

**Оценка акустических характеристик и динамики отека мягких тканей лица и шеи после их широкой мобилизации и на фоне применения различных методов физиотерапевтического воздействия в послеоперационном периоде**

Авдошенко К.Е., Федорова В.Н., Фаустова Е.Е.

ФГУП «Институт пластической хирургии и косметологии МЗ РФ»  
Российский Государственный Медицинский Университет,

В настоящее время внешности человека придается не только эстетическое, но и социальное значение. Об этом, в частности, свидетельствует рост обращаемости пациентов с различными инволютивными изменениями мягких тканей лица и шеи. При выраженных «избытках» вялой кожи лица наиболее эффективным способом коррекции внешности является оперативное вмешательство.

Будучи довольно травматичным вмешательством, хирургическая коррекция атрофии кожи лица и шеи предусматривает широкую отслойку и иссечение избытков кожи, укрепление подлежащих мягких тканей. Такое повреждение неизбежно сопровождается развитием выраженной местной реакции, обусловленной нейрогуморальными факторами, проявляющейся также в виде нарушений местного кровообращения, изменения состава крови и структуры соединительной ткани в виде альтерации, экссудации и пролиферации.

Жалобы пациентов в этот период касаются преимущественно нарастающего отёка, проявляющегося увеличением объема тканей, изменением физических свойств (тургора, эластичности) и расстройством функции отечных тканей. Когда отек начинает спадать, пациенток беспокоит чувство «стянутости», снижение чувствительности и появление подкожных уплотнений в боковых отделах лица.

Несмотря на сложность и многогранность послеоперационного заживления, все травмированные ткани проходят одинаковые фазы течения раневого процесса: 1) фазу воспаления и очищения (сосудистые изменения, клеточные и метаболические изменения, приводящие к очищению); 2) фазу регенерации (образование и созревание грануляционной ткани с пролиферацией молодых соединительно-тканых элементов); 3) фазу реорганизации рубца и эпителизации (преобразование незрелой соединительной ткани в грубоволокнистую ткань и закрытие раны эпителиальным покровом). Фазы раневого процесса отчетливо проявляются при измерении акустических характеристик поверхности кожи, соответствующих изменению механических свойств различных слоев кожи и подлежащих тканей [1,2,4]. При заживлении в послеоперационном периоде изменяются

структурно-механические и функциональные свойства кожи в зоне операции, поскольку кожа тонко реагирует и активно участвует в процессах воспаления и заживления.

Умеренная отечность и уплотнения мягких тканей в боковых отделах лица сохраняются в течение нескольких месяцев после операции. Но для большинства пациентов в силу различных социальных причин оказываются мало приемлемыми естественные сроки заживления. Практически всегда возникает острая необходимость более скорого восстановления внешнего вида. Однако отсутствие в доступной литературе научно-обоснованных данных о динамике послеоперационного отека мягких тканей после пластических операций в области лица и об эффективности применения различных методов восстановительного лечения в раннем послеоперационном периоде ограничивает возможности как хирурга, так и врача-физиотерапевта, не позволяя широко применять методы физиотерапии в косметологии.

В связи с вышеизложенным, цель настоящей работы заключалась в изучении акустических свойств мягких тканей лица и динамики отека в разные сроки послеоперационного периода, а также включала оценку эффективности различных методов физиотерапии в реабилитации, применяемых после пластических операций в области лица.

### **Методика исследования**

Для достижения поставленной цели нами проводилось акустическое сканирование кожи лица и количественная оценка выраженности послеоперационного отека. Обследовано 106 пациенток в возрасте от 47 до 68 лет, перенесших хирургическую коррекцию атрофии кожи лица и шеи. В отобранной группе все пациентки были соматически практически здоровы, послеоперационный период протекал у них без осложнений.

Для оценки кожи, а также исследования динамики развития отека мягких тканей лица и раневого процесса использовали акустический анализатор кожи ASA (acoustical skin analyzer) [6]. Используемый прибор был оснащен трехщуповым датчиком. Исследования проводили в помещении при температуре 18-22°C в промежуток времени между 10-14 часами дня. Во время акустических измерений пациентки находились в положении лежа на спине, на ровной поверхности, голова повернута на бок. Измерения начинали после адаптации пациенток к температуре помещения.

Измерения проводили по стандартизированной схеме в трех фиксированных точках, показанных на рис. 1: точка №1 располагалась на середине расстояния от козелка ушной

раковины до наружного края орбиты; точка №2 - на середине расстояния от козелка до основания грушевидного отверстия носа; точка №3 - над углом нижней челюсти.

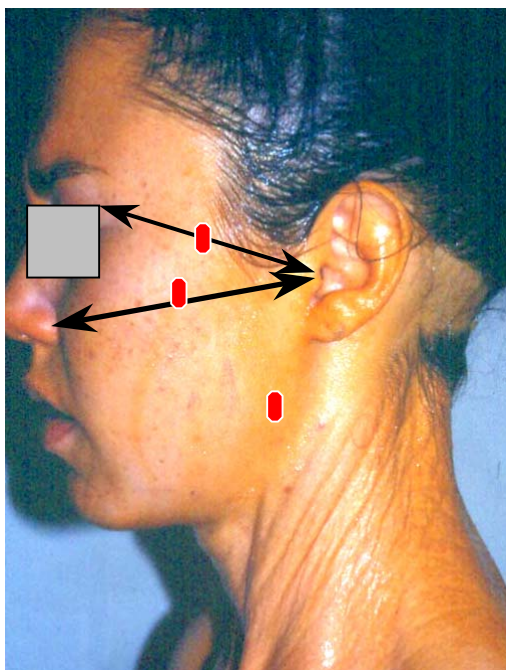


Рис.1 Схема расположения точек акустического сканирования кожи лица

Акустические характеристики кожи измеряли с обеих сторон лица. Все названные точки лежали в зоне хирургической отслойки кожно-жировых лоскутов. При измерении акустических параметров «асимметрии» и «анизотропии» исследуемого участка щупы датчика ориентировали по взаимно перпендикулярным направлениям, выбранным в соответствии с направлениями линий Лангера в каждой точке [2, 5]. Пациентов обследовали на 3, 7, 14, 30 сутки после операции.

В качестве рассматриваемых параметров были выбраны следующие акустические характеристики.

1. Коэффициент акустической анизотропии (**K**), определяемый по соотношению:

$$K = V_y/V_x - 1,$$

где  $V_y$  – скорость распространения акустических волн в направлении оси Y,

$V_x$  - скорость распространения акустических волн в направлении оси X.

Сравнивались значения **K** исходные и измеренные через 30 суток после операции. Анизотропия считалась «положительной», если скорость поверхностных волн при горизонтальном направлении сканирования (ось X) меньше скорости, измеренной в вертикальном направлении (ось Y). К «отрицательной» анизотропии относили случаи, если скорость акустических поверхностных волн при горизонтальном направлении сканирования (ось X) больше скорости акустических поверхностных волн, измеренных в вертикальном направлении (ось Y).

Согласно ранее описанным данным [2], акустическая анизотропия кожи боковой поверхности лица проявляется по-разному в верхнем, среднем и нижнем отделах. При переходе к более низким линиям сканирования возрастает число точек, в которых имеет место отрицательная анизотропия **К**. Кроме того, отмечено, что акустическая анизотропия кожи с возрастом уменьшается, что обусловлено снижением тургора кожи и возникновением птоза мягких тканей щечных областей (возникновение более выраженного вертикального натяжения).

2. Величина, равная разности скоростей поверхностных акустических волн, измеренных на 3,7,14,30-е сутки и до операции:  $\Delta V = V_{3,7,14,30 \text{ сут}} - V_{\text{до}}$ .

В настоящее время не существует общепринятого способа количественного определения отека мягких тканей лица. В литературе описаны два способа определения количественной динамики отека мягких тканей. Первый разработан Л.С. Салямон (1947) для оценки выраженности воспалительной реакции тканей ушной раковины кролика путем погружения последней в емкость с жидкостью и последующим измерением объема вытесненной жидкости. Другой способ предложен Научно-исследовательским институтом травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова (1983) для оценки динамики отека конечностей посредством измерения периметра последних.

Мы оценивали динамику отека кожи лица с использованием метрических данных. Сантиметровой лентой измеряли расстояния между двумя фиксированными точками черепа (наружным отверстием слухового прохода и основанием грушевидного отверстия) до операции, а затем на 3, 7, 14, 30 сутки после операции. С целью получения интегрального количественного показателя динамики послеоперационного отека мягких тканей лица использовали модифицированную формулу, применяемую для оценки выраженности противовоспалительного действия антифлогистических препаратов и позволяющую определить параметр, называемый показателем динамики отека (ПДО):

$$\text{ПДО} = (C_t - C_0) / C_0 * 100\%,$$

где  $C_0$ - исходное расстояние между фиксированными точками,

$C_t$ - расстояние между фиксированными точками в момент  $t$ .

### **Результаты исследования**

Ранее нами было показано (на примере операции на брюшной полости) [4], что изменение скорости распространения поверхностных акустических волн позволяет выделить различные фазы раневого процесса. Полученные в ходе настоящего исследования результаты также позволили выделить фазы раневого процесса, как это

показано на рис.2 на примере изменения скорости  $V_x$  в различные сроки послеоперационного периода.

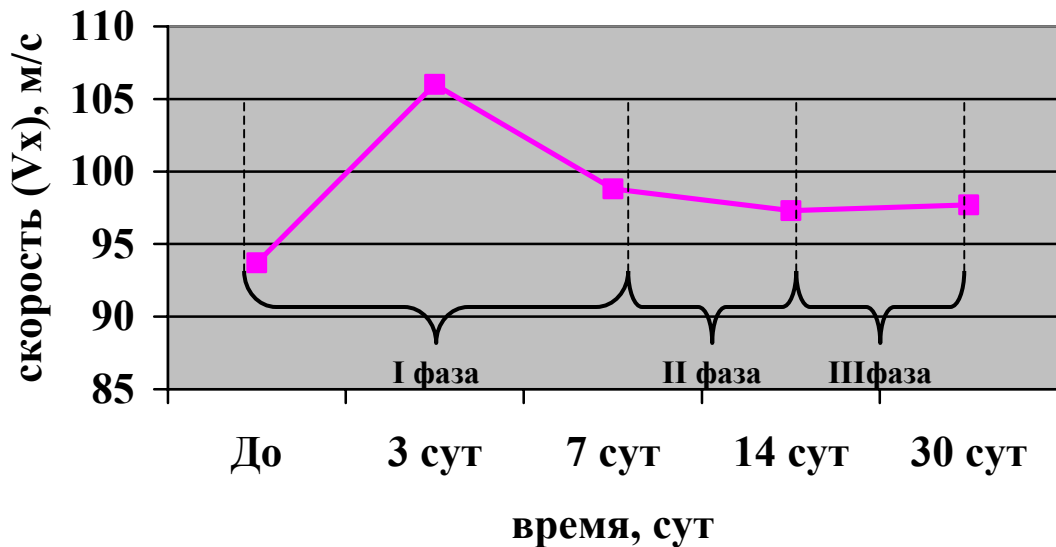


Рис. 2. Динамика изменения скоростей  $V_x$  на различных этапах раневого процесса.

Акустические характеристики позволили контролировать течение раневого процесса после пластических операций путем оценки динамики развития послеоперационного отека мягких тканей лица. На рис. 3 и 4 представлены графики динамики скоростей распространения акустических волн в коже лица, измеренные в трех выбранных точках с обеих сторон в разные сроки послеоперационного периода. Видно, что они отражают стандартное проявление фаз раневого процесса.

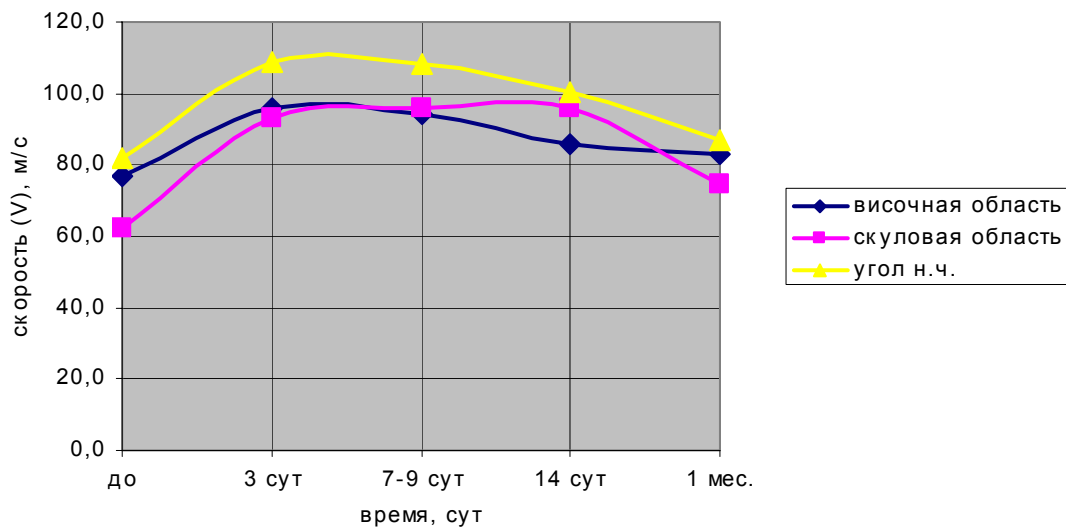


Рис. 3. Динамика изменений скорости  $V_x$  акустических волн в различных областях поверхности лица после хирургической коррекции атрофии кожи (справа)

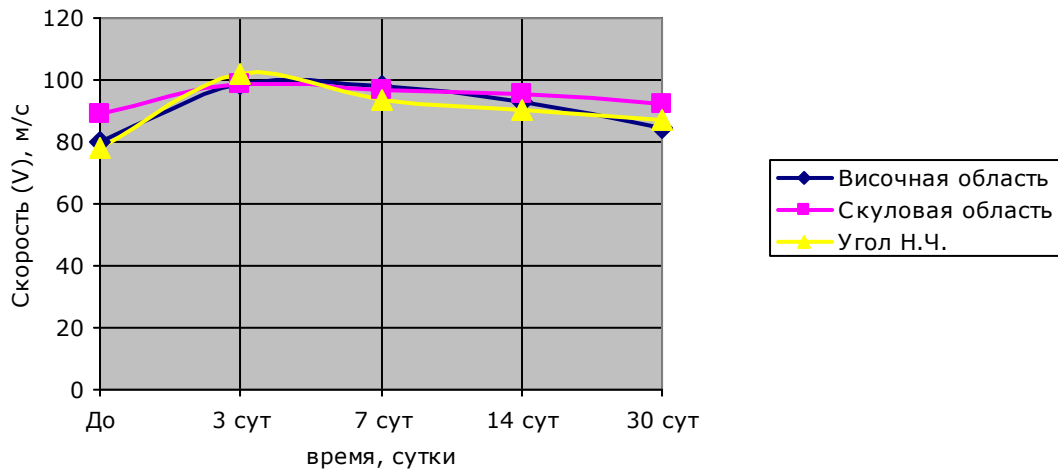


Рис. 4. Динамика изменений скорости  $V_x$  акустических волн в различных областях на поверхности лица после хирургической коррекции атрофии кожи (слева)

В связи с тем, что вследствие отека в послеоперационном периоде акустическая анизотропия в различных точках либо исчезает полностью, либо меняется неоднозначно, мы сравнивали значения скоростей, измеренных на 3, 7, 14, 30 сутки, только по направлению оси X. Изменения коэффициента анизотропии оценивали только на 30 сутки послеоперационного периода. Выявлено, что в коже лица акустическая анизотропия проявляется неодинаково в разных точках. Так, в области виска процент положительной анизотропии ниже (в среднем 20%), чем в области угла нижней челюсти (53%). По-видимому, степень выраженности положительной анизотропии в нижней части лица можно использовать в качестве некоего критерия возрастных изменений кожи. Подобные изменения акустической анизотропии ранее были обнаружены на коже в области щек в различных возрастных группах женщин [2].

В точках №1 и №2 четко и по-разному проявляется асимметрия акустических параметров. В области висков (точка №1) наибольшее изменение скоростей выявлены в направлении оси Y (от 62 до 100 м/с), а в скуловых областях (точка №2) - в направлении оси X (от 89 до 103 м/с). В точке №3, лежащей над углом нижней челюсти, отмечены наиболее стабильные изменения асимметрии и анизотропии. Поэтому сдвиги акустических параметров в точках №3 с обеих сторон лица можно считать наиболее информативными.

К 3 суткам послеоперационного периода отек достигал своего максимума: акустический параметр в среднем возрастал на 15,8% справа и на 15,4 % слева. При этом отмечалось значительное напряжения мягких тканей лица, о чем свидетельствует заметное увеличение скоростей во всех трех точках, как справа, так и слева (табл. 1).

Таблица 1

Увеличение скоростей поверхностных акустических волн V в коже лица на 3 сутки послеоперационного периода

Области измерения	Приращение скорости ( $V_{3 \text{ сут}} - V_{0 \text{ сут}}$ ), м/с	
	Правая сторона	Левая сторона
Височная	19,7±1,7*	23,2±0,8*
Скуловая	24±1,2*	20,7±1,6*
Угол нижней челюсти	21,4±0,9*	20,6±1,6*

\*Различия достоверны -  $p < 0,05$ .

К 7 суткам отечность тканей несколько уменьшалась, однако эти изменения были недостоверны ( $p > 0,05$ ) и составили в среднем 2 % от исходной величины отека (на 3-и сутки).

Через 7 дней после операции, в соответствии с общепринятыми рекомендациями, начинали применять различные методы физиотерапевтических воздействий. В зависимости от применяемого физиотерапевтического метода все пациенты были разделены на 4 группы (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пациенток в зависимости от использованного физиотерапевтического метода

Группы	Метод физиотерапии	Общее количество	%
I	Электростатический массаж (Nivamat-200)	31	29,2 %
II	Ультразвуковая терапия	29	27,4 %
III	Механо-вакуумная терапия (Lift 6)	16	15,1 %
IV	Контрольная группа (отказавшиеся от физиотерапии)	30	28,3 %
Всего:		106	100 %

Анализ полученных результатов показал, что в группе I наблюдалось значимое снижение скорости поверхностных волн:  $V_{7-14 \text{ сут}} = V_{7 \text{ сут}} - V_{14 \text{ сут}} \approx 15 \text{ м/с}$ . Наблюдаемый сдвиг, по-видимому, связан со стимуляцией лимфооттока в результате воздействия, оказываемого аппаратом Nivamat-200 на травмированные ткани. В данном случае имеет место благоприятное сочетание воздействия переменного электростатического поля и техники ручного массажа. У пациентов II, III групп отмечено существенно меньшее

изменение показателя  $V_{7-14 \text{ сут}}$ : не более 5 м/с в обеих группах. В контрольной группе также отмечен небольшой сдвиг в скоростях поверхностных волн в среднем на 5 м/с. Таким образом, после проведенного курса восстановительного лечения выраженным противоотечным действием по данным прибора ASA обладает только электростатический массаж.

По величине ПДО также наибольшее противоотечное действие отмечалось при использовании аппаратного комплекса Nivamat-200 (I группа): в этой группе пациенток объем мягких тканей сократился на 13,9% и на 14,1% с правой и с левой сторон лица соответственно (рис.5, 6). Менее выраженные результаты отмечены в III группе: 6,7% и 6,2% соответственно. В группе пациенток, получающих ультразвуковую терапию, и в контрольной группе параметры ПДО достоверно не различались, что говорит о незначительном противоотечном действии ультразвука на травмированные ткани.

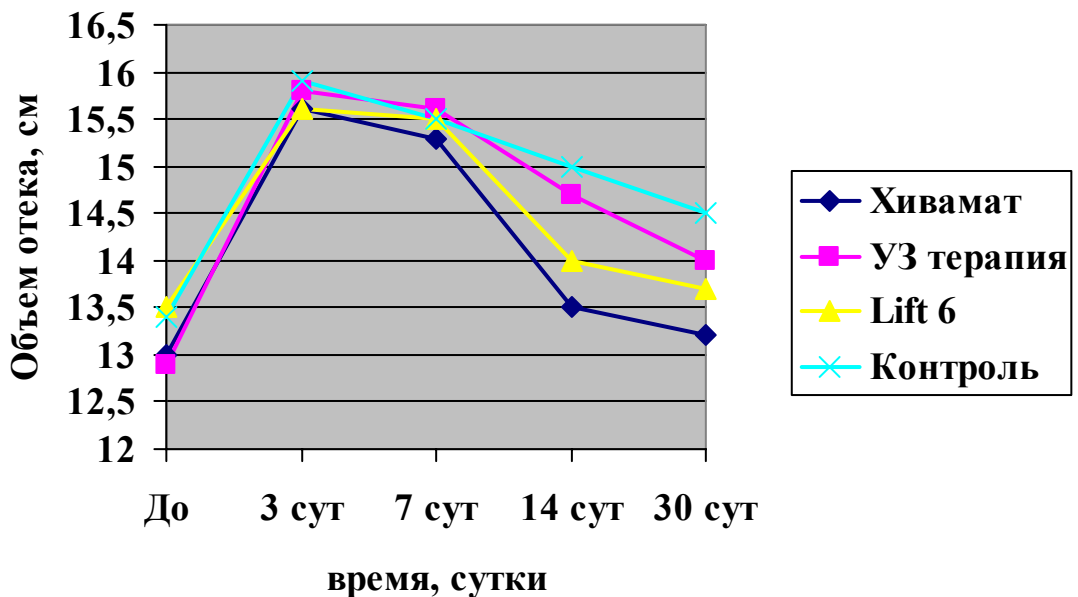


Рис. 5. Выраженность отека в различные сроки послеоперационного периода (правая сторона лица) по данным ПДО.



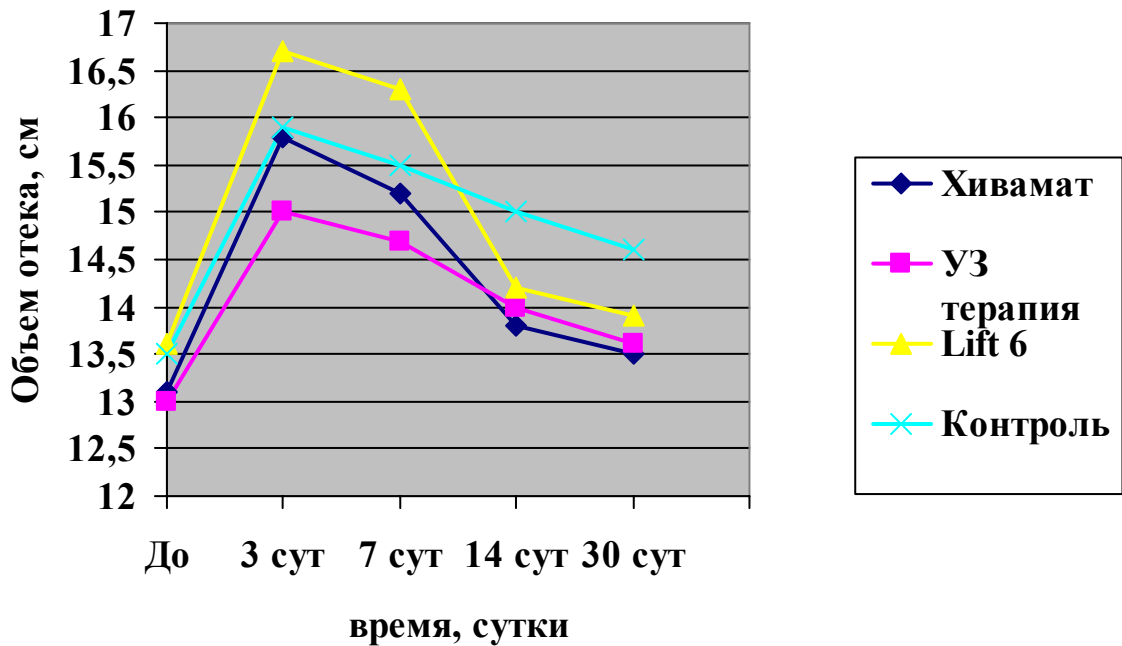


Рис. 6. Выраженность отека в различные сроки послеоперационного периода (левая сторона лица) по данным ПДО.

В период с 14 по 30 сутки продолжалось снижение послеоперационного отека во всех группах пациентов. Более выражено этот процесс протекал в I и III группах, что характеризовалось снижением скоростей поверхностных акустических волн на 6-9 м/с. У пациентов II группы уменьшение скоростей было несколько меньшим и составляло 3-5 м/с в зависимости от точки измерения. В контрольной группе скорость распространения поверхностных акустических волн также снижалась, однако эти изменения были недостоверны.

К 30 суткам послеоперационного периода в I группе пациенток показатели акустических скоростей снизились до уровня, сравнимого с исходным, величина разности  $V_{30-0}$  сут составила всего 2-3 м/с ( $p > 0,05$ ), что свидетельствует о значительном снижении послеоперационного отека мягких тканей лица. В III группе отличия  $V$  на 30 сутки от исходного уровня еще значимо и достигало 4 м/с ( $p < 0,05$ ), а в группах II и IV измеренные скорости превышали исходные значения (до операции) на 6,7 м/с и 7,4 м/с соответственно.

К этому сроку у пациентов I группы по параметру ПДО отмечался наименьший отек мягких тканей лица. Он составлял в среднем 2,9% и 2,5 % от максимальной величины отека (на 3-и сутки). Несколько меньший противоотечный эффект достигнут при применении аппарата Lift 6 (III группа) – 4,9% и 4,3% с правой и левой сторон лица. Ультразвуковая терапия оказывала наименьшее противоотечное действие: к 30 суткам отек

травмированных тканей составлял 5,4% справа и 5,8% слева. В контрольной группе к этому сроку ПДО уменьшился лишь на 5,5% справа и на 5,2% слева.

Таким образом, сравнении значений акустической анизотропии кожи лица до операции и на 30 сутки послеоперационного периода, показало увеличении степени выраженности отрицательной акустической анизотропии после хирургической коррекции атрофии кожи лица и шеи, укрепления подкожных мягких тканей и перераспределения кожно-жирового лоскута. Приращение отрицательной анизотропии отражает более выраженное горизонтальное натяжение тканей вдоль линий Лангера [5], что косвенно свидетельствует о нормализации механических свойств кожи и подлежащих мягких тканей лица после проведения оперативного вмешательства.

Согласно данным акустического анализа кожи и величинам ПДО, развитие отека мягких тканях у пациенток после хирургической коррекции атрофии кожи лица и шеи происходит по тем же общим закономерностям, которые были обнаружены ранее при течении раневой процесса, но с некоторыми временными особенностями.. В результате широкой мобилизации кожно-жировых лоскутов боковых отделов лица и шеи выраженный отек достигает максимума к 3 суткам послеоперационного периода. В дальнейшем до 30 суток происходит его сокращение в среднем на 50 % по сравнению с максимально наблюдаемым приращением. Впоследствии на протяжении нескольких месяцев (до 6-12) на фоне сохраняющейся отечности мягких тканей лица и шеи отмечается возникновение уплотнений в области мобилизации лоскутов, как следствие образования подкожного рубца.

Применение некоторых физиотерапевтических воздействий позволяет существенно уменьшить выраженность воспалительной реакции организма на операционную травму и сократить сроки послеоперационной реабилитации. Наиболее эффективным оказалось использование аппаратного комплекса Нивамат-200 в сочетании с техникой ручного массажа.

#### Литература.

1. Федорова В.Н., Дубовая Т.К., Фаустова Е.Е., Обрубков С.А. Руководство к лабораторным работам, Акустические свойства кожи в диагностике и оценке эффективности лечения", Изд. РГМУ, 1998, с. 47-55.
2. Федорова В.Н., Виссарионов В.а., Фаустова Е.Е. Акустическая анизотропия кожи лица. *Russif journal of Biomechanics*, №3 1999, с. 56-61.
3. Шорохов В.В, Воронков В.Н, Клишко А.Н, Пашовкин Т.Н, Распространение поверхностных сдвиговых возмущений продольной поляризации в моделях мягких биологических тканей. *Механика композитных материалов*, 5, 1992, с. 669.

4. Fedorova V.N. Adamyan A.A. Weksler A.M. Acoustik control of wound regeneration processess. Abstrscts of XIX Yugoslav symposium on biophysics and sattelite symposium bioacustica, Saraevo- Igmfn 1988, h. 165.
5. Langer A.K. Zur anatomi und physiologie der haut. 1.Uber die spaltbarkeit der cutis. S.B. der Akad. in Wein, V. 1861-44, p.19.
6. Sarvazyan A.P.et al., Method and device for acoustic testing of elasticity of biological tissues, United States Patent, N 4, 947851, 14. 08. 1990.

**Комментарий редактора.** Представленное в статье описание оригинальных методических подходов привлечет внимание специалистов. Однако, фактический материал следует представлять полнее, согласно критериям статистики и правилам графического отображения обработанных статистически данных.