear wave elastography for the evaluation of skin strain in systemic sclerosis. *Rheumatol. Int.* 2020; 40(5): 737–745. DOI: 10.1007/s00296-020-04539-y
22. Chen K.H., Tam K.W., Chen I.F., Huang S.K., Tzeng P.C., Wang H.J., Chen C.C. A systematic review of comparative studies of CO2 and erbium:YAG lasers in resurfacing facial rhytides (wrinkles). *J. Cosmet. Laser Ther.* 2017; 19(4): 199–204. DOI: 10.1080/14764172.2017.1288261
23. Graber E.M., Tanzi E.L., Alster T.S. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: experience with 961 treatments. *Dermatol. Surg.* 2008; 34(3): 301–305; discussion 305–307. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2007.34062.x
24. Privalova E.G. High-resolution ultrasonography in differential diagnosis of complications after face contouring. Imaging in dentistry, otolaryngology and ophthalmology. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020; 1S: 43–55 (In Russ., English abstract). DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1S-43-55

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Бондаренко Игорь Николаевич** — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики общества с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики».

Контактная информация: docbin81@gmail.com, тел.: +7 (861) 268-86-17, +7 (918) 433-35-29;

ул. Авиаконструктора Миля, д. 15, корп. 1, Москва, 109431, Россия.

<https://orcid.org/0000-0003-0545-4709>

**Igor N. Bondarenko** — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Ultrasonic Diagnostics, Central Research Institute for Radiation Diagnostics LLC.

Contact information: e-mail: docbin81@gmail.com, tel.: +7 (861) 268-86-17, +7 (918) 433-35-29;

Aviakonstruktora Milya str., 15, bld. 1, Moscow, 109431, Russia.