



10.5281/zenodo.18049016

ЯВОРСКАЯ Оксана Борисовна

фармацевт, косметолог, владелица, Luxury Cosmetology Zurich, Швейцария, г. Цюрих

ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА В КОСМЕТОЛОГИИ: ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЙ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ НЕЭФФЕКТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Аннотация. В статье рассматриваются возможности предиктивной диагностики в косметологии как инструмента повышения безопасности и эффективности инвазивных и аппаратных вмешательств. Показано, что опора только на субъективную оценку и стандартный сбор анамнеза не позволяет в полной мере выявлять скрытые противопоказания и прогнозировать риск осложнений и слабого клинического эффекта. Описаны ключевые элементы предиктивного подхода: использование классификации фототипов кожи по Фитцпатрику, показателя трансэпидермальной потери влаги (TEWL), дерматоскопической оценки сосудистых и воспалительных изменений, анализа себопродукции и pH кожи, а также ультразвуковой дерматологической визуализации. Особое внимание уделено применению систем количественного анализа кожи (Antera 3D, VISIA) и опросников FACE-Q для прогноза клинической результативности процедур и удовлетворённости пациентов. Показано, что интеграция предиктивной диагностики в практику косметологических клиник способствует более обоснованному выбору методик, снижению частоты осложнений и отказу от заведомо неэффективных вмешательств, а также создаёт основу для дальнейшего развития персонализированной и доказательной косметологии.

Ключевые слова: предиктивная диагностика, косметология, фототип кожи, трансэпидермальная потеря влаги, кожный барьер, противопоказания, осложнения, эффективность косметологических вмешательств, искусственный интеллект.

Актуальность исследования

Актуальность исследования обусловлена ростом спроса на косметологические услуги и расширением спектра инвазивных и аппаратных методик, что повышает требования к их безопасности и эффективности. Традиционные подходы к отбору пациентов, основанные на субъективной оценке и стандартном сборе анамнеза, не всегда позволяют своевременно выявить скрытые противопоказания и предрасположенность к неблагоприятным реакциям, что ведёт к осложнениям, снижению доверия пациентов и дополнительным медицинским и правовым рискам.

В этих условиях особое значение приобретает предиктивная диагностика, опирающаяся на объективные данные, анализ медицинских изображений, биомаркеров и алгоритмы машинного обучения. Внедрение предиктивных моделей в косметологическую практику способствует персонализированному выбору методик, снижению вероятности неэффективных вмешательств и осложнений, а также

соответствует современным тенденциям цифровизации здравоохранения и принципам доказательной медицины. Это определяет высокую научную и практическую значимость исследования, направленного на изучение возможностей предиктивной диагностики для выявления противопоказаний и предотвращения неэффективных косметологических вмешательств.

Цель исследования

Целью данного исследования является комплексный анализ возможностей предиктивной диагностики в косметологии для своевременного выявления противопоказаний и предотвращения неэффективных инвазивных и аппаратных вмешательств, а также обоснование подходов к её внедрению в клиническую практику.

Материалы и методы исследования

Исследование носит обзорно-аналитический характер и основано на обобщении данных современных научных публикаций, клинических исследований и технической

документации, посвящённых объективной оценке состояния кожи и прогнозированию реакции на косметологические процедуры. В качестве основных аналитических направлений рассмотрены: использование классификации фототипов кожи по Фитцпатрику; оценка трансэпидермальной потери влаги (TEWL) как показателя состояния кожного барьера; дерматоскопическая визуализация сосудистых структур; измерение уровня себума и pH кожи; применение ультразвуковой дерматологической визуализации. Проанализированы примеры клинических исследований с использованием систем количественного анализа кожи (Antera 3D, VISIA) и опросников FACE-Q для оценки эффективности вмешательств и удовлетворённости пациентов. Отдельно рассмотрены организационные и правовые аспекты работы с цифровыми изображениями и персональными медицинскими данными.

Результаты исследования

Предиктивная диагностика в косметологии формируется на стыке дерматологии, клинической диагностики и цифровой медицины. Её развитие стало возможным благодаря

широкому распространению объективных методов оценки кожи, обработке больших массивов данных, а также накоплению клинических исследований, подтверждающих вариативность индивидуальных реакций кожи на косметологические вмешательства.

В косметологии такие факторы включают фототип кожи, состояние кожного барьера, наличие субклинического воспаления, особенности сосудистой реакции, уровень меланогенеза и общее репаративное состояние тканей.

Значимым элементом предиктивной диагностики является оценка фототипа по классификации Фитцпатрика, официально используемой в дерматологии и эстетической медицине с 1975 года и актуальной по настоящее время. Фототип определяет реактивность кожи на ультрафиолет и риск поствоспалительной гиперпигментации после лазерных и пилинговых процедур. Чем выше фототип, тем выше вероятность нежелательных реакций после процедур, связанных с тепловым воздействием.

Классификация фототипов кожи по Фитцпатрику представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Классификация фототипов кожи по Фитцпатрику [5]

Стандартизированные физиологические показатели также применяются в предиктивном анализе. Например, трансэпидермальная потеря влаги (TEWL) служит объективным индикатором состояния кожного барьера. Согласно данным исследования дерматологического центра Kiel, повышенные значения TEWL

(>20 g/m²/h) коррелируют с увеличением риска раздражения и воспалительной реакции после косметологических вмешательств.

В таблице 1 приведены опубликованные диапазоны показателей TEWL, применяемые для прогнозирования реакции кожи.

Таблица 1

Диапазоны TEWL и их прогностическое значение [4]

TEWL (g/m ² /h)	Состояние кожного барьера	Прогноз реакции на инвазивные и пилинговые процедуры
<10	Барьер в норме	Низкий риск раздражения
10–20	Слегка ослабленный барьер	Умеренный риск
>20	Барьер нарушен	Высокий риск осложнений

Предиктивная диагностика в косметологии используется как доказательный метод предварительной оценки рисков, позволяющий выявить противопоказания ещё до проведения вмешательства. Данные клинических исследований подтверждают, что осложнения после лазерных, инъекционных и пилинговых процедур чаще возникают у пациентов с недиагностированными особенностями регенерации, нарушениями сосудистой реактивности или повышенной активностью меланоцитов [2].

Комплексное выявление противопоказаний начинается с анализа фототипа и сосудистых особенностей кожи. Например, при наличии выраженной сети поверхностных сосудов, обнаруживаемых с помощью дерматоскопии или мультиспектральной визуализации, увеличивается риск постпроцедурной эритемы и длительного воспаления. Это особенно важно при выборе лазеров с высокой тепловой нагрузкой.

На дерматоскопических изображениях представлены типичные сосудистые структуры и воспалительные изменения, которые

используются в предиктивной диагностике для оценки риска осложнений перед косметологическими процедурами (рис. 2). На панели А визуализируются разветвлённые телеангиэктазии, свидетельствующие о высокой сосудистой реактивности кожи и повышенной вероятности постпроцедурной эритемы. Панель В демонстрирует комбинацию поверхностных и глубоких сосудистых структур, что характерно для кожи с нестабильной микроциркуляцией и потенциальной склонностью к появлению гематом при инъекционных методиках. На панели С отмечаются зоны субклинического воспаления и нарушения барьерной функции (обозначены звёздочками), которые увеличивают риск раздражения и пролонгированного восстановления после химических пилингов. Панель D отражает участки выраженной васкуляризации (зелёный контур) и микро-геморрагии (чёрные стрелки), являющиеся предикторами неблагоприятной реакции при процедурах, связанных с тепловым воздействием.

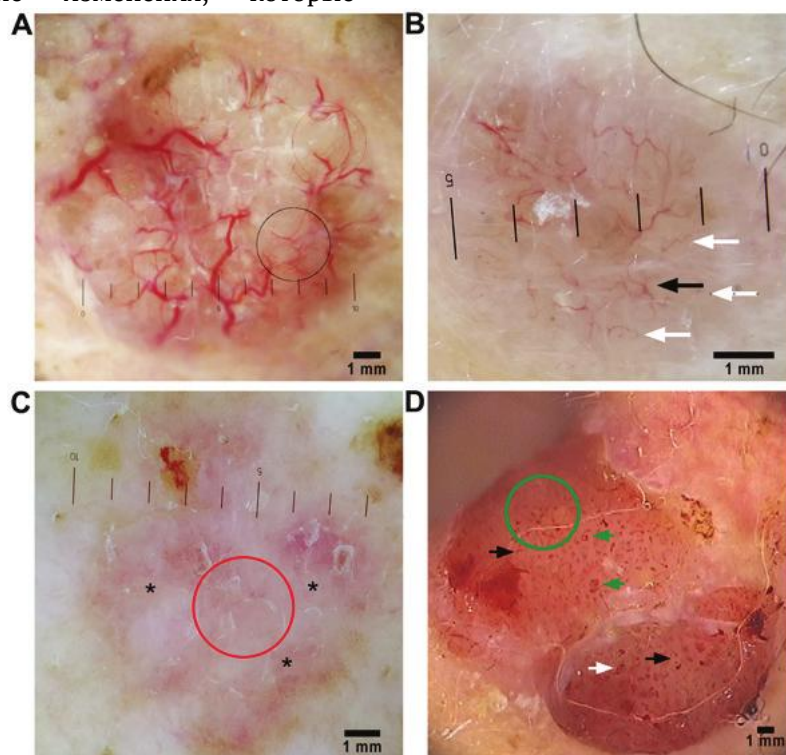


Рис. 2. Дерматоскопические признаки сосудистой реакции кожи различного типа [3]

Ещё одним направлением предиктивной диагностики является анализ факторов свертываемости крови и склонности к образованию гематом. В клинических обзорах указывалось, что повышенная ломкость сосудов, выявляемая тестом на капиллярную резистентность или визуализацией микрососудистой сети, увеличивает вероятность постинъекционных

кровозлияний и длительной отёчности. Эти данные важны при назначении инъекционных методик, включая филлеры и мезотерапию.

Также значимым предиктивным инструментом является оценка уровня себума и pH кожи. По результатам исследований японских и корейских лабораторий, при низком уровне pH (<4.5) увеличивается чувствительность кожи

к кислотным пилингам и возрастает риск нарушений барьерной функции.

Предиктивные методы также используются для оценки противопоказаний к аппаратным методикам омоложения. Например, при проведении процедур радиочастотного лифтинга значимым предиктором осложнений является низкое содержание коллагена, выявляемое ультразвуковой дерматологической визуализацией.

В задачу предиктивной диагностики входят не только выявление рисков осложнений, но и прогноз клинической полезности вмешательства для конкретного пациента. При отсутствии объективной исходной оценки кожа с

минимально выраженными изменениями нередко подвергается агрессивным процедурам, которые мало изменяют внешний вид и приводят лишь к разочарованию пациента. Использование систем количественного анализа кожи (таких, как Antera 3D и VISIA) и валидированных опросников (например, FACE-Q) позволяет ещё на этапе консультации оценить вероятность выраженного эффекта и целесообразность планируемого вмешательства.

Примеры клинических исследований, использующих предиктивные инструменты для оценки эффективности вмешательств представлены в таблице 2.

Таблица 2

Примеры клинических исследований, использующих предиктивные инструменты для оценки эффективности вмешательств (разработка автора на основе [1, 6, 7])

Инструмент предиктивной диагностики	Число участниц и зона	Основной количественный результат
Antera 3D (3D-анализ рельефа и текстуры)	26 женщин 45–70 лет, область глаз	Значимое снижение показателей глубины морщин и шероховатости после применения косметического продукта
Antera 3D + цифровой анализ поверхности	20 женщин с умеренно-тяжёлыми межбровными и латеральными морщинами	Улучшение морщин межбровья и «гусиных лапок» до 4 месяцев после введения ботулинического токсина типа а (OnabotulinumtoxinA*)
Топографический анализ морщин до и после микронидлинг-патча	52 женщины, периорбитальная и носогубная зоны	Снижение глубины морщин и улучшение эластичности без серьёзных нежелательных явлений

На практике комбинация инструментальных данных (Antera 3D, VISIA) и опросников (FACE-Q) позволяет перед вмешательством выделить пациентов, у которых ожидается минимальный визуальный эффект или низкая вероятность удовлетворённости, и предложить им

альтернативные схемы лечения либо отказаться от процедуры.

В таблице 3 представлен пример распределения задач между VISIA и Antera 3D в рамках предиктивной диагностики.

Таблица 3

Пример распределения задач между VISIA и Antera 3D в рамках предиктивной диагностики (разработка автора)

Задача	Преимущественно используемая система	Практическая цель
Базовый скрининг состояния кожи лица	VISIA® (мультиспектральная фотосъёмка)	Быстрая идентификация зон с морщинами, пятнами, эритемой, сравнение с возрастной нормой
Детальная оценка рельефа и объёма	Antera 3D® (3D-профилометрия)	Точное измерение глубины морщин, объёма рубцов, локальных участков гиперпигментации
Мониторинг эффекта курса процедур	Обе системы, с повторной съёмкой	Количественная оценка динамики; выбор продолжительности и интенсивности курса
Подготовка отчёта для пациента и прогноза результата	VISIA® + Antera 3D® + опросники FACE-Q	Совмещение объективных данных и самооценки для выбора оптимального плана лечения

Использование предиктивной диагностики также предполагает документирование информированного согласия с описанием того, какие данные собираются (фотографии, 3D-модели, ответы на опросники), как они будут обрабатываться и храниться. Для систем, использующих облачные сервисы или элементы искусственного интеллекта, необходимо убедиться, что поставщик программного обеспечения обеспечивает шифрование данных и соблюдает требования законодательства о персональных данных. Обзоры по применению ИИ и цифровых технологий в дерматологии указывают, что прозрачность алгоритмов и качество валидации моделей остаются ключевыми условиями их безопасного использования.

Практическая реализация невозможна без обучения персонала. В исследованиях по воспроизводимости Visia и Antera подчёркивается необходимость строгого соблюдения протоколов: одинаковое расстояние и угол съёмки, контроль освещения, время акклиматизации пациента перед измерением. Ошибки на этом этапе приводят к разбросу данных и снижают прогностическую ценность модели, поэтому клинике важно разработать собственные стандартизованные инструкции и периодически проводить внутренний аудит качества.

Наконец, внедрение предиктивной диагностики имеет экономическое измерение. Хотя приобретение аппаратных комплексов и программного обеспечения требует инвестиций, опыт клиник и данные исследований показывают, что точный отбор пациентов и отказ от заведомо неэффективных процедур снижают число жалоб и повторных коррекций, повышают лояльность пациентов и создают основу для долгосрочных программ сопровождения. Комбинация объективных измерений кожи, валидированных опросников и прозрачной коммуникации с пациентом формирует новый стандарт доказательной косметологической практики, в которой каждое вмешательство опирается на прогнозируемый клинический и субъективный результат.

Перспективы развития предиктивной диагностики в косметологии связаны с совершенствованием алгоритмов искусственного интеллекта, что позволит точнее распознавать кожные структуры, прогнозировать реакцию тканей и индивидуализировать выбор методов коррекции. Важным направлением остаётся стандартизация диагностических критериев и протоколов, обеспечивающая сопоставимость

результатов и повышение воспроизводимости измерений.

Расширение клинических баз данных, включающих разнообразные фототипы, возрастные группы и долгосрочные наблюдения, повысит точность стратификации пациентов и прогностических моделей. Интеграция таких данных в медицинские информационные системы станет основой для создания полноценных цифровых профилей и развития персонализированной, научно обоснованной косметологической практики.

Выводы

Таким образом, предиктивная диагностика занимает ключевое место в формировании доказательного и персонализированного подхода к косметологическим вмешательствам. Использование объективных показателей (фототип, TEWL, сосудистые и воспалительные признаки, параметры себума и pH, ультразвуковые характеристики дермы), а также данных систем Antera 3D, VISIA и опросников FACE-Q позволяет существенно повысить качество отбора пациентов, снизить частоту осложнений, отказаться от заведомо малорезультативных процедур и повысить удовлетворённость лечением. Внедрение предиктивной диагностики требует стандартизации протоколов обследования, обучения персонала, надёжной системы защиты медицинских данных и продуманной экономической модели.

Перспективным направлением является интеграция алгоритмов искусственного интеллекта и расширенных клинических баз данных, что создаст основу для формирования цифровых профилей пациента и дальнейшего развития персонализированной, научно обоснованной косметологической практики.

Литература

1. AD: Annals of Dermatology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://anndermatol.org/DOIX.php?id=10.5021/ad.2019.31.3.263>.
2. Complications of Injectable Fillers, Part 2: Vascular Complications / Aesthetic Surgery Journal / Oxford Academic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://academic.oup.com/asj/article-abstract/34/4/584/2801399?redirectedFrom=fulltext&login=false>.
3. Dermoscopic vascular features in BCC. (A) Arborizing vessels,... / Download Scientific Diagram [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.researchgate.net/figure/Dermoscopic-vascular-features-in-BCC-A-Arborizing-vessels-arborizing-microvessels_fig1_331327765.

4. Facial skin mapping: from single point bio-instrumental evaluation to continuous visualization of skin hydration, barrier function, skin surface pH, and sebum in different ethnic skin types [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ics.12562>.

5. Fitzpatrick Skin Type Guide / Tribeca Med-Spa New York [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tribecamedspa.com/fitzpatrick-skin-type-chart/>.

6. New Evaluation Method to Assess the Improvement of Glabellar Line [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.longdom.org/open-access/new-evaluation-method-to-assess-the-improvement-of-glabellar-lines-and-crows-feet-lines-with-onabotulinum-toxin-a-14034.html>.

7. Wrinkle and roughness measurement by the Antera 3D and its application for evaluation of cosmetic products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/srt.12436>.

YAVORSKAYA Oxana

Pharmacist, Cosmetologist, Owner, Luxury Cosmetology Zurich, Switzerland, Zurich

PREDICTIVE DIAGNOSTICS IN COSMETOLOGY: IDENTIFICATION OF CONTRAINDICATIONS AND PREVENTION OF INEFFECTIVE INTERVENTIONS

Abstract. *The article discusses the possibilities of predictive diagnostics in cosmetology as a tool to improve the safety and effectiveness of invasive and hardware interventions. It has been shown that relying only on a subjective assessment and a standard medical history collection does not fully identify hidden contraindications and predict the risk of complications and poor clinical effect. The key elements of the predictive approach are described: the use of the Fitzpatrick classification of skin phototypes, the transepidermal moisture loss index (TEWL), dermatoscopic assessment of vascular and inflammatory changes, analysis of sebum production and skin pH, as well as ultrasound dermatological imaging. Special attention is paid to the use of quantitative skin analysis systems (Antera 3D, VISIA) and FACE-Q questionnaires to predict the clinical effectiveness of procedures and patient satisfaction. It is shown that the integration of predictive diagnostics into the practice of cosmetology clinics contributes to a more informed choice of methods, reducing the incidence of complications and avoiding obviously ineffective interventions, and also creates the basis for the further development of personalized and evidence-based cosmetology.*

Keywords: *predictive diagnostics, cosmetology, skin phototype, transepidermal moisture loss, skin barrier, contraindications, complications, effectiveness of cosmetic interventions, artificial intelligence.*