

УДК 531/534: [57+61]

## **ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖИ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛИЦА В РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ**

**В.Н. Федорова, О.О. Носова, Е.Е. Фаустова, М.А. Роменская, Е.В. Захарова,  
И.А. Фришберг**

Российский государственный медицинский университет, Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, 1, e-mail: olganossova@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены в сравнении различные методики обследования кожи лица с использованием акустического анализатора – прибора *ASA* (акустический анализатор кожи). Произведено сравнение акустических свойств кожи у женщин разного возраста: 17-25 лет и старше 50 лет. Показано существование акустической анизотропии. Полученные результаты рекомендовано использовать для прогнозирования возрастных изменений кожи и при хирургической коррекции.

**Ключевые слова:** кожа лица, акустическая анизотропия, модели сканирования, прогнозирование натяжения кожи.

### **Введение**

В настоящее время происходит бурное развитие области эстетической медицины. Все больше пациентов обращается с просьбами о проведении процедур, направленных на омоложение. Существует большое количество корректирующих методик, из которых широкую популярность завоевали операции коррекции мягких тканей лица и шеи. Их основной целью является удаление избытков кожи, которые появляются вследствие изменения первоначальной ее структуры. В связи с этим появилась необходимость объективной оценки состояния кожных покровов, в том числе и их механических свойств. Для изучения механических свойств кожи во многих работах использован акустический анализатор тканей – прибор *ASA* [1, 2]. Возможности прибора в оценке механических свойств кожи исследованы в различных направлениях медицины, в том числе в дерматологии [3, 4, 5], челюстно-лицевой хирургии [6], косметологии [7, 8]. Все исследования показали большую диагностическую значимость механических свойств кожи.

Целью исследования в данной работе является разработка универсальной методики оценки механических свойств кожи боковой поверхности лица.

### **Материалы и методы**

Исследовалась кожа лица женщин в различных возрастных категориях с использованием прибора *ASA*. Прибор *ASA* позволяет измерять скорость распространения поверхностных акустических возмущений (волн) в условиях

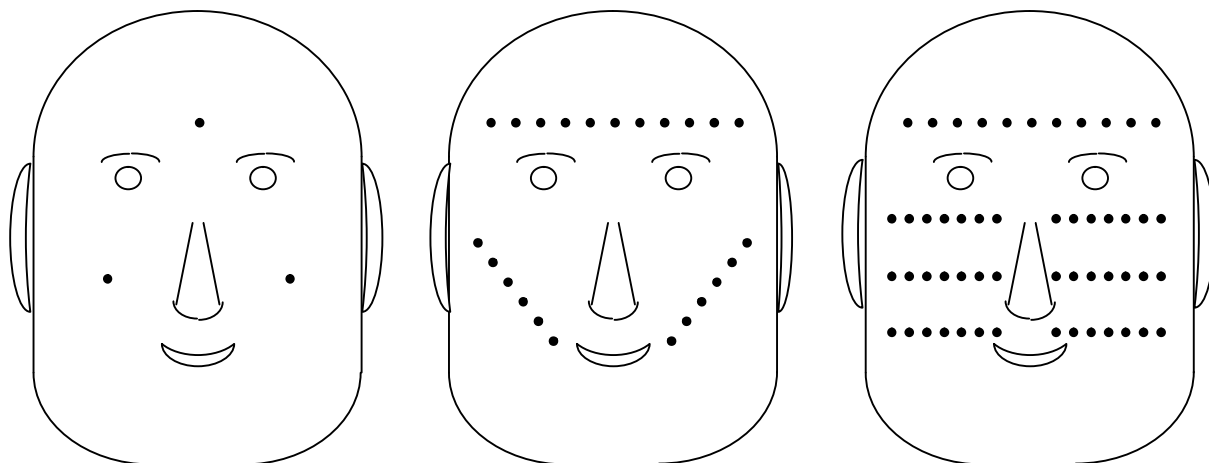


Рис. 1. Расположение точек при различных методиках сканирования кожи лица

сдвиговой деформации на частотах 5 – 6 кГц. Известно, что сдвиговая деформация более чувствительна к характеру межслойных взаимодействий, чем объемная (реализуемая в ультразвуковых методах). Для оценки действия любой процедуры на кожу необходимо иметь объективные количественные критерии. Ранее в работах авторов было показано, что такими критериями являются скорость распространения поверхностной сдвиговой волны, измеренная во взаимно перпендикулярных направления ( $v_y$ ,  $v_x$ ); ее изменение под действием различных факторов ( $\Delta v_y$ ,  $\Delta v_x$ ); коэффициент акустической анизотропии  $K = v_y/v_x - 1$ . Для вычисления этих критериев необходимо разработать стандартную систему обследования участков кожи.

В области лица эта система формировалась постепенно.

1) В первой методике по данному направлению [3] выбирались точки в середине и по краям лба, в центральной части щек, рис. 1а. Этих точек было недостаточно для детального анализа.

2) Во второй методике [5] выбиралось 11 точек по линии лба и 6 точек по линии, проходящей по щеке от угла рта до козелка, рис. 1б. Этих точек было достаточно, чтобы оценить, например, действие питательного крема на кожу лица [9].

3) После выявления анизотропии кожи акустическим методом для оценки анизотропии в коже лица была использована третья методика, по которой исследовалась кожа щек по трем линиям (верхняя, центральная, нижняя) в 7 точках в каждой линии [7], рис. 1в. Измерения во всех точках проводились по направлениям  $U$  и  $X$ .

На основании анализа огромного экспериментального материала авторами сделан вывод о выборе точек сканирования, которые являются информативными для оценки изменения анизотропии кожи при изменении распределения натяжения кожи как естественного (при возрастных изменениях), так и образовавшегося при хирургических коррекциях.

Известно [10, 11], что по анатомическому строению кожа представляет собой сложный многокомпонентный орган, объединяющий эпидермис, дерму, подкожную жировую клетчатку. Основным «каркасом» кожи является дерма, состоящая из волокнистой субстанции (коллагеновых и эластиновых волокон). Многочисленные волокна кожи связаны между собой, как в высокополимерных системах, при помощи связей различной природы, таких как ковалентные и ионные. Данные связи являются аналогами поперечных сшивок, играя значительную роль в механическом поведении

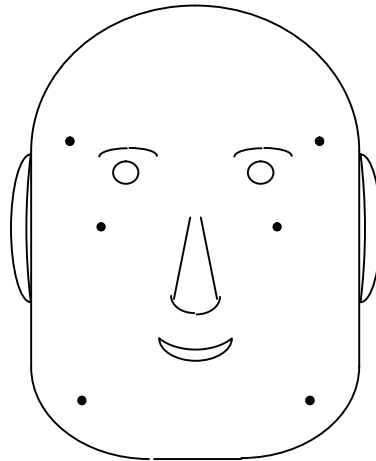


Рис. 2. Анатомическое расположение точек акустического сканирования на боковой поверхности лица

кожи при ее деформировании (что и обеспечивает широкие возможности для изучения кожи с помощью сдвиговых деформаций).

Образование поперечных сшивок между молекулами, согласно теориям старения, вызывает нарушение структуры волокон дермы и тем самым приводит к развитию дегенеративных изменений.

Возрастные изменения проявляются, как правило, после 30 лет, хотя признаки старения структур дермы в среднем возрасте выражены нерезко. Толщина дермы не отличается от таковой у молодых лиц, однако коллагеновые волокна становятся толще. Эластическая сеть более густая, волокна ее грубые с участками фрагментации.

С возрастом явления атрофии усиливаются, что сопровождается еще большим истончением дермы. Значительные изменения претерпевают эластические волокна. Они становятся грубыми, частично фрагментированными. Изменения в эластических волокнах определяются уже в среднем возрасте, прогрессируя в дальнейшем. По мере прогрессирования этого процесса эластические волокна превращаются в бесструктурные аморфные массы. Число и размеры соединительнотканых клеток в дерме пожилых людей уменьшены, активность их значительно снижена, что подтверждается снижением в них ферментов энергетического обмена, рибонуклеиновой кислоты.

На основании анализа различных методик сканирования кожи для нормометрии возрастных изменений кожи авторами предлагается проводить исследования в трех точках на боковой поверхности головы. Эти точки измерения были выбраны согласно расположению структур, оказывающих влияние на натяжение кожи.

Анатомическое расположение этих точек по боковой поверхности лица представлено на рис. 2.

Точка № 1 (2) – височная, которая соответствует середине расстояния между серединой латерального края глазницы и верхне-передней точкой фиксации завитка ушной раковины.

Точка № 3 (4) – скуловая, которая располагается у нижнего края бугорка латеральной поверхности скуловой кости.

Точка № 5 (6) – нижнечелюстная, соответствующая середине расстояния между углом нижней челюсти и местом перехода ветви нижней челюсти в ее тело.

Исследования проводились на женщинах-добровольцах нормального телосложения без каких-либо кожных заболеваний в двух возрастных группах (по 30 человек) (см. таблицу):

Группа	Возраст
I	Старше 50 лет
II	17-25 лет

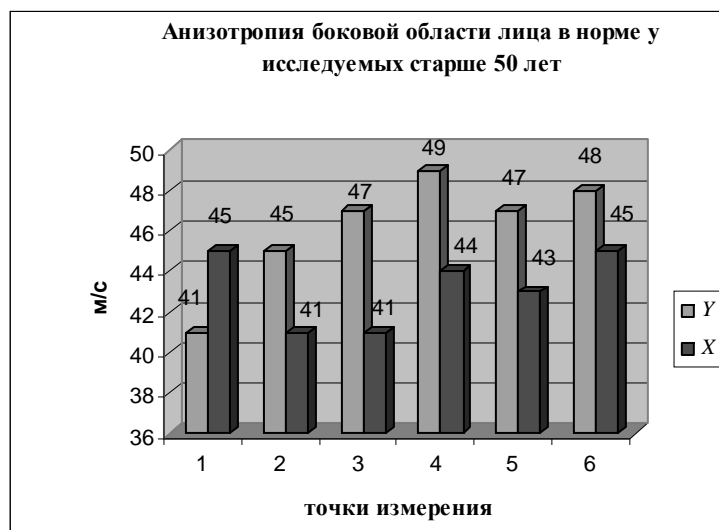


Рис. 3. Анизотропия кожи боковой области кожи лица в норме у исследуемых старше 50 лет

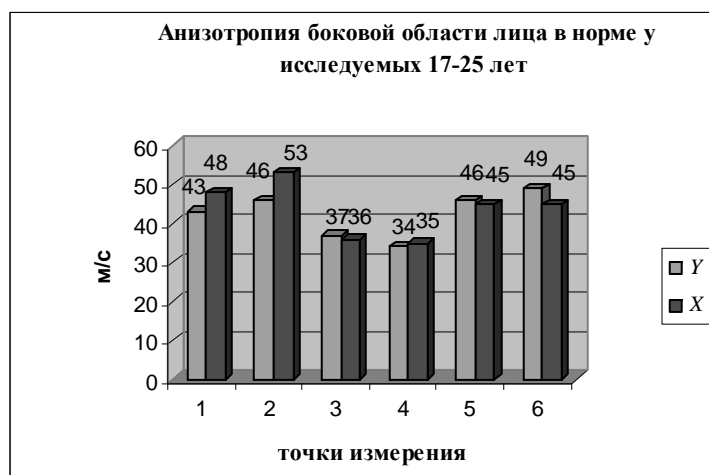


Рис. 4. Анизотропия кожи боковой области кожи лица в норме у исследуемых 17-25 лет

Акустическое сканирование кожи проводилось в боковой области лица в индивидуально выбранных точках по взаимно перпендикулярным линиям, совпадающим с ориентацией линий Лангера [12] в соответствующей области кожи лица. В точках (1, 2) и (3, 4) скорости  $v_y$  и  $v_x$  совпадают с вертикальной и горизонтальной осями при естественном положении тела. В точках (5, 6) ось X проецировалась параллельно линии, проведенной от подбородочного бугорка нижней челюсти до верхне-передней точки фиксации завитка ушной раковины.

Во всех точках акустического сканирования имеет место акустическая анизотропия, рис. 3, 4.

Полученные результаты отражают перераспределение механического напряжения (степени натяжения) в рассматриваемых участках боковой поверхности кожи лица. Выраженность акустической анизотропии проявляется по-разному в

рассматриваемых возрастных категориях. Полученные результаты позволяют прогнозировать возрастные изменения кожи. Знание исходного перераспределения натяжения кожи, безусловно, является важным при хирургических коррекциях кожи лица.

### Список литературы

1. *Шорохов, В.В.* Распространение поверхностных сдвиговых возмущений продольной поляризации в моделях мягких биологических тканей / В.В. Шорохов, В.Н. Воронков, А.Н. Клишко, Т.Н. Пашовкин // *Механика композитных материалов*. – 1992. – № 5. – С. 669.
2. *Sarvazyan, A.P.* et al. Method and device for acoustic testing of elasticity of biological tissues / *United States Patent*. – No. 4, 947851. – 14. 08. 1990.
3. *Федорова, В.Н.* Экспериментальное обоснование использования акустических свойств кожи и других тканей для диагностики и оценки эффективности их лечения / В.Н. Федорова: автореф. дис... д-ра биол. наук. – М., 1996.
4. *Машков, С.О.* Использование акустического метода для прогностической оценки и контроля эффективности терапии больных псориазом и атопическим дерматитом / С.О. Машков: автореф. дис... канд. мед. наук. – М., 2001.
5. *Блинова, О.В.* Традиционные и нетрадиционные подходы к лечению и реабилитации детей с дермореспираторным синдромом / О.В. Блинова: автореф. дис... канд. мед. наук. – М., 2002.
6. *Федорова, В.Н.* Акустическая оценка челюстно-лицевой травмы / В.Н. Федорова, В.И. Кравец, К.А. Омельченко, Е.Е. Фаустова // *Наука и технология в России*. – 1999. – № 1 (31). – С. 28.
7. *Фаустова, Е.Е.* Оценка эффективности методов косметической коррекции с учетом акустических свойств кожи / Е.Е. Фаустова: автореф. дис... канд. мед. наук. – М., 1999.
8. *Фаустова, Е.Е.* Акустические измерения кожи лица в косметологии / Е.Е. Фаустова, Е.В. Омельченко // *Сборник докладов X сессии Акустического общества России*. – 2003. – С. 377.
9. *Федорова, В.Н.* Биомеханические параметры при оценке эффективности косметических средств / В.Н. Федорова, И.И. Богатырева, В.Н. Самсонов, Е.Е. Фаустова // *Вестник дерматологии и венерологии*. – 1996. – №2. – С. 10.
10. *Озерская, О.С.* Косметология / О.С. Озерская. – СПб.: ФГУИПП "Издательство России", 2004.
11. *Караев, Р.Н.* Медицинская косметология / Р.Н. Караев. – М., 1999.
12. *Langer, K.* Zur Anatomie und Physiologie der Haut. I. Uber die Spaltbarkeit der Cutis / *K. Langer // Sitzungsberichte der Academie der Wissenschaften. Wien*. – 1862. – V. 44, No. 1. – S. 19 – 46.

## EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF THE LATERAL FACE SKIN AREA IN DIFFERENT AGE GROUPS

**V.N. Fedorova, O.O. Nossova, E.E. Faustova, M.A. Romenskaya, E.V. Zakharova,  
I.A. Frishberg (Moscow, Russia)**

The comparison of different methods of face skin investigation using acoustic skin analyzer is presented. The comparison was based on analysis of face skin properties by women in two different age groups (17 to 25, 50 and older). The existence of acoustic anisotropy was found. These results are recommended for prognosis of age-specific skin changes and after surgical correction.

**Key words:** face skin, acoustic anisotropy, scan models, skin tension prognosis.

Получено 28 сентября 2005