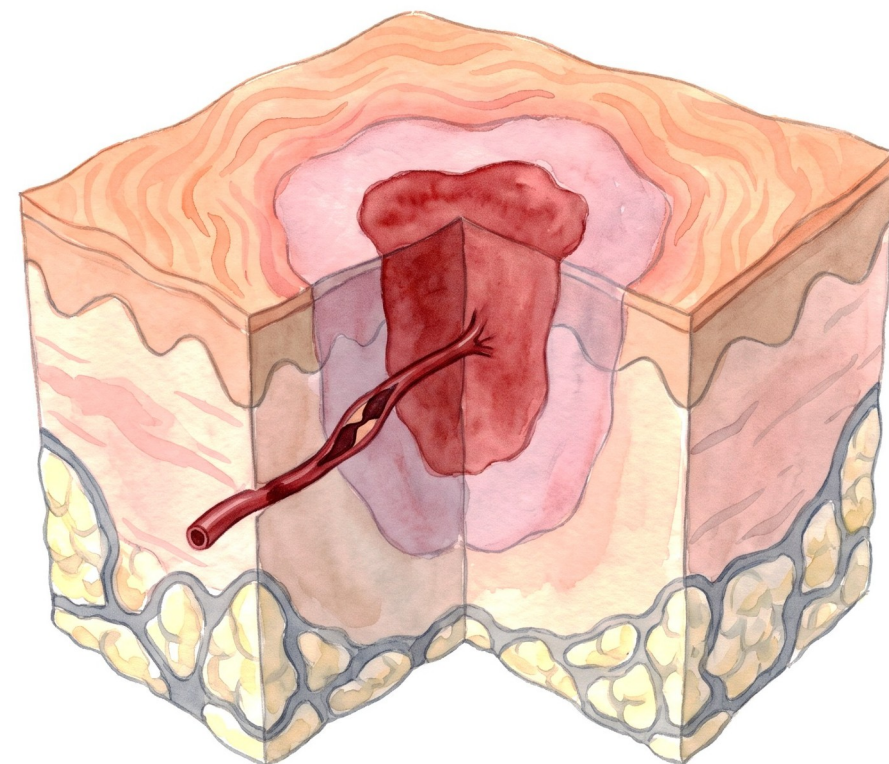


Ишемия тканей лица после операций и филлеров

Молекулярные механизмы и физиотерапия после филлеров гиалуроновой кислоты и операций на лице

Брагина Ирина Юрьевна, Москва. К.м.н.,
косметолог, физиотерапевт, геронтолог, эксперт
инструктор LA&HA, специалист в области
лазерных технологий и реабилитации, ведущий
врач-консультант ГК «СпортМедИмпорт» (Россия,
Москва)



Почему тема важна и что мы хотим показать

Филлеры

Сосудистая окклюзия (VO) после филлера гиалуроновой кислоты встречается редко, но это катастрофическое осложнение.

Окно спасения: первые 72 часа.

Операции

Ишемия лоскута после операции на лице это прежде всего хирургическая проблема.

Физиотерапия здесь вторична, ее место после хирурга.

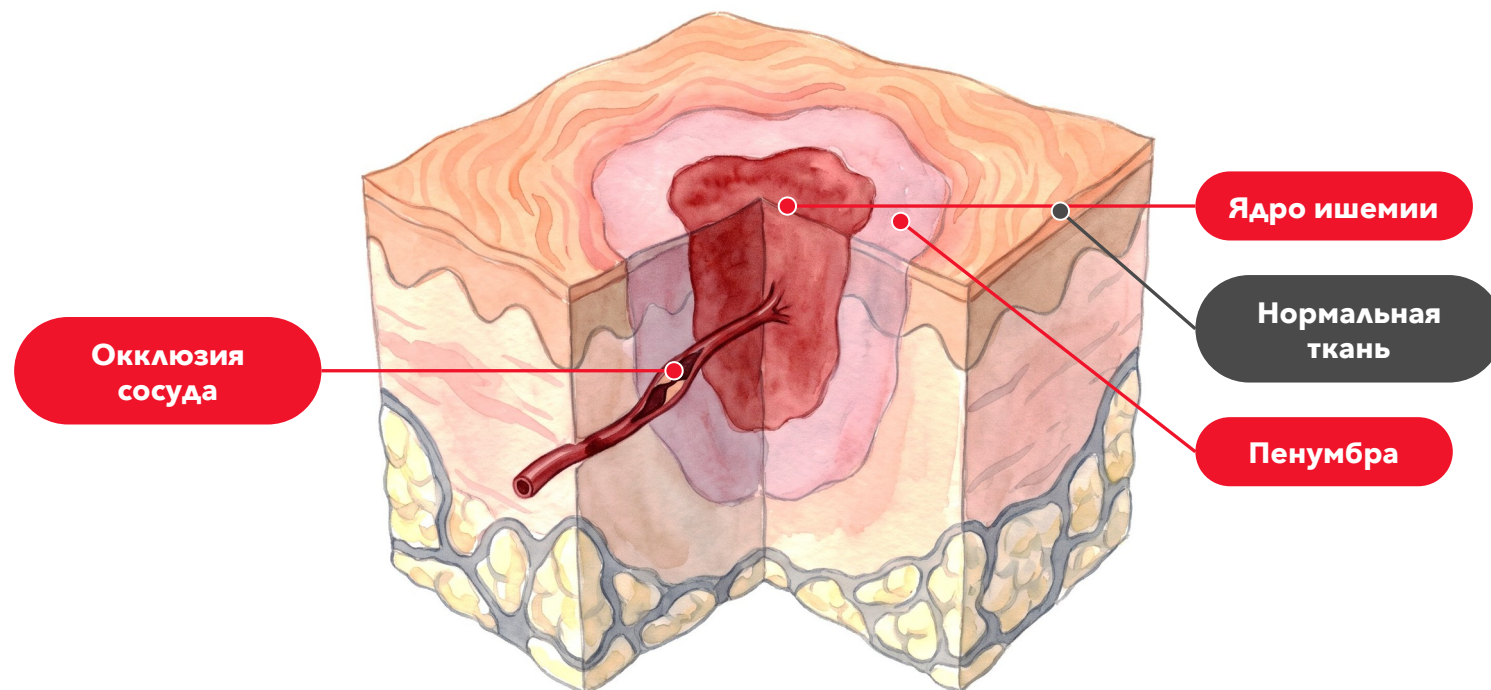
Общий финал

Молекулярный финал обоих сценариев одинаков: дисфункция митохондрий, MOMP, апоптоз или некроз.

Цель секции: показать, что сроки физиотерапии задает стадия каскада, а не календарь.

VO: vascular occlusion, сосудистая окклюзия. MOMP: пермеабилзация наружной мембраны митохондрий.

Ядро ишемии и пенумбра



Три фазы ишемического каскада

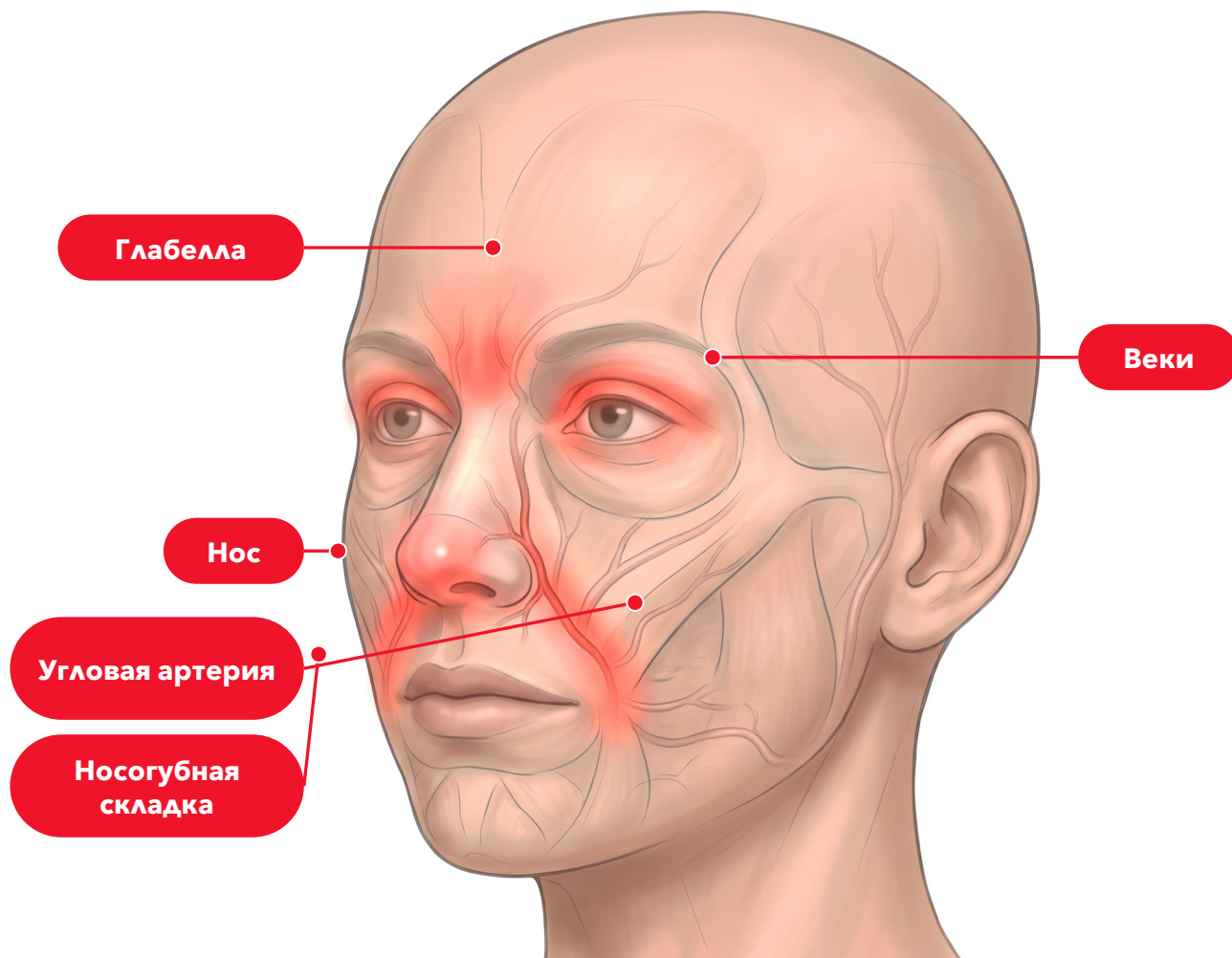
Острая фаза, минуты и часы: кровоток падает ниже порога базового обмена. В ядре повреждение становится необратимым за минуты, вокруг формируется пенумбра: клетки живы, но угнетены. Единственная цель: восстановить перфузию.

Подострая фаза, часы и дни: включаются апоптоз, воспаление и окислительный стресс, повреждение расползается из ядра в пенумбру. Здесь физиотерапия может вытянуть пенумбру.

Отсроченная фаза, дни и недели: вторичные явления и репарация, физиотерапия работает на заживление и профилактику рубца.

Кожа лица переносит около 24 часов теплой полной ишемии, но после начала некроза ткань не вернуть.

Зоны лица с высоким риском ишемии



Почему именно эти зоны

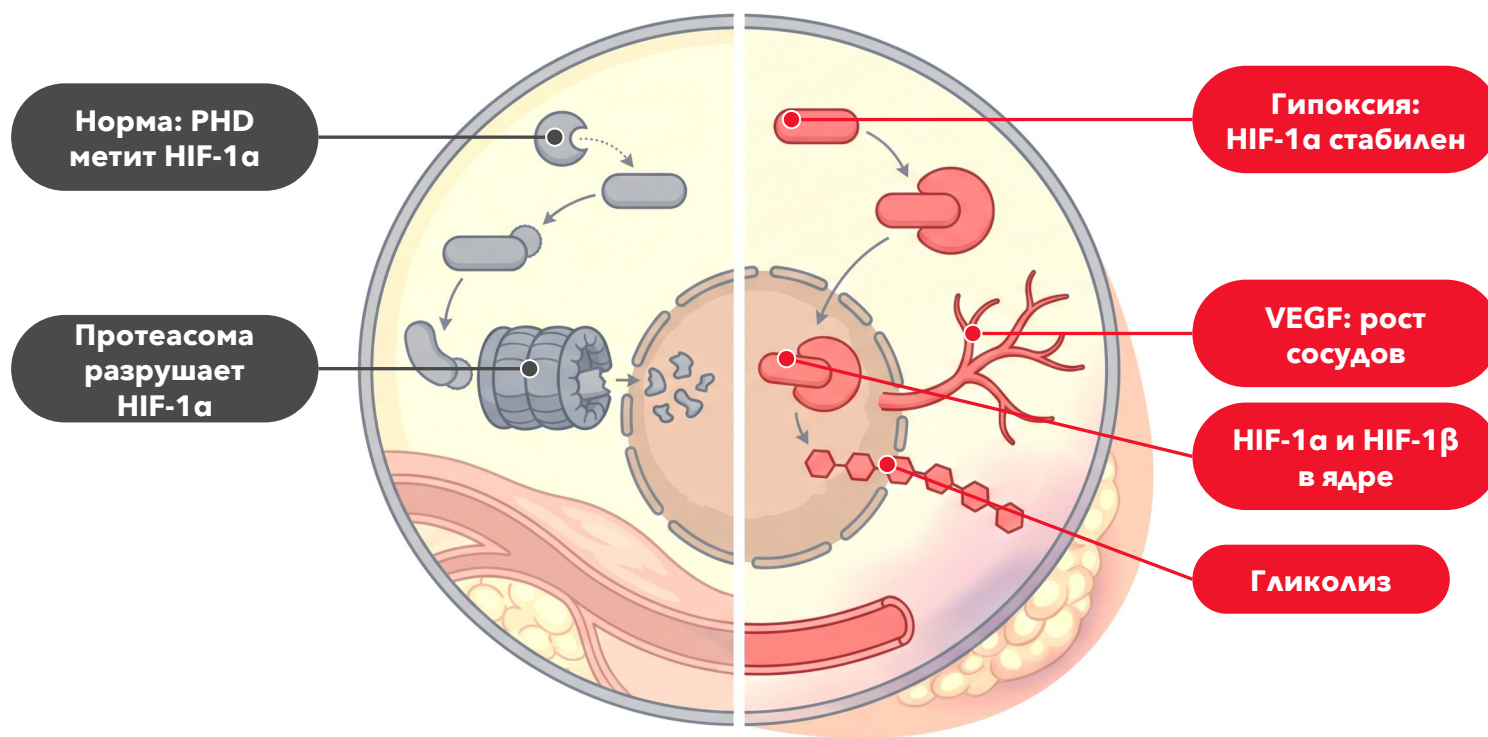
Кожа век, носа и глабеллы относится к зонам повышенного риска ишемии.

Механизмы окклюзии бывают артериальными и венозными.

Данные Khoshnaw и соавт., 2025: в разборе 120 случаев некроз чаще возникал в медиальной части лица. Связи стадии с конкретной артерией авторы не нашли и предполагают, что важнее местные анастомозы.

Пять стадий сосудистых осложнений: 1-2 без некроза, 3-5 с некрозом.

HIF-1α: сенсор гипоксии



Стимул и сенсор

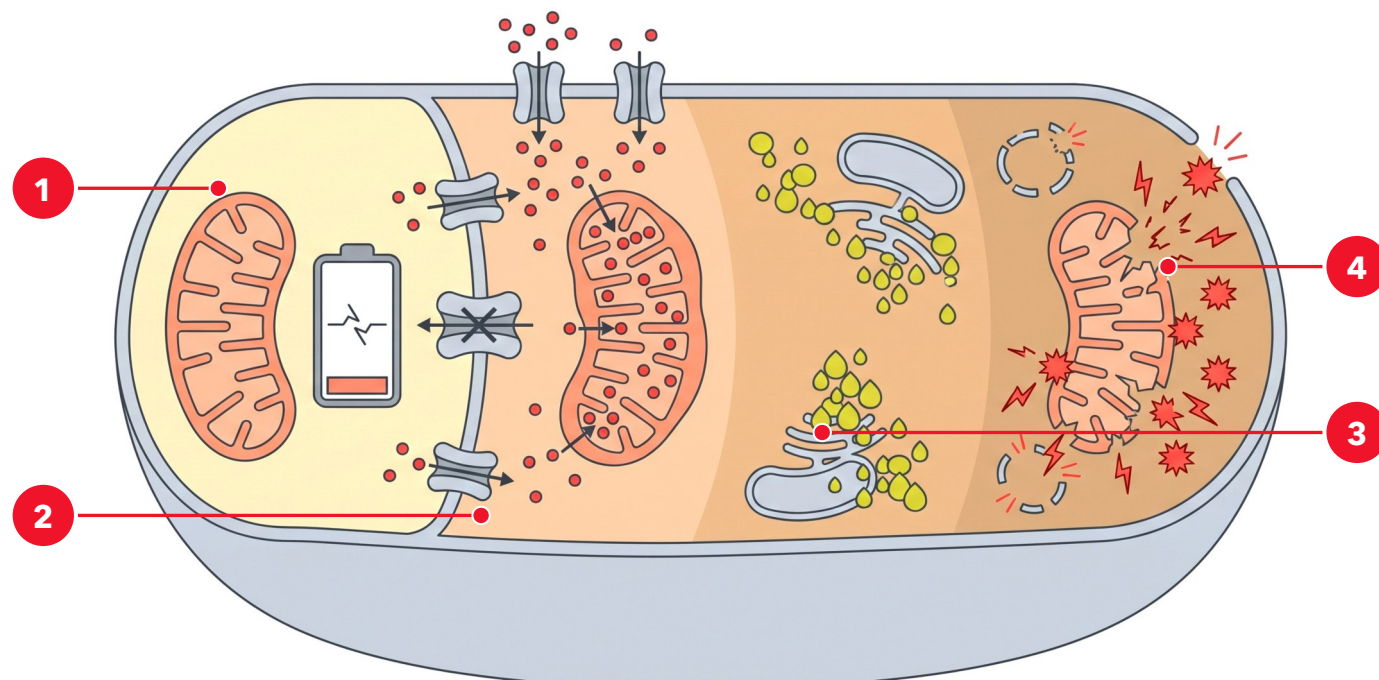
В норме HIF-1α постоянно гидроксилируют ферменты PHD, им нужны кислород и железо, и белок разрушается в протеасоме.

При падении pO_2 PHD выключаются, HIF-1α стабилизируется, соединяется с HIF-1β и включает больше 200 генов.

Что включается: гликолиз вместо окислительного фосфорилирования, ангиогенез через VEGF, программы выживания и устойчивости к окислительному стрессу.

Это адаптивная программа: пока работает HIF-1α, клетка борется.

Энергетический коллапс: АТФ, кальций, ROS



1 Падение АТФ

Митохондрии работают хуже, АТФ не хватает, АТФазные ионные насосы отказывают.

2 Кальций

Кальций накапливается в клетке и в митохондриях, включаются протеазы кальпаины и фосфолипазы.

3 Ацидоз

Лактат закисляет среду и усиливает повреждение.

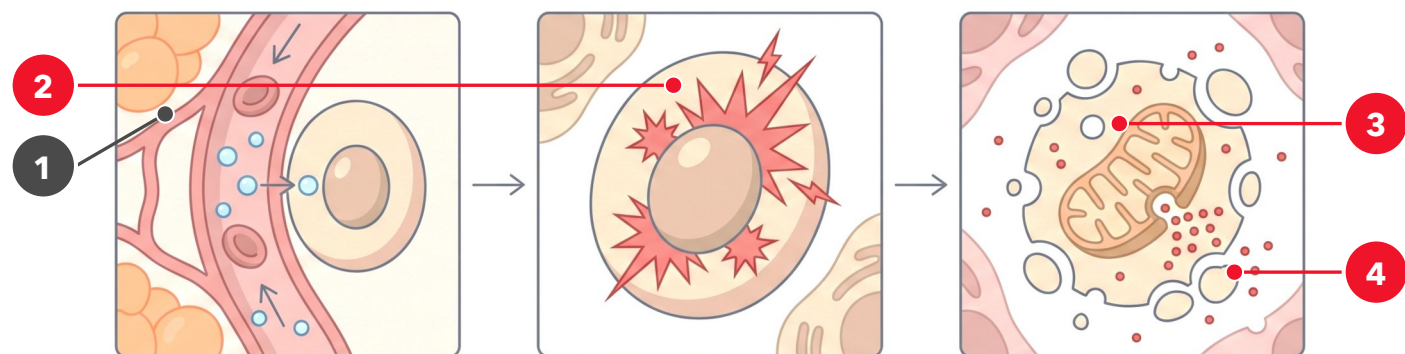
4 ROS

Активные формы кислорода растут из комплексов I и III дыхательной цепи уже при ишемии, а при реперфузии дают резкий всплеск.

Энергия падает, кальций растет, ROS накапливаются: клетка подходит к точке невозврата

АТФ: аденозинтрифосфат. ROS: активные формы кислорода. Рисунок схематичный, красным отмечено повреждение.

Реперфузия: парадокс кислорода



1 Кровоток вернулся
Это необходимо для спасения ткани.

2 Всплеск ROS
Вместе с кислородом приходит резкий всплеск ROS: супероксид, пероксинитрит.

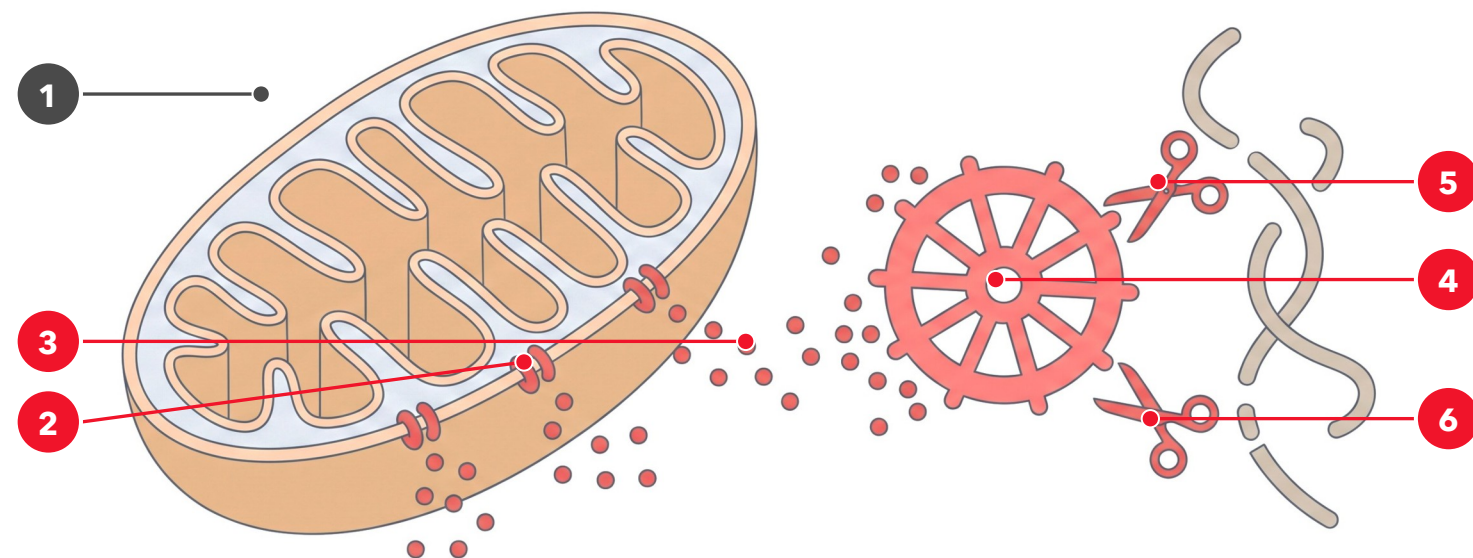
3 Митохондрии
Открывается митохондриальная пора проницаемости (mPTP). Митохондрии набухают, наружу выходит цитохром c.

4 Гибель клетки
Включается каспазный каскад, это апоптоз. При более грубом повреждении некроз или некроптоз через MLKL.

Задача физиотерапии не только улучшить кровоток, но и смягчить реперфузионный ответ

mPTP: митохондриальная пора проницаемости. MLKL: белок-исполнитель некроптоза.

МОМР: точка невозврата



1 Наружная мембрана

3 Цитохром с

5 Каспаза-9

2 Поры BAX и BAK

4 Апоптосома

6 Каспаза-3

Пермеабелизация наружной мембраны митохондрий

Белки BAX и BAK активируются, собираются в группы и пробивают поры в наружной мембране.

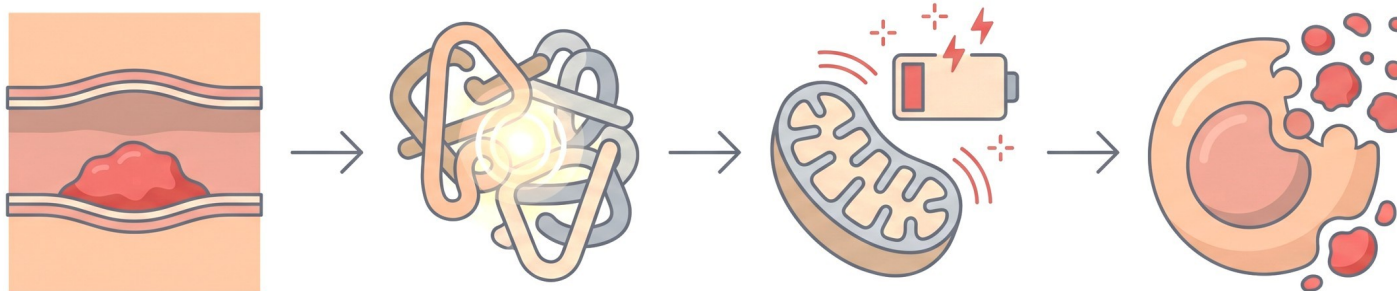
Через поры в цитозоль выходит цитохром с, вместе с другими белками он собирает апоптосому.

Апоптосома включает каспазу-9, затем эффекторные каспазы-3 и -7, и клетка разрушается изнутри.

Миноритарный МОМР: при слабом стрессе поры открываются лишь в части митохондрий, клетка не гибнет, но стареет, воспаление становится хроническим.

После МОМР физиотерапия клетку уже не спасает, она работает до этого события.

Молекулярный каскад ишемии целиком



1. Стимул

Гипоксия: окклюзия сосуда или нарушение перфузии лоскута

2. Сенсор

HIF-1 α стабилизируется, включаются гликолиз и VEGF

3. Эффекторы

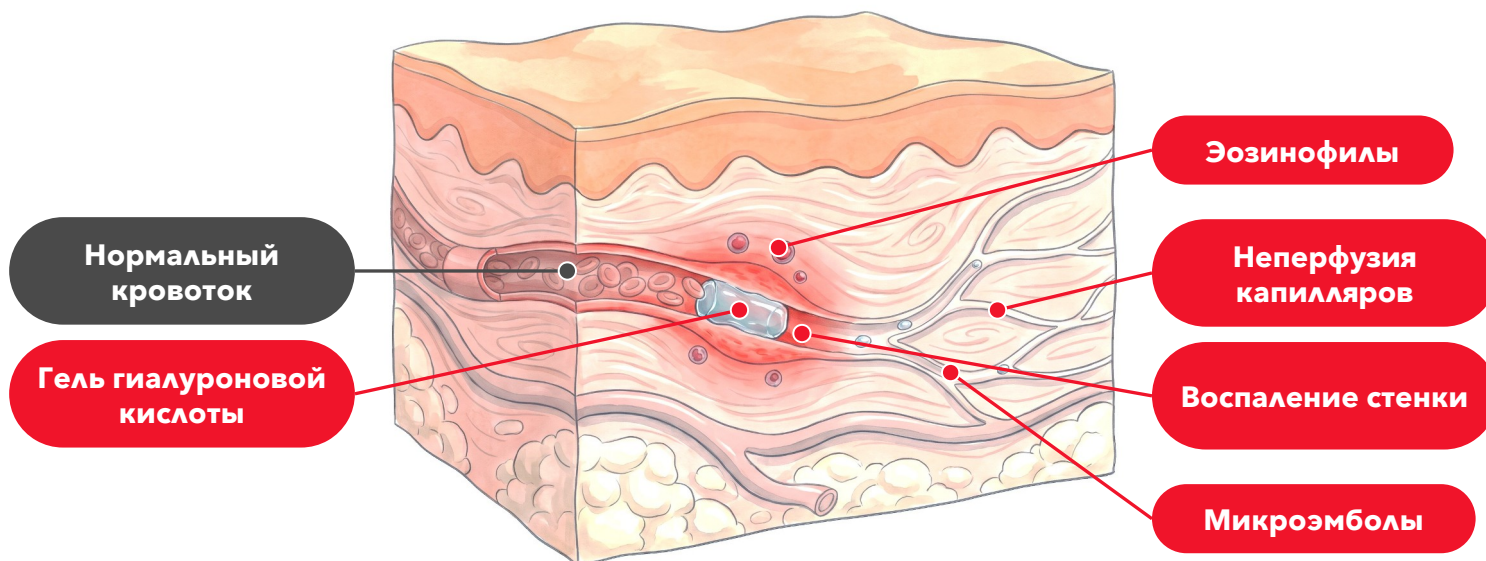
Падение АТФ, кальций, ROS; при реперфузии всплеск ROS и mPTP

4. Судьба клетки

MOMP, цитохром c, каспазы 9 и 3: апоптоз или некроз

Пенумбра это единственная зона, которую спасает физиотерапия. Ее мишени: стабилизировать митохондрии, снизить ROS, поддержать eNOS и HIF-1 α , пока не случился MOMP.

Филлер в сосуде: не только эмбол



Воспаление сосудистой стенки

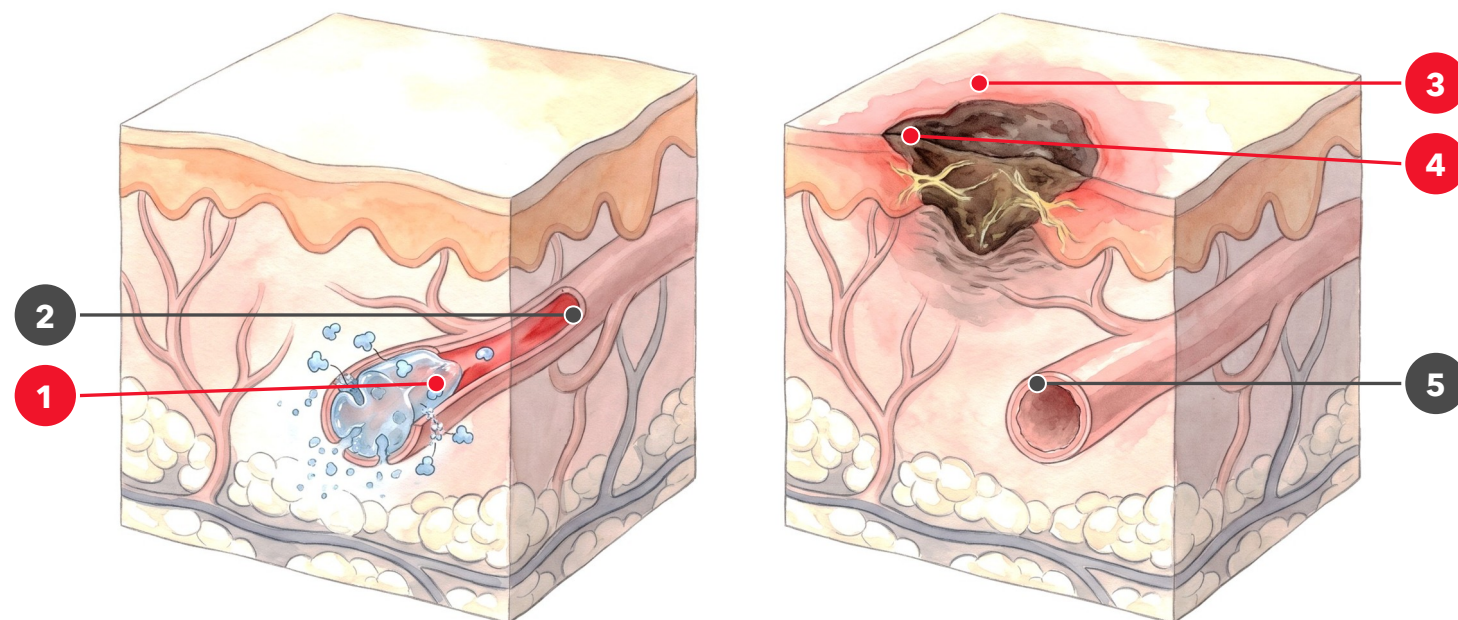
Модель «филлер равно эмбол» неполная. Внутрисосудистая гиалуроновая кислота сильно раздражает стенку сосуда: эозинофильная инфильтрация мышечного слоя и адвентиции, вазодилатация, частичная или полная обтурация.

Гель находят и в венах: к ишемии добавляются воспалительный и спастический компонент и дистальная микроэмболизация.

Молекулярно: TLR и инфламмасомы, IL-6 и IL-8, активация эндотелия и адгезия лейкоцитов.

Гиалуронидаза не только растворяет гель, но и разрывает воспалительно-тромботическую петлю.

Почему 72 часа: окно для гиалуронидазы



1 Гель распадается

3 Некроз и струп

5 Сосуд пуст

2 Кровоток возвращается

4 Фибринозное воспаление

Первые 72 часа

Гель гиалуроновой кислоты еще хорошо расщепляется ферментом по гликозидным связям.

Он находится в основном в дистальном микроциркуляторном русле, где большая площадь поверхности и механический стресс в развилках ускоряют распад.

Цель: спасти перфузию.

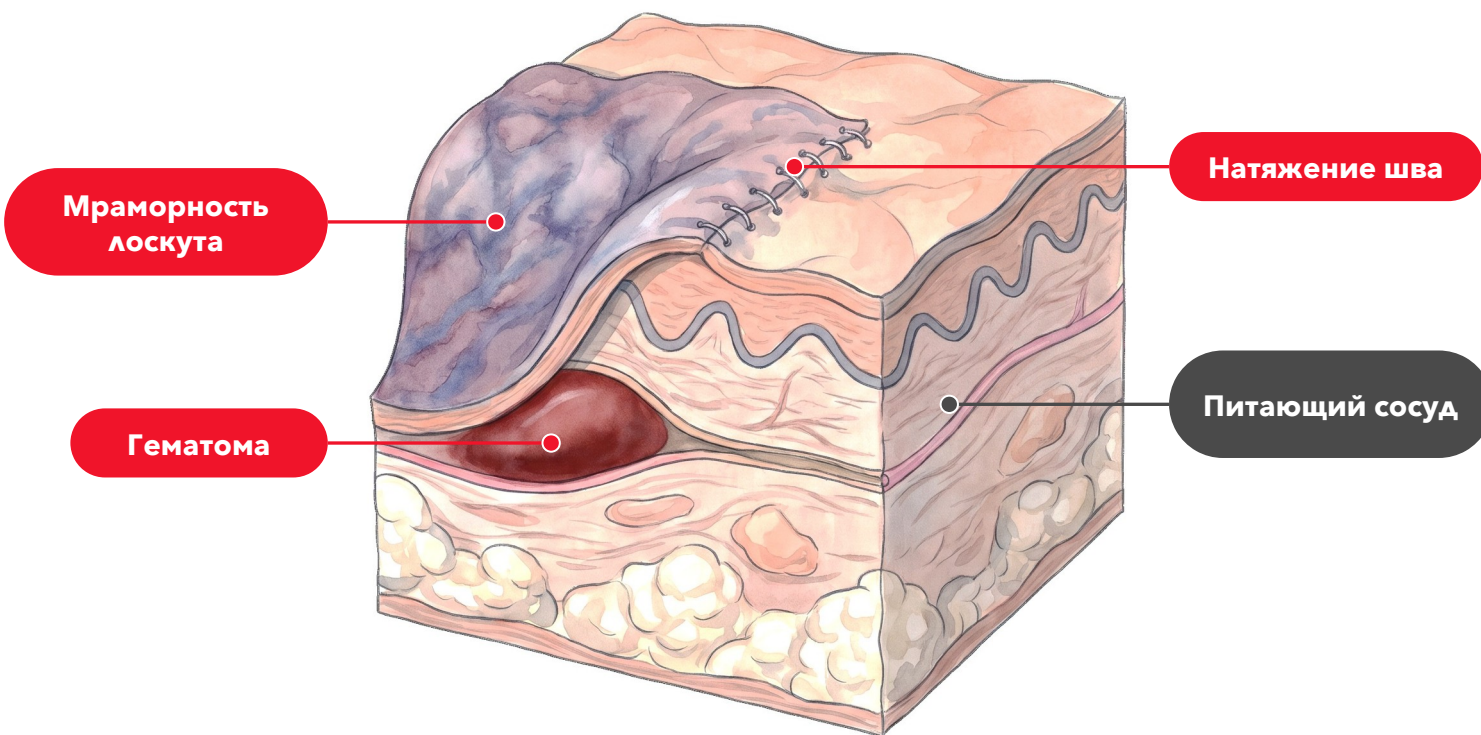
После 72 часов

В зоне ишемии нарастают некроз и апоптоз, фибринозное воспаление, риск вторичной инфекции.

Мишени смещаются от спасения перфузии к контролю повреждения и репарации.

Рисунок схематичный: слева окно первых 72 часов, справа ткань после 72 часов.

Ишемия после операции: лоскут



Нарушение перфузии лоскута

Причины: натяжение тканей при ушивании, чрезмерное истончение лоскута, сдавление питающей ножки гематомой, спазм сосудов, особенно у курящих.

Мышцы и нервы выдерживают критическую ишемию 4–6 часов, кожа и кость до 24 часов, поэтому первые 3 суток нужно наблюдение в динамике.

В раннем периоде спазм через 2–3 суток сменяется реактивной вазодилатацией на фоне ацидоза.

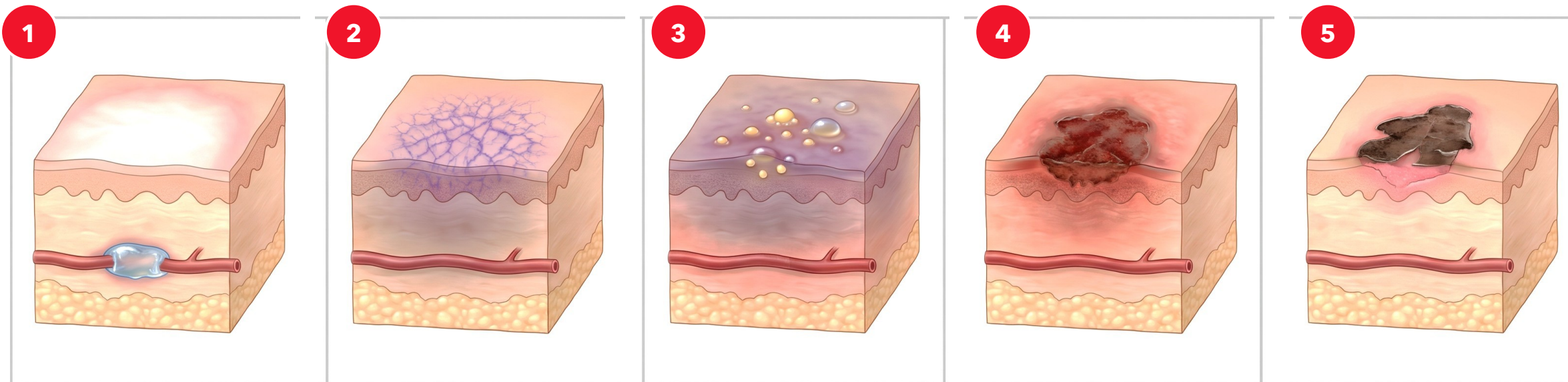
Молекулярный финал тот же: падение $\Delta\psi_m$, ROS, MOMP, каспазы 9 и 3; в апоптоз лоскута вносит вклад и путь JNK.

$\Delta\psi_m$: мембранный потенциал митохондрий. JNK: стресс-активируемая киназа.

Два сценария, один финал

Критерий	Ишемия после филлера	Ишемия после операции
Пусковой механизм	Гель в просвете сосуда плюс воспаление стенки	Нарушение перфузии лоскута: натяжение, гематома, спазм, венозный застой
Метод первой линии	Инъекционная гиалуронидаза в первые 72 часа	Хирургическая ревизия: снять швы, эвакуировать гематому
Роль физиотерапии	Адьювант, не заменяет фермент	Адьювант второго этапа, не заменяет ревизию
Окно для физиотерапии	После растворения геля и восстановления перфузии	7-14 сутки, после стабилизации лоскута
Мишень физиотерапии	Пенумбра: меньше воспаления, больше eNOS и NO, защита митохондрий	Пенумбра и репарация: VEGF, АТФ, меньше Вах, стабилизация митохондрий
Красный флаг	Сохраняется livedo или появился струп: к специалисту	Нет капиллярного наполнения, пузыри, быстрая демаркация: к хирургу

Дневник ишемии: как меняется кожа по фазам



Фаза 1, минуты и часы

Гель закрыл артерию. Кожа бледнеет, вокруг эритема, боль, наполнение капилляров дольше 2 секунд.

Фаза 2, до 72 часов

Livedo reticularis: фиолетовая сетка из-за застоя бескислородной крови.

Фаза 3, несколько дней

Пустулы и пузыри. Это не всегда инфекция.

Фаза 4, несколько дней

Фибриновый экссудат, начинает формироваться струп.

Фаза 5, вторая неделя

Сухой струп, который отторгается в следующие недели.

Лечение в первые 72 часа (фазы 1-2) дает полное восстановление без рубца

Рисунок схематичный: один и тот же участок кожи щеки, кадры по фазам. Красным и фиолетовым показана только патология.

ИНТЕГРА
Брагина

Дневник ишемии: филлер, пять фаз

Фаза и сроки	Симптомы	Тактика	Физиотерапия
1, минуты и часы	Бледность, затем эритема вокруг; боль; капиллярное наполнение дольше 2 секунд	Остановить инъекцию; обильное промывание физраствором и массаж; гиалуронидаза 500–1500 ЕД, повторять до нормального наполнения	Нет, только после восстановления перфузии
2, до 72 часов	Livedo reticularis: фиолетовая сетка из-за застоя бескислородной крови	Продолжать гиалуронидазу; аспирин 300 мг, затем 75 мг в сутки; при отеке обсудить пентоксифиллин	После растворения геля ФБМ 1064 нм как адъювант
3-4, несколько дней, иногда меньше 48 часов	Пустулы и пузыри, фибринозный экссудат, начало струпа; это не всегда инфекция	Ведение раны; холодная плазма против биопленки; антибиотики не рутинно	Холодная плазма; LED и МКТ только вне зоны активного некроза
5, вторая неделя	Сухой струп, который отторгается в следующие недели	Консервативно; коррекцию рубца отложить на 6–12 месяцев	Skinova (LDM), МКТ, магнитотерапия: профилактика фиброза

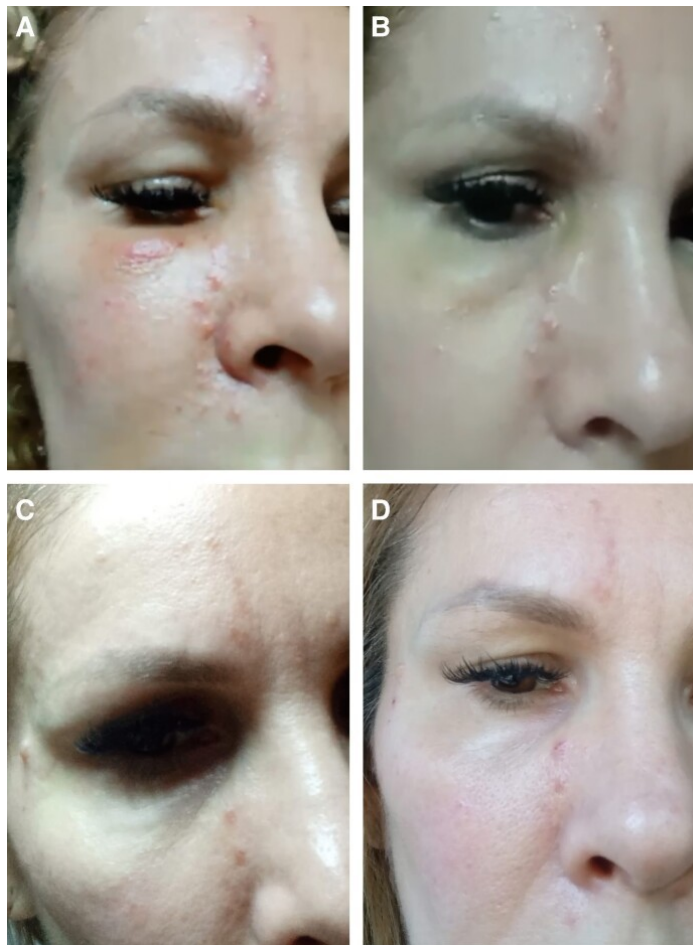
Лечение в первые 72 часа (фазы 1-2) дает полное восстановление без рубца

ЕД: единицы действия. ФБМ: фотобиомодуляция. МКТ: микротоковая терапия.

Окклюзия после филлера: как это выглядит



Линейная эритема лба (1) и сетчатый рисунок на спинке носа (2) после филлера: картина фазы livedo.



Одна окклюзия по дням

A: исходно, перед началом лечения.

B: 3-й день, динамика благоприятная.

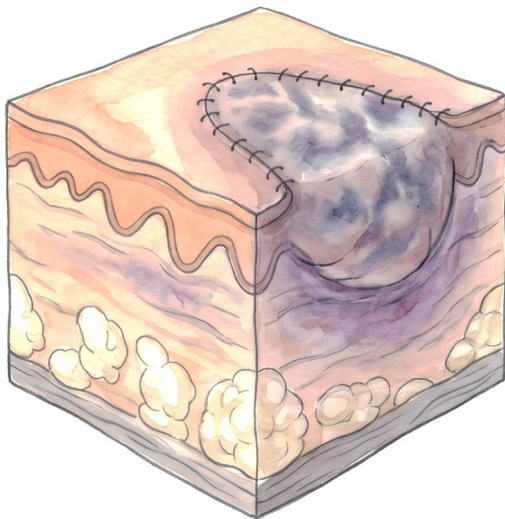
C: 7-й день.

D: еще через неделю, хороший эстетический результат.

Лечили гиалуронидазой вместе с гепарином местно: это не наш протокол, фото показывает, как меняется картина по дням.

Лоскут после операции: как меняется кожа

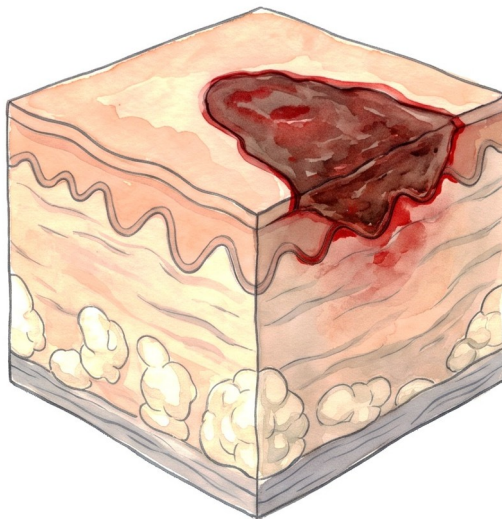
1



Ранняя фаза, 24-72 часа

Синюшная мраморная кожа, похолодание, наполнение замедлено.

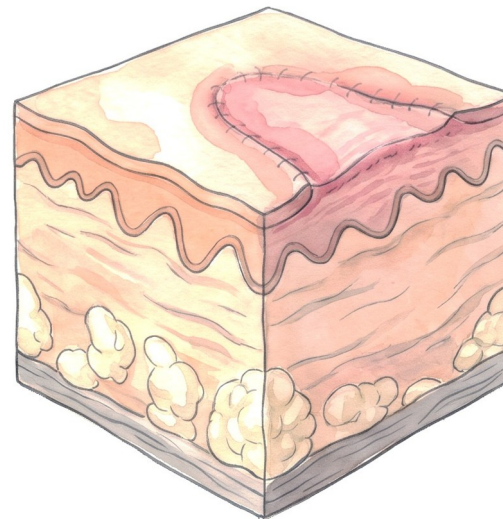
2



Демаркация, 5-7 дней

Четкая граница живой и погибшей ткани, формируется струп.

3



Реабилитация, с 7-14 суток

Лоскут стабилен, остаточный отек, риск фиброза.

Рисунок схематичный: один и тот же лоскут, кадры по фазам. Цветом показана только патология.

Дневник ишемии: операция, три фазы

Фаза и сроки	Симптомы	Тактика	Физиотерапия
Ранняя, 24-72 часа	Синюшная мраморная кожа, похолодание, наполнение замедлено; при венозном застое наполнение быстрое и отек	Хирургическая ревизия: снять швы, ослабить натяжение, эвакуировать гематому; нитроглицерин 2% местно по назначению	Нет, до стабилизации лоскута
Демаркация, 5-7 дней	Четкая граница живой и погибшей ткани, формируется струп	Консервативное ведение раны, не спешить с дебридментом до демаркации; ГБО при пограничной ишемии	Холодная плазма; ФБМ 1064 нм с 7-10 суток
Реабилитация, с 7-14 суток	Лоскут стабилен, остаточный отек, риск фиброза	Постепенно расширять активность, профилактика рубцовых деформаций	МКТ, магнитотерапия, CRET, Skinova 3 и 10 МГц, курс 4-6 процедур

Быстро растет синюшность, нет наполнения, пузыри: сразу к хирургу, физиотерапия противопоказана

ГБО: гипербарическая оксигенация.

Некроз лоскута после подтяжки: клинический пример



Что произошло

Пациентка 57 лет, курит. Двусторонняя подтяжка лица за 2 месяца до обращения.

После операции продолжала курить: полный некроз и потеря кожи на щеке, некротизированную ткань хирург удалил через 3 недели после операции.

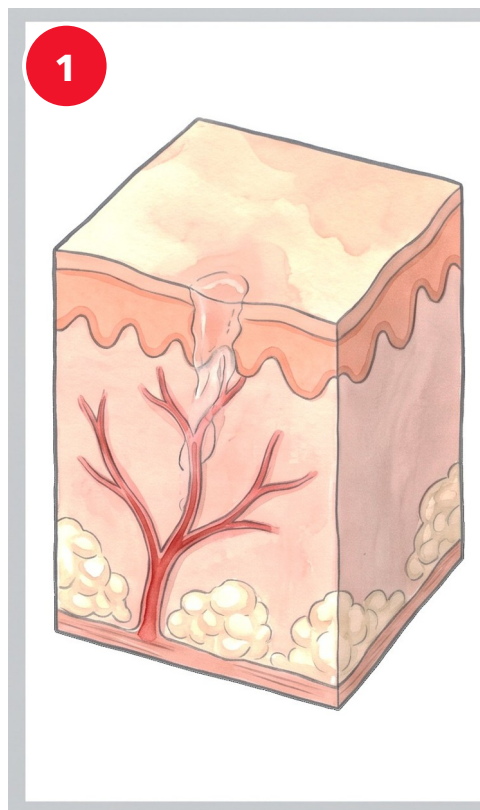
Фото: слева при обращении, справа через 3 месяца консервативного ведения и отказа от курения.

Что это показывает

Авторы связывают некроз с недостаточным кровоснабжением лоскута на фоне курения.

Ведение консервативное, некроз убирают после демаркации, а коррекцию рубца откладывают. Это та же логика, что в дневнике для операции.

Таймлайн спасения: как меняется кожа



0-72 часа

Окно спасения перфузии:
фермент или ревизия.



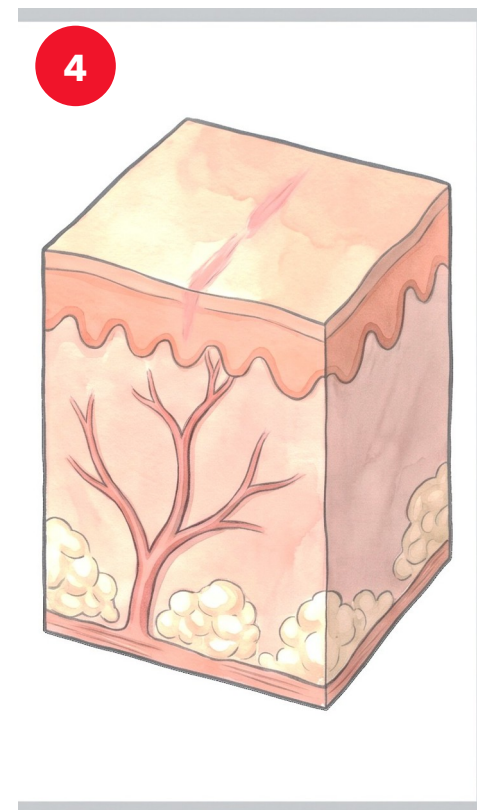
5-7 дней

Демаркация, начинаем
ведение дефекта.



7-14 дней

Старт физиотерапии:
пенумбра и репарация.



6-12 месяцев

Коррекция рубца.

Рисунок схематичный: один и тот же участок кожи от окклюзии до рубца.

ИНТЕГРА
Брагина

Общий таймлайн спасения



Физиотерапия начинается там, где закончилась борьба за перфузию

Неотложная тактика: филлер и операция

Филлер, первые часы

Остановить инъекцию.

Обильное промывание физраствором и интенсивный массаж.

Гиалуронидаза 500-1500 ЕД, повторять до нормального капиллярного наполнения.

Под УЗ-навигацией гиалуронидазы уходит меньше: около 208 ЕД против больше 1500 ЕД вслепую.

Аспирин 300 мг, затем 75 мг в сутки.

Операция, первые 72 часа

Снять швы или ослабить натяжение.

Эвакуировать гематому, если она сдавливает ножку.

Тепло для снятия спазма.

Нитроглицерин 2% местно по назначению хирурга; у курящих описано сочетание с никотиновой кислотой внутрь.

ГБО при пограничной ишемии.

Физиотерапия: единая молекулярная ось

eNOS и NO

Вазодилатация, ангиогенез,
защита от апоптоза.

HIF-1α и VEGF

Ангиогенез и выживание клетки.

Пенумбра

Стабилизация митохондрий: больше
Bcl-2, меньше Bax и каспазы-3

Работают на ось

ФБМ 1064 нм, LED, МКТ,
магнитотерапия.

Работают на дефект

Холодная плазма, Skinova с
Имоферазой, CRET
в реабилитации.

Физиотерапия никогда не первая линия: она адъювант после фермента или хирурга

Методы и MOMP: кто защищает, а кто нет

Технология	Влияние на MOMP и семейство Bcl-2	Роль при ишемии
ФБМ 1064 нм и LED	Защищает: больше Bcl-2, меньше Вах и каспазы-3	Профилактика и защита пенумбры, раннее применение
МКТ	Защищает: меньше экспрессия Вах, больше Bcl-2	Энергетическая поддержка и стабилизация
CRET	Зависит от контекста: в опухолевых клетках вызывает апоптоз через p53 и Bcl-2	Перфузия и дренаж; прямое влияние на MOMP с осторожностью
Skinova, LDM	На опухолевых моделях запускает апоптоз: p53, Вах, MOMP	Модуляция репарации в поздней фазе, не для спасения митохондрий
Холодная плазма	Запускает апоптоз: падает мембранный потенциал, растет BAX/BCL-2, каспаза-9	Контроль инфекции и дефекта на поздних стадиях

Данные о проапоптотическом действии CRET, LDM и плазмы получены в основном на опухолевых клетках, переносить их на нормальную ткань нужно осторожно.

ФБМ 1064 нм и LED

Параметр	ФБМ 1064 нм	LED, 630-850 нм
Мишень	Цитохром-с-оксидаза, фосфорилирование eNOS	Цитохром-с-оксидаза, умеренный ROS
Эффект	Больше перфузии и VEGF, меньше TNF-α, preconditioning	Редокс-модуляция, реэпителизация
Сроки после операции	С 1-3 суток превентивно или с 7-10 суток по протоколу	С 3-5 суток
Сроки после филлера	С 24-48 часов как адъювант к ферменту	С 3-5 суток
Параметры	1-1,5 Дж/см², 0,3-0,6 мс, пятно 5-7 мм, 4 процедуры через 7-10 дней	660 нм, 2 Дж/см²

Молекулярно: меньше MOMP за счет роста Vcl-2 и снижения Вах и каспазы-3



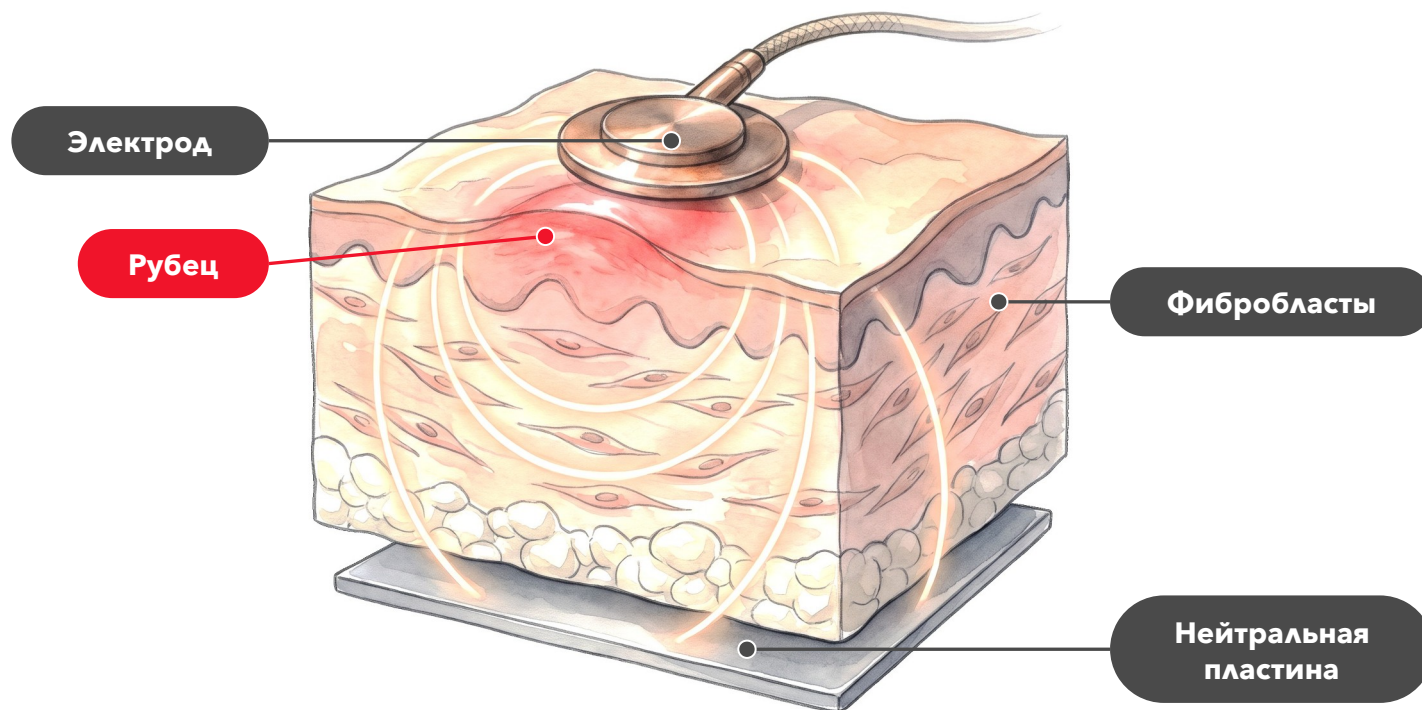
Fotona SP Dynamis, Nd:YAG 1064 нм

Микротоки и магнитотерапия

Параметр	МКТ	Магнитотерапия
Мишень	Больше АТФ, больше eNOS и NO	Выход NO из эндотелия
Эффект	Энергетическая стабилизация, меньше Вах, больше Bcl-2	Вазодилатация, противоотечный и противовоспалительный эффект, перфузия выше на 30-40%
Сроки после операции	7-10 суток	7-10 суток на лице; 2-3 сутки в общей хирургии
Сроки после филлера	Не раньше 10-14 суток, при осложнении через 5-7 суток после разрешения окклюзии	После разрешения окклюзии
Параметры	100-200 мкА, 10 Гц, 8 процедур 2-3 раза в неделю	10-20 мТл, 10-50 Гц, 8 процедур через день

МКТ: микротоковая терапия.

CRET 448 кГц и TECAR



Прогрев и лимфодренаж

После операции: с 7-10 суток, в низкоинтенсивном режиме.

После филлера: не в первые 24-48 часов в зоне окклюзии; после растворения геля с 3-5 суток, коротко и щадяще.

Параметры на лице: смешанный емкостный и резистивный режим, 15-30% мощности, 300-500 кГц, 8 процедур 2-3 раза в неделю.

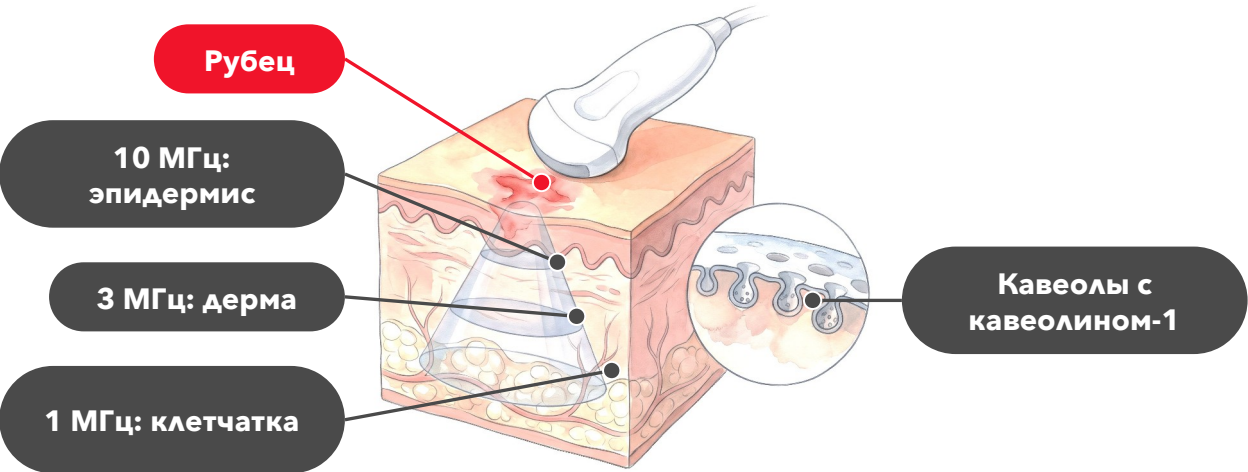
Не растворяет гель и не восстанавливает кровоток в окклюдированном сосуде: работает на микроциркуляцию и лимфодренаж.

Не создавать лишний тепловой поток там, где перфузия уже нарушена.

CRET: емкостно-резистивная электропередача. TECAR: емкостно-резистивная терапия.

ИНТЕГРА
Брагиня

Skinova: три частоты, три глубины



Частота	Глубина и мишень
10 МГц	Около 3 мм, эпидермис и верхняя дерма: воспаление, клеточный стресс, кавеолин-1
3 МГц	Дерма и подкожная клетчатка: микроциркуляция, матрикс, лимфодренаж
1 МГц	Прилежащие мышечные слои, по показаниям

Протоколы

После операции: с 7-14 суток, 3 и 10 МГц, 0,5-1,5 Вт/см², 5-10 минут, 4-6 процедур 1-2 раза в неделю.

После филлера: после растворения геля, 3 и 10 МГц с акцентом на 3 МГц, 4-6 процедур через 2-3 дня.

Глубины частот: Skinova Pro LDM, клинические кейсы, Облик. Esthetic Guide, 2023. Режим LDM чередует частоты до 1000 раз в секунду.

Skinova и филлер: физика против фермента

Ситуация	Роль Skinova	Логика
Плановое удаление лишнего филлера, непереносимость Лонгидазы, аллергия	Основной метод	Механически дробит гель и усиливает лимфодренаж
Острая ишемия после филлера	Не первая линия	Пока гель в сосуде, приоритет у гиалуронидазы: ультразвук не вернет магистральный кровоток
Подострая фаза после разрешения окклюзии	Вспомогательный метод	Выводит остатки геля из интерстиция и усиливает дренаж в зоне пенумбры

Механизм: ультразвук не расщепляет связи, как фермент, а физически разобщает сшитую сеть геля, фрагменты уходят с лимфой. В клиническом кейсе: 6 процедур по 6 минут через 3 дня.

Skinova и Имофераза: фонофорез

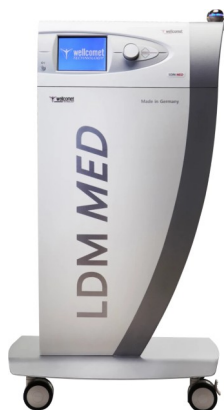


Что такое Имофераза

Крем с иммобилизованной гиалуронидазой: фермент связан с высокомолекулярным носителем, производным N-оксида поли-1,4-этиленпиперазина.

Так фермент устойчивее к температуре и ингибиторам, работает дольше, риск аллергии ниже.

Механизм: гидролиз гликозидных связей гиалуроновой кислоты, меньше вязкость, выше проницаемость: узелки, ишемия, профилактика фиброза.



ПЭГ: полиэтиленгликоль.

Протокол фонофореза

Частота: 880 кГц-1 МГц, это транспортный канал, а не прогрев.

Интенсивность: 0,2-0,4 Вт/см², 5-10 минут, 10 процедур.

Контактная среда: вазелиновое масло или гель на основе ПЭГ, не обычный УЗ-гель.

Когда: подострая фаза и реабилитация, примерно с 7-14 суток.

Не первая линия при острой окклюзии.

Холодная плазма: аргон и азот

Не для спасения перфузии, а для ведения дефекта

Механизм: активные формы кислорода и азота (RONS) убивают бактерии, разрушают биопленку и стимулируют миграцию кератиноцитов, живые клетки не повреждаются.

Сроки: с момента эрозии или струпа, то есть в фазах 3–5 после филлера и при демаркации после операции. При открытой ране после операции по протоколам с 2–8 суток.

Параметры: режим B2, 15–20 см от раны, 7–14 сеансов ежедневно или через день.

Газы: аргон дает антибактериальный акцент, азот регенераторный.



Лечение ран холодной плазмой: AWMF S2k-Leitlinie 007-107, 2022.

Сводная таблица: технология и фаза

Технология	Острая ишемия	Подострая, 3-7 сутки	Реабилитация, с 7-14 суток
Гиалуронидаза, инъекции	Да	Да	Нет
Хирургическая ревизия	Да	Нет	Нет
ФБМ 1064 нм	С ограничениями: адъювант	Да	Да
LED	Нет	Да	Да
МКТ	Нет	Да, после разрешения окклюзии	Да
Магнитотерапия	Нет	С ограничениями	Да
Skinova 3 и 10 МГц	Нет	С ограничениями	Да
Фонофорез с Имоферазой	Нет	Нет	Да
Холодная плазма	Нет	Да, при дефекте	Да
CRET и TECAR	Нет	С ограничениями	Да

Ключевые тезисы секции

1

Ишемия это каскад, а не синяк: терапию определяет фаза, а не календарь.

2

МОРП это точка невозврата: физиотерапия работает до него, в пенумбре.

3

При филлере первым идет фермент, физиотерапия после растворения геля.

4

При операции первым идет хирург, физиотерапия с 7-14 суток.

5

Единая ось физиотерапии: eNOS и NO, HIF-1α и VEGF, стабилизация митохондрий.

6

Имофераза не заменяет инъекционную гиалуронидазу в острой фазе.

Литература

Филлеры

De Lorenzi C. New High Dose Pulsed Hyaluronidase Protocol for Hyaluronic Acid Filler Vascular Adverse Events. Aesthetic Surgery Journal, 2017.

Khoshnaw S. et al. Localization and Staging of Vascular Adverse Events After Facial Fillers: A Detailed Assessment. Aesthetic Surgery Journal Open Forum, 2025.

Операции

Shirazi et al. Oral Niacin and Topical Nitroglycerin to Prevent Nicotine-Related Complications Following Facelift Surgery. Cureus, 2025.

Клинические фото

Grzybinski S., Temin E. Vascular Occlusion after Hyaluronic Acid Filler Injection. Clinical Practice and Cases in Emergency Medicine, 2018.

Stabile M., Cavallini M., Raichi M. Might Topical Heparin Help With Occlusion Emergencies After Accidental Intra-Arterial Hyaluronic Acid Injections? Aesthetic Surgery Journal Open Forum, 2024.

Manafi A. et al. Facial Skin Necrosis after Facelift Surgery. World Journal of Plastic Surgery, 2020.

Физиотерапия

Yokomizo S. et al. Near-Infrared II Photobiomodulation Preconditioning Ameliorates Stroke Injury via Phosphorylation of eNOS. Stroke, 2024.

Karu T.I., Pyatibrat L.V., Afanasyeva N.I. A Novel Mitochondrial Signaling Pathway Activated by Visible-to-near Infrared Radiation. Photochemistry and Photobiology, 2004.

Skinova Pro LDM: клинические кейсы. Облик. Esthetic Guide, 2023.

AWMF S2k-Leitlinie 007-107. Rationaler therapeutischer Einsatz von kaltem physikalischem Plasma, 2022.

Список сокращений

Сокращение	Расшифровка
АТФ	аденозинтрифосфат
ГБО	гипербарическая оксигенация
ЕД	единицы действия
МКТ	микротоковая терапия
ПЭГ	полиэтиленгликоль
УЗ	ультразвук
ФБМ	фотобиомодуляция
BAH, BAK	белки, пробивающие поры в мембране митохондрий
Bcl-2	белок, защищающий митохондрии от MOMP
CAV-1	кавеолин-1
CRET	емкостно-резистивная электропередача
eNOS	эндотелиальная NO-синтаза
HIF-1α	фактор, индуцируемый гипоксией
IL	интерлейкины
JNK	стресс-активируемая киназа

Сокращение	Расшифровка
LDM	Local Dynamic Micro-massage
LED	светодиодная терапия
MLKL	белок-исполнитель некроптоза
MOMP	пермеабиллизация наружной мембраны митохондрий
mPTP	митохондриальная пора проницаемости
NO	оксид азота
PHD	пролилгидроксилазы
RONS	активные формы кислорода и азота
ROS	активные формы кислорода
TECAR	емкостно-резистивная терапия
TLR	толл-подобные рецепторы
TNF-α	фактор некроза опухоли альфа
VEGF	фактор роста эндотелия сосудов
VO	сосудистая окклюзия
Δψm	мембранный потенциал митохондрий