

Н.А. Шанина, А.В. Патрушев,
А.В. Самцов, Н.С. Кравцова

Оценка состояния кожи современными неинвазивными методами в процессе коррекции возрастных изменений с использованием эрбиевого и неодимового лазеров

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Гистологический метод исследования является «золотым стандартом» при оценке возрастных изменений кожи, однако выполнение биопсии в большинстве случаев является неприемлемым вариантом по этическим соображениям. Альтернативной возможностью являются неинвазивные методы диагностики, при которых оценка изменений может проводиться в режиме реального времени без повреждения кожи. На сегодняшний момент используются такие методы, как высокочастотное ультразвуковое исследование, оптическая когерентная томография, лазерная сканирующая конфокальная микроскопия, магнитно-резонансная томография. В дополнение к вышеуказанным методам необходимо проводить стандартизованную клиническую оценку и определение физиологических параметров кожи. Проведена оценка возрастных изменений кожи лица и шеи до и после применения комбинированного эрбиевого и неодимового лазерного воздействия на аппарате «Fotona» с применением методики «Fotona 4D». Обследовано 80 пациентов в возрасте от 32 до 66 лет, которым после комплексного клинического обследования проведены 2 процедуры по методике «Fotona 4D» с интервалом в 1 месяц. Индекс оценки возрастных изменений кожи лица в процессе коррекции существенно снизился, что свидетельствует о выраженной клинической эффективности предлагаемой методики (27 баллов на этапе скрининга и 12 баллов через 2 месяца после коррекции). Также нормализовалась влажность кожи, улучшился рельеф, уменьшились диаметр пор и площадь пигментации. Анализ данных высокочастотного ультразвукового исследования показал статистически значимое увеличение толщины кожи преимущественно за счет дермы.

Ключевые слова: старение, возрастные изменения кожи, лазерная терапия, эрбиевый и неодимовый лазеры, индекс оценки возрастных изменений кожи лица, «Fotona 4D», омоложение, высокочастотное ультразвуковое исследование, физиологические параметры кожи, влажность кожи, пигментация и рельеф кожи.

Введение. Причины старения кожи являются многообразными и включают такие внешние и внутренние факторы, как солнечная радиация, курение, стресс и питание [4, 9]. Старение кожи характеризуется появлением морщин, телеангиэктазий, снижением эластичности и неоднородностью пигментации, в основе которых лежат изменения в эпидермисе и дерме. Эпидермальные изменения включают истончение эпидермиса, гиперкератоз, тогда как изменения в дерме связаны с уменьшением количества эластических волокон и объема соединительной ткани за счет снижения синтеза гликозаминогликанов (GAG) [5, 11].

Старение кожи встает на пути стремления людей к молодости [10]. Растущий спрос на коррекцию возрастных изменений кожи популяризирует неинвазивные эстетические процедуры, которые все чаще становятся предметом внимания. Лицо является наиболее заметной частью нашего тела и поэтому методики коррекции возрастных изменений именно этой зоны приобрели большую популярность во всем мире. При этом наряду с различными инъекционными процедурами и пилингами все большее значение приобретают лазерные технологии [7]. В настоящее время разработаны такие лазерные системы, которые

могут обеспечить удовлетворительные косметические результаты при минимальном количестве побочных эффектов [14]. Перспективным направлением в этой области считается применение комбинированного эрбиевого и неодимового лазеров (Er:YAG и Nd:YAG). Комплексное воздействие лазерного излучения используется для выполнения многоуровневых процедур, влияющих на все слои дермы. Такой комплекс методов направлен на изменение структуры эпидермиса, реструктуризацию дермы и восстановление нейрогуморальной регуляции кожи [2, 6].

До сих пор остаются малоизученными объективные изменения состояния кожи после проведения лазерного воздействия. В связи с этим очень актуален вопрос неинвазивных методов исследования для оценки функционального состояния кожи. Различные методы исследования дают возможность получить количественные критерии параметров кожи для определения эффективности процедур, обосновать и документально подтвердить диагноз.

Активный интерес исследователей к неинвазивным методам обусловлен их доступностью, многократностью проведения на одном и том же участке кожи, информативностью и возможностью статистической обработки результатов [3, 6]. Самым простым и по-

казательным при выполнении различных лечебных процедур, исследовательских работ и оценки динамики изменений до сих пор остается метод фотодокументирования. При фотофиксации необходимо применять правильное стандартное освещение кожи, использовать однородный фон, делать фасные и боковые снимки пациента. В настоящее время доступны и стандартизованные комплексы с программным обеспечением, которые позволяют делать цветные, ультрафиолетовые и кросс-поляризованные фотографии для автоматической оценки таких показателей, как количество морщин, диаметр пор, дисхромия, текстура кожи и др.

Физиологические параметры кожи лица и шеи можно оценить с помощью аппаратов (например, «VISIA» (Соединенные Штаты Америки) и «ARAMO SG» (Южная Корея)). Основными измеряемыми показателями являются: увлажненность (уровень гидратации рогового слоя); биомеханические свойства кожи (вязкоэластические свойства, упругость, прочность на разрыв); микрорельеф, цветовые характеристики (пигментация, эритема); поверхностный pH; трансэпидермальная потеря воды; жирность [1].

Из неинвазивных инструментальных методов на сегодняшний день наиболее современными и информативными в плане диагностики заболеваний кожи являются следующие: магнитно-резонансная томография (МРТ), высокочастотное ультразвуковое исследование (ВУЗИ), оптическая когерентная томография и конфокальная лазерная сканирующая микроскопия. Они позволяют проводить оценку необходимых параметров непосредственно в режиме реального времени.

Цель исследования. Оценить эффективность применения Er:YAG/Nd:YAG-лазера для коррекции возрастных изменений кожи лица и шеи.

Материалы и методы. Обследовано 80 практически здоровых лиц с признаками старения кожи лица и шеи в возрасте 32–66 лет, из них мужчин – 9, женщин – 71. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании, которое было одобрено независимым этическим комитетом Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (№ 189 от 23.05.2017 г.).

Всем пациентам проведено две процедуры комбинированного лазерного воздействия с использо-

ванием системы «Fotona SP Dynamis» по методике «Fotona 4D» с интервалом в 1 месяц. Выполнение контрольных обследований проводилось до и после (через 1 месяц) выполнения процедур коррекции. Контрольные обследования – фотографирование лица и подбородочной области, индекс оценки возрастных изменений кожи лица, измерение физиологических параметров, ВУЗИ кожи.

Фотографирование. Фотографии всех пациентов сделаны фотоаппаратом «Canon EOS 1200D» на штативе, в стандартных условиях, при одинаковом освещении, в 5 проекциях.

Для объективной клинической оценки возрастных изменений кожи лица нами был разработан специальный показатель – индекс оценки возрастных изменений кожи лица (ИОВИКЛ). При расчете данного показателя учитывались наличие и выраженность пигментных пятен, количество морщин, глубина морщин, размеры и выраженность пор.

Оценка производилась по 4-балльной шкале в 3 зонах (верхняя, средняя и нижняя треть лица). Полученные баллы суммировались. Максимальный балл составлял 36, минимальный – 0. Согласно результату, определялась степень тяжести возрастных изменений кожи лица: 1–12 баллов – легкая степень, 13–24 балла – средняя и от 25 до 36 баллов – тяжелая степень.

Для оценки физиологического состояния кожи использовался неинвазивный метод исследования с помощью аппарата «ARAMO SG» с программным обеспечением SkinXPPRO, который позволяет измерить влажность, эластичность, тип кожи (по выделению кожного сала), рельеф кожи, размер пор, пигментацию, чувствительность, глубину и ширину морщин.

Методика измерения влажности (корнеометрия) основана на определении суммарного содержания воды в роговом слое и позволяет оценить влажность поверхности кожи [8]. При определении влажности корнеометром («Aramo SG», Южная Корея) в зависимости от количества воды, содержащейся в роговом слое, диэлектрические свойства кожи меняются – это так называемый принцип конденсаторной емкости, при котором смещение диэлектрической постоянной вследствие колебаний содержания влаги поверхностных слоев кожи приводит к изменению емкостных характеристик измерительной системы.

Данные результатов исследования оценивались в процентах от 0 до 99,9 (табл. 1). При более влажной коже показатель корнеометрии был выше.

Таблица 1

Градации и интерпретация результатов влажности кожи

Значение	Уровень влажности	Уточнения	
45–99,9	Очень высокий	45–99,9	Очень высокий
30–44,9	Нормальный	40,1–44,9	Высокий нормальный
		35,1–40	Средний нормальный
		30–35	Низкий нормальный
0–29,9	Низкий	20,1–29,9	Низкий
		Ниже 20	Очень низкий

С целью характеристики состояния поверхности кожи шеи определяли рельеф кожи, размер устьев сально-волосяного аппарата, ширину и глубину морщин.

Рельеф кожи и размеры устьев сально-волосяного аппарата оценивался фотографированием участков кожи лица и шеи с помощью аппарата Aramo SG с использованием камеры с линзой 60 в синем спектре. При этом на экране появлялось изображение участков кожи лица и шеи, а также графическое изображение, отображающее состояние рельефа кожи и его числовой результат (в условных единицах).

Выраженность пигментации кожи лица и шеи оценивали с помощью аппарата «Aramo SG» линзой 60 в оранжевом спектре. Уровень пигментации измерялся в пяти разных точках, программа аппарата автоматически вела подсчет среднего значения пигментации, выраженного в условных единицах.

Высокочастотное ультразвуковое сканирование проводилось на аппарате «GE Voluson® E8 expert» датчиком «11L-D/SM P» с частотой 17 МГц, глубина сканирования до 1 см (рис. 1). ВУЗИ кожи лица и шеи выполнялось в нескольких зонах: надбровной области, в области скуловых дуг, носогубных складок, подбородочной области.

Эхо-структура слоев кожи зависит от ее основных компонентов (эпидермиса, дермы и подкожной клетчатки). В случае эпидермиса на его эхогенность влияет присутствие кератина, у дермы – содержание коллагена, у подкожной клетчатки – объем жировой ткани. При ВУЗИ эпидермис проявляется как гиперэхогенная линия на коже лица и шеи. Дерма появляется как гиперэхогенная полоса, обычно менее яркая, чем эпидермис, а подкожная ткань появляется как гипоэхогенный жировой слой с гиперэхогенными волокнистыми перегородками между ними (рис. 2) [12, 13].

Результаты и их обсуждение. Индекс оценки возрастных изменений кожи лица в процессе коррекции существенно снизился, что свидетельствует о выраженной клинической эффективности методики «Fotona 4D». Так, медиана индекса на этапе скрининга составила 27 баллов, через 1 месяц – 20,5 балла, а через 2 месяца – 12 баллов. При этом различия оказались статистически значимыми между всеми связанными группами (рис. 3).

Наглядно изменения кожи в виде уменьшения глубины носогубных складок, складок «марионеток»,

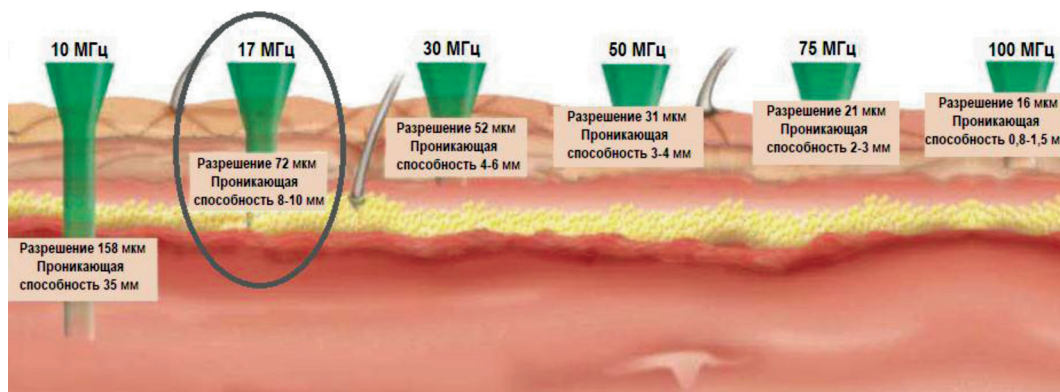


Рис. 1. Зависимость глубины проникновения ультразвуковой волны от частоты датчика аппарата ВУЗИ

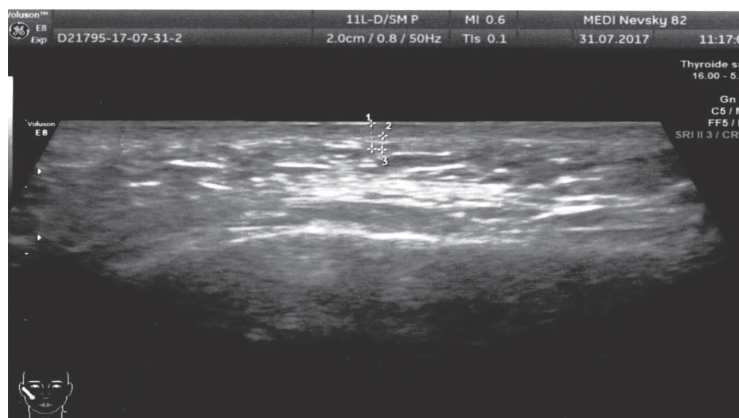


Рис. 2. Нормальная ультразвуковая анатомия кожи лица (область скуловой дуги справа): 1 – эпидермис; 2 – дерма; 3 – подкожная клетчатка

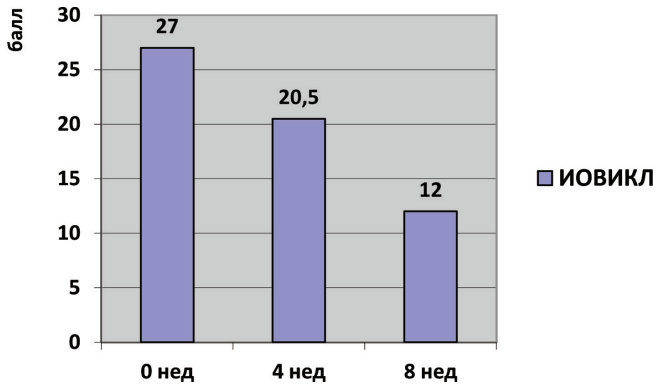


Рис. 3. Динамика ИОВИКЛ в процессе коррекции

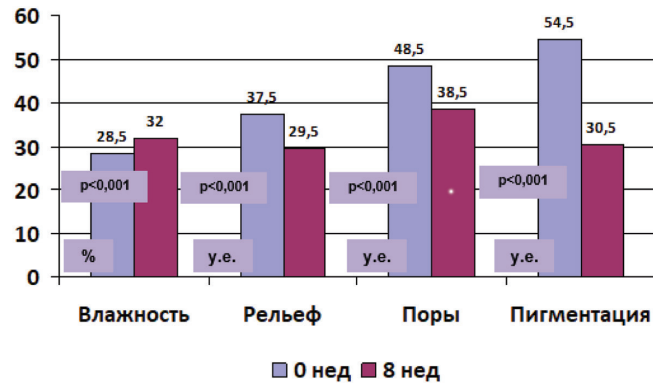


Рис. 5. Динамика физиологических показателей кожи лица в процессе коррекции

сглаживания глубоких и мелких морщин в области лба и переносицы представлены на рисунке 4.

У пациентов в процессе коррекции отмечалось повышение влажности кожи с 28,5% в начале исследования до 32% через 2 месяца. Медиана значений рельефа кожи уменьшилась с 37,5 до 29,5 условных единиц (у. е.). Размер пор уменьшился с 48,5 до 38,5 у. е. Медиана показателя пигментации уменьшилась с 54,5 до 30,5 у. е. (рис. 5). Все изменения до и через 2 месяца после лазерного воздействия были статистически значимыми ($p < 0,001$).

Результаты ВУЗИ кожи пациентов до и после проведения 2 процедур с интервалом в один месяц показали положительную динамику во всех исследованных зонах кожи лица и шеи. Так, зафиксировано увеличение общей толщины кожи и дермы в области скуловых дуг, носогубных складок, надбровной и подбородочной областях. Общая толщина кожи в области скуловых дуг возросла в среднем на 7,7%, дермы – на 25%; в зоне носогубных складок толщина кожи увеличилась на 8,9%, дермы – на 22,9%; в скуловых областях – на 13,2 и 27,3%, а в подбородочной области – на 12,5 и 22,5% соответственно. При использовании

непараметрического критерия Вилкоксона при сравнении значений в группах до и после курса коррекции данные изменения оказались статистически значимыми. Значимых различий в толщине эпидермиса во всех исследованных зонах получено не было (табл. 2).

Результаты оценки возрастных изменений кожи лица и шеи с применением ВУЗИ показали высокую эффективность предлагаемой методики лазерной коррекции с применением Er: YAG/ Nd: YAG-лазеров. При этом не зафиксировано значимого изменения толщины эпидермиса, что может свидетельствовать о недостаточной разрешающей способности выбранного частотного режима сканирования. Для оценки изменений эпидермиса необходимо использовать гистологические методики исследования.

Выводы

1. Показана высокая клиническая эффективность методики комбинированной лазерной коррекции возрастных изменений кожи лица и шеи с применением Er:YAG и Nd:YAG-лазеров.

2. На фоне коррекции происходила нормализация влажности кожи, а также улучшение рельефа, уменьшение диаметра пор и площади пигментации.



Рис. 4. Состояние кожи лица и шеи при контрольных осмотрах в процессе коррекции: а – 0 неделя; б – 4 неделя; с – 8 неделя

Толщина отделов кожи в различных областях лица и шеи до и после проведенной коррекции, мм; Ме (25%; 75%)

Слои кожи	Время измерения	Значение, мм	p
Область скуловых дуг			
Кожа (дерма + эпидермис)	0 неделя справа	1,8 (1,5; 2)	p<0,001
	8 неделя справа	1,9 (1,8; 2,2)	
	0 неделя слева	1,8 (1,6; 1,9)	p<0,001
	8 неделя слева	2 (1,8; 2,2)	
Эпидермис	0 неделя справа	0,85 (0,7; 1,1)	p=0,15
	8 неделя справа	0,8 (0,7; 0,9)	
	0 неделя слева	0,85 (0,7; 1)	p=0,75
	8 неделя слева	0,8 (0,7; 1)	
Дерма	0 неделя справа	0,9 (0,8; 1,1)	p<0,001
	8 неделя справа	1,2 (1,1; 1,3)	
	0 неделя слева	0,9 (0,8; 1,1)	p<0,001
	8 неделя слева	1,2 (1,1; 1,3)	
Носогубные складки			
Кожа (дерма + эпидермис)	0 неделя справа	2 (1,8; 2,3)	p<0,001
	8 неделя справа	2,3 (2,1; 2,5)	
	0 неделя слева	2,1 (1,8; 2,2)	p<0,001
	8 неделя слева	2,2 (2; 2,4)	
Эпидермис	0 неделя справа	1,1 (0,9; 1,2)	p=0,09
	8 неделя справа	1 (0,9; 1,2)	
	0 неделя слева	1 (0,9; 1,3)	p=0,96
	8 неделя слева	1 (0,8; 1,2)	
Дерма	0 неделя справа	0,9 (0,8; 1,2)	p<0,001
	8 неделя справа	1,2 (1,1; 1,4)	
	0 неделя слева	0,95 (0,8; 1,1)	p<0,001
	8 неделя слева	1,2 (1,1; 1,3)	
Надбровная область			
Кожа (дерма + эпидермис)	0 неделя справа	1,7 (1,5; 1,9)	p<0,001
	8 неделя справа	1,9 (1,7; 2,2)	
	0 неделя слева	1,6 (1,5; 1,8)	p<0,001
	8 неделя слева	1,9 (1,7; 2,1)	
Эпидермис	0 неделя справа	0,85 (0,7; 1)	p=0,99
	8 неделя справа	0,8 (0,6; 1)	
	0 неделя слева	0,8 (0,7; 0,9)	p=0,27
	8 неделя слева	0,8 (0,7; 0,9)	
Дерма	0 неделя справа	0,8 (0,7; 1)	p<0,001
	8 неделя справа	1,1 (1; 1,2)	
	0 неделя слева	0,8 (0,7; 1)	p<0,001
	8 неделя слева	1,1 (1; 1,2)	
Подбородочная область			
Кожа (дерма + эпидермис)	0 неделя	1,4 (1,2; 1,5)	p<0,001
	8 неделя	1,6 (1,4; 1,7)	
Эпидермис	0 неделя	0,7 (0,6; 0,8)	p=0,56
	8 неделя	0,7 (0,5; 0,8)	
Дерма	0 неделя	0,7 (0,6; 0,8)	p<0,001
	8 неделя	0,9 (0,8; 1,1)	

3. Оценка структуры кожи в процессе лазерной коррекции с помощью высокочастотного ультразвукового исследования показала значимое увеличение толщины кожи преимущественно за счет дермы.

Литература

1. Аравийская, Е.Р. Руководство по дерматокосметологии / Е.Р. Аравийская. – СПб.: Фолиант, 2008. – С. 110–291.
2. Пономаренко, Г.Н. Высокоинтенсивные лазерные технологии в дерматокосметологии / Г.Н. Пономаренко, Л.Б. Спокойный, С.В. Ключарева. – СПб., 2012. – С. 94.
3. Согомонян, А.В. Фибробласты – основные клетки дермы / А.В. Согомонян // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. – 2008. – № 5. – С. 59–62.
4. Agache, P.G. Mechanical properties and Young's modulus of human skin in vivo / P.G. Agache [et al.] // Arch Dermatol Res. – 1980. – Vol. 269, № 3. P. 221–232.
5. Barton, J.K. Investigating sun-damaged skin and actinic keratosis with optical coherence tomography: a pilot study / J.K. Barton [et al.] // Technol Cancer Res Treat. – 2003. – Vol. 2, № 6. – P. 525–535.
6. Becker, W.D. Measurement of Human Surface Sebum Levels / W.D. Becker [et al.] // Journal of Dermatological Science. – 1998. – Vol. 16, № 1. – P. 214.
7. Been, M.J. Laser and face peel procedures in non-Caucasians / M.J. Been, D.S. Mangat // Facial Plast Surg Clin North Am. – 2014. – Vol. 22, № 3. – P. 447–452.
8. Bernengo, J.C. Physical methods of measuring stratum corneum water content / J.C. Bernengo, J. Rigal // Measuring the skin. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2004. – P. 112–117.
9. Krutmann, J. The skin aging exposome / J. Krutmann [et al.] // J Dermatol Sci. – 2017. – Vol. 85, № 3. – P. 152–161.
10. Rhie, J.W. A pilot study of skin resurfacing using the 2790-nm erbium: YSGG laser system / J.W. Rhie, J.S. Shim, W.S. Choi // Arch. Plast Surg. – 2015. – Vol. 42, № 1. – P. 52–58.
11. Rock, K. Role of the extracellular matrix in extrinsic skin aging / K. Rock, J.W. Fischer // Hautarzt. – 2011. – Vol. 62, № 8. P. 591–597.
12. Sakai, S. Relationship between dermal birefringence and the skin surface roughness of photoaged human skin / Sakai S. [et al.] // J. Biomed Opt. – 2009. – Vol. 14, № 4. – P. 14.
13. Schmid-Wendtner, M.H. Ultrasound scanning in dermatology / M.H. Schmid-Wendtner, W. Burgdorf // Arch. Dermatol. – 2005. – Vol. 141, № 2. – P. 217–224.
14. Zachary, C.B., Facial rejuvenation: 40th anniversary review / C.B. Zachary // Semin Cutan Med Surg. – 2016. – Vol. 35, (6 Suppl). – P. 122–124.

N.A. Shanina, A.V. Patrushev, A.V. Samtsov, N.S. Kravtsova

Assessment of skin condition by the modern non-invasive methods in the process of age-related changes correction using the erbium and neodymium lasers

Abstract. *The histological examination method is the «gold standard» in evaluating of age-related skin changes, however in most cases biopsy is an unacceptable option by ethical reasons. An alternative option are non-invasive diagnostic methods, in which the evaluation of changes can be carried out in real time without damaging the skin. Nowadays, such methods as high-frequency ultrasound, optical coherence tomography, laser scanning confocal microscopy, magnetic resonance imaging are used. In addition to the above-mentioned methods, it is necessary to hold a standardized clinical evaluation and determination of the physiological parameters of the skin. The evaluation of age-related skin changes of face zone and neck zone before and after the application of the combined erbium and neodymium laser exposure on the «Fotona» apparatus using the «Fotona 4D» technique has been held. There were 80 examined patients aged from 32 to 66 who, after a comprehensive clinical examination, conducted 2 procedures using the «Fotona 4D» method with an interval of 1 month. There was a significant decrease in the index of evaluation of age-related facial skin changes in the process of correction, which indicates a pronounced clinical effectiveness of the proposed technique (27 points at the screening stage and 12 points at 2 months after correction). There was also a normalization of skin moisture and an improvement in relief, reduction of pore diameter and pigmentation area. Analysis of high-frequency ultrasound data showed a statistically significant increase in skin thickness, mainly due to the dermis.*

Key words: *aging, age-related skin changes, laser therapy, erbium-doped yttrium aluminum garnet / neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser, facial age change index, «Fotona 4D», rejuvenation, high-frequency ultrasound research, physiological skin parameters, skin moisture, pigmentation, skin relief.*

Контактный телефон: +7-911-916-86-79; e-mail: shanina_n@mail.ru