

УДК 616.314-07

**СЛЮННЫЕ БИОМАРКЕРЫ В ДИАГНОСТИКЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ И КАРИЕСОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ***Тиллахожаева Диёра Отабек қизи**Ассистент кафедры Пропедевтики терапевтической стоматологии Ташкентского государственного медицинского университета, Ташкент, Узбекистан**ORCID:0009-0001-4631-162X*

**Аннотация.** Слюна является высокоинформативной биологической средой, отражающей состояние как местного, так и системного гомеостаза организма, что обусловлено её сложным составом и многофакторным механизмом формирования. Компоненты ротовой жидкости поступают в неё в результате секреции слюнных желёз, транссудации плазменных элементов, а также метаболической активности клеток слизистой оболочки и микроорганизмов полости рта. Благодаря этому слюна способна оперативно реагировать на патологические изменения, возникающие в тканях полости рта, и отражать их на ранних этапах развития.

В последние годы слюнные биомаркеры всё чаще рассматриваются как перспективный инструмент неинвазивной диагностики воспалительных и кариесогенных процессов. Повышенный интерес к данному направлению обусловлен простотой и безопасностью забора слюны, возможностью многократного исследования в динамике, а также отсутствием выраженного дискомфорта для пациента. Эти преимущества особенно важны в профилактической стоматологии, детской практике и при наблюдении пациентов с хроническими заболеваниями.

В обзорной статье систематизированы современные данные о диагностической значимости различных групп слюнных показателей, включая биохимические, иммунологические, ферментативные и микробиологические маркеры, при кариесе зубов и воспалительных заболеваниях тканей пародонта. Рассмотрены механизмы формирования данных показателей, их связь с активностью патологического процесса и клиническими проявлениями заболеваний полости рта. Показано, что изменения состава слюны могут отражать не только наличие патологии, но и её интенсивность, стадию и характер течения.

Особое внимание уделено возможностям использования слюнных биомаркеров для ранней диагностики стоматологических заболеваний, оценки активности воспалительных и кариесогенных процессов, а также для мониторинга эффективности лечебно-профилактических мероприятий. Комплексный анализ показателей ротовой жидкости позволяет объективизировать клиническую оценку состояния полости рта и способствует внедрению персонализированного подхода в терапевтической стоматологии.

**Ключевые слова:** слюна, слюнные биомаркеры, кариес зубов, воспаление, пародонтит, неинвазивная диагностика.

**Annotatsiya.** So'lak organizmning ham mahalliy, ham tizimli gomeostazini aks ettiruvchi yuqori informativ biologik muhit bo'lib, bu uning murakkab tarkibi va ko'p omilli shakllanish mexanizmi bilan izohlanadi. Og'iz suyuqligi komponentlari unga so'lak bezlari sekretsiyasi, plazma elementlarining transsudatsiyasi, shuningdek og'iz bo'shlig'i shilliq qavati hujayralari va mikroorganizmlarining metabolik faolligi natijasida kelib tushadi. Shu sababli so'lak og'iz bo'shlig'i to'qimalarida yuzaga keladigan patologik o'zgarishlarga tezkor javob berish va ularni rivojlanishning erta bosqichlarida aks ettirish qobiliyatiga ega.

So'nggi yillarda so'lak biomarkerlari yallig'lanish va kariyesogen jarayonlarni noinvaziv diagnostika qilishning istiqbolli vositasi sifatida tobora ko'proq ko'rib chiqilmoqda. Ushbu yo'nalishga bo'lgan qiziqish so'lak olishning oddiy va xavfsizligi, uni dinamikada ko'p marotaba tekshirish imkoniyati, shuningdek bemor uchun sezilarli noqulaylikning yo'qligi bilan bog'liq. Mazkur afzalliklar profilaktik stomatologiyada, bolalar amaliyotida hamda surunkali kasalliklarga ega bemorlarni kuzatishda ayniqsa muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur sharh maqolada tish kariyesi va parodontal to'qimalarning yallig'lanish kasalliklarida so'lak ko'rsatkichlarining turli guruhlari, jumladan biokimyoviy, immunologik, fermentativ va mikrobiologik markerlarning diagnostik ahamiyati bo'yicha zamonaviy ma'lumotlar tizimlashtirilgan. Ushbu ko'rsatkichlarning shakllanish mexanizmlari, patologik jarayon faolligi hamda og'iz bo'shlig'i kasalliklarining klinik namoyonlari bilan bog'liqligi ko'rib chiqilgan. So'lak tarkibidagi o'zgarishlar nafaqat patologiyaning mavjudligini, balki uning intensivligi, bosqichi va kechish xususiyatlarini ham aks ettirishi ko'rsatilgan.

Shuningdek, so'lak biomarkerlaridan stomatologik kasalliklarni erta aniqlashda, yallig'lanish va kariyesogen jarayonlar faolligini baholashda hamda davolash-profilaktik choratadbirlar samaradorligini monitoring qilishda foydalanish imkoniyatlariga alohida e'tibor qaratilgan. Og'iz suyuqligi ko'rsatkichlarini kompleks tahlil qilish og'iz bo'shlig'i holatini klinik baholashni ob'ektivlashtiradi va terapevtik stomatologiyada shaxsiylashtirilgan yondashuvni joriy etishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** so'lak, so'lak biomarkerlari, tish kariyesi, yallig'lanish, parodontit, noinvaziv diagnostika.

**Abstract.** Saliva is a highly informative biological fluid that reflects both local and systemic homeostasis of the body, which is обусловлено its complex composition and multifactorial mechanisms of formation. Components of oral fluid originate from salivary gland secretion, transudation of plasma elements, as well as metabolic activity of oral mucosal cells and microorganisms. Due to these properties, saliva is capable of rapidly responding to pathological changes occurring in oral tissues and reflecting them at early stages of development.

In recent years, salivary biomarkers have increasingly been considered a promising tool for the non-invasive diagnosis of inflammatory and cariogenic processes. The growing interest in this field is associated with the simplicity and safety of saliva collection, the possibility of repeated dynamic assessments, and the absence of significant discomfort for the patient. These advantages are particularly important in preventive dentistry, pediatric practice, and in monitoring patients with chronic diseases.

This review summarizes current data on the diagnostic significance of various groups of salivary indicators, including biochemical, immunological, enzymatic, and microbiological markers, in dental caries and inflammatory diseases of periodontal tissues. The mechanisms underlying the formation of these indicators, their relationship with the activity of pathological processes, and clinical manifestations of oral diseases are discussed. It is demonstrated that changes in saliva composition can reflect not only the presence of pathology but also its intensity, stage, and course.

Special attention is given to the potential use of salivary biomarkers for early diagnosis of dental diseases, assessment of inflammatory and cariogenic activity, and monitoring the effectiveness of therapeutic and preventive interventions. Comprehensive analysis of oral fluid parameters allows for objective clinical assessment of oral health status and contributes to the implementation of a personalized approach in therapeutic dentistry.

**Keywords:** saliva, salivary biomarkers, dental caries, inflammation, periodontitis, non-invasive diagnostics.

**Введение.** Современная терапевтическая стоматология в условиях стремительного развития доказательной медицины, цифровых технологий и персонализированного подхода к пациенту ориентирована на максимально раннее выявление патологических процессов в полости рта, а также на внедрение индивидуализированных профилактических и лечебных стратегий. В настоящее время приоритетом клинической практики становится не только лечение уже сформировавшихся заболеваний, но и их предупреждение на доклинических стадиях, что позволяет существенно повысить эффективность стоматологической помощи, снизить риск осложнений и улучшить качество жизни пациентов.

Несмотря на значительный прогресс клинических, инструментальных и лабораторных методов обследования, включая использование цифровой диагностики, рентгенологических технологий и молекулярно-биологических исследований, диагностика начальных стадий кариеса зубов и воспалительных заболеваний тканей пародонта по-прежнему остаётся одной из наиболее актуальных и сложных задач стоматологической практики. Это связано с тем, что ранние стадии данных патологий зачастую протекают латентно, без выраженной симптоматики, либо сопровождаются минимальными и неспецифическими клиническими проявлениями, такими как незначительная деминерализация эмали, кратковременная чувствительность или субклиническое воспаление десневых тканей. Подобные изменения нередко остаются незамеченными при стандартном стоматологическом осмотре и требуют применения более чувствительных диагностических подходов.

Дополнительные трудности диагностики и прогнозирования стоматологических заболеваний обусловлены многофакторной природой кариеса зубов и воспалительных заболеваний тканей пародонта. В основе данных патологических процессов лежат сложные и динамичные взаимодействия между микробным биоплёнком, факторами внешней среды (включая диету, гигиенические привычки и экзогенные воздействия), особенностями врождённого и приобретённого иммунного ответа организма, а также метаболическими процессами, протекающими в тканях полости рта.

Микробный биоплёнок представляет собой высокоорганизованную экосистему, в которой микроорганизмы находятся в состоянии тесного взаимодействия друг с другом и с тканями хозяина. Изменения его количественного и качественного состава могут приводить к смещению баланса в сторону патогенной микрофлоры, что инициирует развитие кариесогенных и воспалительных процессов. При этом значительную роль играют такие факторы, как кислотопродуцирующая и кислотоустойчивая активность микроорганизмов, а также их способность к адгезии и формированию устойчивых биоплёнок.

Индивидуальные различия в реактивности тканей, составе микробиоты полости рта, уровне гигиены, характере питания, а также влияние системных факторов (гормональный статус, сопутствующие заболевания, приём лекарственных препаратов) существенно определяют скорость прогрессирования патологических процессов и особенности их клинического проявления. У одних пациентов патологические изменения могут развиваться стремительно, тогда как у других — длительно оставаться на субклиническом уровне. Это создаёт значительные трудности для своевременной диагностики и требует внедрения более чувствительных и специфичных методов оценки состояния полости рта.

В связи с этим традиционные методы диагностики, основанные преимущественно на визуальной оценке, зондировании и инструментальном обследовании, не всегда позволяют объективно выявить начальные изменения в тканях и адекватно

прогнозировать дальнейшее течение заболевания. Они, как правило, фиксируют уже сформировавшиеся морфологические нарушения, тогда как молекулярные и биохимические изменения остаются вне поля их чувствительности. Это ограничивает возможности раннего вмешательства и профилактики прогрессирования патологических процессов.

В последние годы существенно возрастает интерес к поиску, валидации и внедрению биологических маркеров, способных отражать ранние метаболические, воспалительные и микробиологические изменения, предшествующие развитию клинически выраженной патологии. Биомаркеры рассматриваются как высокочувствительные и специфичные индикаторы патологических процессов, позволяющие выявлять нарушения на молекулярном, клеточном и субклеточном уровнях задолго до появления клинических симптомов.

Особую ценность представляет возможность количественной оценки данных показателей, что обеспечивает объективизацию диагностики и позволяет проводить динамическое наблюдение за состоянием пациента. Использование биомаркеров открывает новые перспективы для ранней диагностики, стратификации пациентов по уровню риска, прогнозирования течения заболеваний и разработки персонализированных лечебно-профилактических программ, учитывающих индивидуальные особенности организма.

Особое внимание в современной стоматологии уделяется слюне как уникальной биологической среде, обладающей высокой диагностической информативностью и доступностью для исследования. Благодаря своей сложной структуре и многофакторному происхождению она рассматривается как перспективный диагностический субстрат [5,9]. Слюна формируется в результате секреции крупных и малых слюнных желёз, трансудации компонентов плазмы крови через слизистую оболочку, а также метаболической активности клеток и микроорганизмов, населяющих полость рта.

Состав слюны чрезвычайно разнообразен и включает широкий спектр органических и неорганических компонентов: белки, ферменты, иммуноглобулины, цитокины, гормоны, электролиты, а также продукты метаболизма микроорганизмов. Каждый из этих компонентов может выполнять диагностическую функцию, отражая определённые аспекты физиологического или патологического состояния организма. Например, изменения уровня цитокинов свидетельствуют о воспалительных процессах, ферментативная активность — о степени тканевого повреждения, а микробиологические показатели — о состоянии микробного баланса полости рта.

Анализ ротовой жидкости позволяет получать объективные и воспроизводимые данные о состоянии тканей полости рта без применения инвазивных методов обследования. Это особенно важно в профилактической стоматологии, где ключевую роль играет раннее выявление патологических изменений, а также в детской практике и при длительном динамическом наблюдении пациентов с хроническими заболеваниями [3, 6].

Важным преимуществом слюны является простота и доступность её получения, отсутствие необходимости в специальной подготовке пациента, а также возможность многократного и безопасного забора биоматериала. Это позволяет проводить мониторинг состояния полости рта в динамике, оценивая изменения показателей в ответ на проводимое лечение или влияние внешних факторов. Кроме того, при соблюдении стандартных условий исследования достигается высокая воспроизводимость результатов, что повышает надёжность диагностических выводов.

Развитие современных аналитических технологий, таких как протеомика, геномика, транскриптомика и метаболомика, значительно расширило возможности изучения состава слюны и выявления новых диагностически значимых маркеров. Использование высокочувствительных методов анализа позволяет идентифицировать даже минимальные изменения в составе ротовой жидкости, что особенно важно для ранней диагностики заболеваний.

Это способствует формированию нового направления в стоматологии — саливарной диагностики, ориентированной на выявление патологических изменений на доклинических стадиях, мониторинг течения заболеваний и оценку эффективности лечебных мероприятий. В перспективе интеграция данных слюнного анализа с цифровыми технологиями и системами искусственного интеллекта может значительно повысить точность диагностики и способствовать развитию персонализированной стоматологической медицины.

Слюнные биомаркеры представляют собой совокупность биохимических, иммунологических, ферментативных и микробиологических показателей, концентрация и функциональная активность которых изменяются в ответ на развитие патологических процессов в полости рта. К числу таких маркеров относятся ферменты (амилаза, лактатдегидрогеназа), медиаторы воспаления (интерлейкины, фактор некроза опухоли), иммуноглобулины, продукты перекисного окисления липидов, а также показатели микробного состава зубного налёта. Изменение их уровня может свидетельствовать о начале деминерализации эмали, активации воспалительного процесса или нарушении микробного баланса.

Формирование данных маркеров обусловлено секрецией крупных и малых слюнных желёз, трансудацией компонентов плазмы крови через слизистую оболочку, а также метаболической активностью микроорганизмов зубного налёта и клеточных элементов тканей пародонта [2]. Существенную роль играют также процессы клеточного обновления, апоптоза и иммунного ответа, сопровождающие развитие патологических изменений. Благодаря такому многообразию источников слюна способна отражать как локальные изменения в тканях полости рта, так и системные нарушения, происходящие в организме, что значительно расширяет её диагностический потенциал.

Таким образом, использование слюнных биомаркеров открывает широкие перспективы для совершенствования ранней диагностики, оценки активности патологических процессов и мониторинга эффективности проводимого лечения. Интеграция данных показателей в клиническую практику способствует переходу к более точной, объективной и персонализированной стоматологической помощи, соответствующей современным требованиям медицины.

Изменения состава ротовой жидкости отражают не только локальные процессы, связанные с кариесом зубов и воспалением тканей пародонта, но и более широкие нарушения регуляторных, иммунных и метаболических механизмов организма [1, 7]. Слюна представляет собой интегративную биологическую среду, в которой находят отражение многочисленные физиологические и патологические процессы, происходящие как в полости рта, так и за её пределами. Это обусловлено тесной взаимосвязью между состоянием органов и систем организма, уровнем иммунной реактивности и составом ротовой жидкости. В связи с этим анализ слюны позволяет выявлять не только стоматологическую патологию, но и косвенно оценивать общее состояние здоровья пациента, включая наличие системных воспалительных или метаболических нарушений. Это существенно расширяет диагностические возможности слюнных исследований и позволяет рассматривать их как важный компонент комплексной оценки стоматологического и общего состояния пациента.

Одним из ключевых диагностических параметров, используемых для оценки индивидуального кариес-риска, является кислотно-щелочное состояние слюны. Поддержание физиологического уровня рН является критически важным условием сохранения минерализационного равновесия твёрдых тканей зубов. Снижение уровня рН и буферной ёмкости ротовой жидкости приводит к формированию кислой среды, создающей благоприятные условия для деминерализации эмали и активации кариесогенной микрофлоры [4, 5]. При этом важную роль играет не только абсолютное значение рН, но и способность слюны нейтрализовать кислоты, образующиеся в результате метаболической активности микроорганизмов. Длительное сохранение данных изменений рассматривается как один из ведущих факторов риска развития и прогрессирования кариозного процесса, особенно при наличии неблагоприятных поведенческих факторов, таких как частое употребление углеводов и недостаточный уровень гигиены полости рта.

Минеральный состав слюны, включающий ионы кальция, фосфатов и фтора, определяет её реминерализационный потенциал и способность противостоять деминерализующему воздействию органических кислот. Данные компоненты участвуют в процессах восстановления кристаллической решётки гидроксиапатита эмали и обеспечивают поддержание структурной целостности твёрдых тканей зубов. Снижение концентрации указанных минералов ассоциируется с повышенной восприимчивостью зубов к кариозному поражению, нарушением процессов реминерализации и снижением эффективности естественных защитных механизмов полости рта [6]. Кроме того, важное значение имеет соотношение кальция и фосфатов, а также наличие фторидов, усиливающих устойчивость эмали к кислотному воздействию. Анализ минерального состава ротовой жидкости позволяет более точно оценивать состояние минерализационного обмена, выявлять группы повышенного риска и прогнозировать вероятность развития кариеса.

Важную роль в диагностике кариесогенных процессов играют микробиологические маркеры, отражающие количественные и качественные изменения микробиоты полости рта. Повышение метаболической активности кариесогенных микроорганизмов зубного налёта сопровождается усиленной продукцией органических кислот, изменением структуры биоплёнки и ускорением процессов деминерализации эмали [10]. При этом происходит смещение микробного баланса в сторону ацидогенных и ацидурических видов, что способствует поддержанию кислой среды и прогрессированию патологического процесса. Эти функциональные изменения находят отражение в биохимических показателях слюны, включая уровень органических кислот, ферментативную активность и продукты метаболизма, и могут использоваться для ранней оценки неблагоприятных сдвигов в микробном равновесии полости рта.

При воспалительных заболеваниях тканей пародонта в слюне отмечается повышение концентрации провоспалительных цитокинов (интерлейкинов, фактора некроза опухоли), иммуноглобулинов и белков острой фазы, что отражает активность воспалительного процесса и степень вовлечения иммунных механизмов [8, 11]. Данные медиаторы играют ключевую роль в регуляции воспалительного ответа, обеспечивая координацию клеточных и гуморальных компонентов иммунной системы. Уровень этих маркеров тесно коррелирует с клинической тяжестью заболевания, глубиной пародонтальных карманов, степенью кровоточивости десны и разрушением альвеолярной кости, что позволяет использовать их для объективной оценки активности патологического процесса и прогнозирования его течения.

Изменение ферментативной активности слюны, в частности повышение уровня протеолитических и лизосомальных ферментов, свидетельствует о деструктивных

изменениях в тканях пародонта и нарушении структуры межклеточного матрикса. К таким ферментам относятся коллагеназы, эластазы и другие протеазы, участвующие в деградации соединительной ткани. Их повышенная активность отражает процессы тканевого разрушения и может служить ранним индикатором прогрессирования заболевания. Эти показатели рассматриваются как чувствительные маркеры воспаления и могут быть использованы не только для оценки тяжести патологического процесса, но и для мониторинга эффективности проводимой терапии, включая противовоспалительное и антимикробное лечение [7, 12].

Дополнительным патогенетическим фактором при воспалительных поражениях полости рта является активация процессов оксидативного стресса, сопровождающаяся снижением антиоксидантного потенциала ротовой жидкости. Избыточное образование активных форм кислорода приводит к повреждению клеточных мембран, белков и нуклеиновых кислот, что усиливает воспалительные изменения и способствует прогрессированию заболевания. Дисбаланс между прооксидантными и антиоксидантными системами нарушает механизмы клеточной защиты и регенерации тканей. Показатели оксидативного стресса, такие как уровень малонового диальдегида и активность антиоксидантных ферментов, коррелируют с выраженностью воспалительных поражений и скоростью прогрессирования заболевания [13], что делает их важными диагностическими и прогностическими маркерами.

Слюнные биомаркеры обладают высокой диагностической и прогностической ценностью, позволяя выявлять патологические изменения на ранних стадиях заболевания, ещё до появления выраженных клинических симптомов. Их использование способствует более точной стратификации пациентов по уровню риска, выделению групп с высокой вероятностью прогрессирования заболеваний, а также оптимизации профилактических мероприятий и индивидуализации лечебных подходов [3, 9]. Внедрение данных методов в клиническую практику позволяет перейти от реактивной модели лечения к проактивной, основанной на раннем выявлении и предупреждении патологических процессов.

Особое значение слюнная диагностика приобретает в детской и гериатрической стоматологии, а также при наблюдении пациентов с сопутствующей соматической патологией, для которых применение инвазивных методов обследования ограничено или нежелательно ввиду возрастных, физиологических и клинических особенностей [6, 11]. У детей раннего и школьного возраста проведение инвазивных диагностических процедур нередко сопровождается выраженным психоэмоциональным напряжением, страхом и снижением комплаентности, что затрудняет регулярный мониторинг стоматологического статуса. В пожилом возрасте, напротив, существенную роль играют возрастные изменения тканей полости рта, снижение регенераторных возможностей, полиморбидность и необходимость приёма большого количества лекарственных препаратов, которые могут влиять на состав и свойства слюны. В этих условиях использование неинвазивных, безопасных и информативных методов диагностики становится особенно актуальным и клинически оправданным.

Таким образом, комплексный анализ слюнных показателей представляет собой перспективное направление современной стоматологии, способствующее повышению точности диагностики, раннему выявлению патологических изменений и внедрению персонализированных подходов к профилактике и лечению заболеваний полости рта.

У пациентов с хроническими соматическими заболеваниями, включая эндокринные, сердечно-сосудистые, онкогематологические и иммунные патологии, применение инвазивных методов обследования нередко сопровождается повышенным риском развития осложнений, таких как инфекционные процессы, нарушение гемостаза,

замедление регенерации тканей и обострение основного заболевания. Кроме того, в ряде клинических ситуаций проведение инвазивных диагностических процедур может быть ограничено или полностью противопоказано по медицинским показаниям, что существенно снижает доступность полноценного обследования данной категории пациентов.

В этих условиях особую значимость приобретает использование альтернативных, неинвазивных методов диагностики, позволяющих получать объективную и клинически значимую информацию без дополнительной нагрузки на организм пациента. Анализ ротовой жидкости представляет собой один из наиболее перспективных подходов, обеспечивающих возможность оценки состояния тканей полости рта, а также выявления системных нарушений за счёт отражения метаболических и иммунологических изменений. Применение данного метода способствует расширению возможностей комплексного клинического наблюдения, повышению безопасности диагностических процедур и снижению риска развития осложнений, особенно у пациентов с отягощённым соматическим статусом.

Возможность многократного, безопасного и технически простого получения слюны делает данный метод особенно перспективным для динамического мониторинга состояния полости рта. В отличие от традиционных методов обследования, требующих специальной подготовки или инвазивного вмешательства, исследование слюны может проводиться многократно в короткие промежутки времени, что позволяет отслеживать динамику патологического процесса с высокой точностью. Это особенно важно при хронических заболеваниях, характеризующихся длительным и волнообразным течением.

Регулярное определение слюнных биомаркеров позволяет выявлять ранние признаки активации патологического процесса, такие как изменение уровня воспалительных медиаторов, ферментативной активности или микробного состава, ещё до появления выраженной клинической симптоматики. В то же время положительная динамика показателей на фоне проводимой терапии может служить объективным критерием её эффективности. Таким образом, использование слюнных маркеров создаёт предпосылки для своевременной коррекции лечебной тактики, индивидуализации терапевтических мероприятий и перехода к персонализированной модели оказания стоматологической помощи.

Следует отметить, что диагностическая ценность слюнных биомаркеров определяется не только возможностью их количественного определения, но и их функциональной значимостью в патогенезе заболеваний. Изменения концентрации биохимических, иммунологических и микробиологических показателей отражают сложные процессы взаимодействия между микроорганизмами, тканями полости рта и иммунной системой организма. Это позволяет рассматривать слюну как динамическую диагностическую среду, чувствительную к минимальным изменениям гомеостаза.

Несмотря на значительный потенциал слюнной диагностики, её широкое внедрение в клиническую практику требует решения ряда методологических и организационных задач. В первую очередь необходимо обеспечить стандартизацию процедур забора слюны, включая условия её получения (время суток, стимуляция, состояние пациента), что позволит минимизировать вариабельность результатов. Не менее важным является соблюдение условий хранения и транспортировки образцов, поскольку многие биомаркеры чувствительны к физико-химическим воздействиям и могут изменять свои свойства при несоблюдении протоколов.

Кроме того, одной из ключевых нерешённых задач современной слюнной диагностики остаётся унификация диагностических критериев и разработка

стандартизированных референсных значений для различных групп пациентов с учётом возраста, пола, физиологического состояния, сопутствующей соматической патологии и индивидуальных особенностей организма. В настоящее время вариабельность показателей ротовой жидкости, обусловленная как биологическими, так и методическими факторами, существенно ограничивает сопоставимость результатов различных исследований и затрудняет их интерпретацию в клинической практике.

В связи с этим особую актуальность приобретает создание единых протоколов оценки слюнных биомаркеров, включающих стандартизацию условий забора, хранения и анализа биоматериала, а также разработку нормативных диапазонов значений для различных категорий пациентов. Учет циркадных ритмов, характера питания, уровня гидратации и медикаментозного воздействия также является важным аспектом при интерпретации результатов слюнных исследований.

В данном контексте перспективным направлением является формирование комплексных диагностических панелей, объединяющих биохимические, иммунологические, ферментативные и микробиологические показатели. Такой мультидисциплинарный подход позволяет учитывать различные звенья патогенеза стоматологических заболеваний и обеспечивает более полное и объективное представление о состоянии тканей полости рта. Использование мультифакторного анализа, основанного на одновременной оценке нескольких показателей, существенно повышает диагностическую чувствительность и специфичность, снижает вероятность ложноположительных и ложноотрицательных результатов, а также улучшает воспроизводимость получаемых данных [10, 13].

Дополнительные возможности для совершенствования слюнной диагностики открывает её интеграция с современными цифровыми технологиями. В частности, применение автоматизированных систем обработки данных позволяет существенно ускорить анализ больших массивов информации и минимизировать влияние человеческого фактора. Использование алгоритмов машинного обучения и методов искусственного интеллекта способствует выявлению скрытых закономерностей и взаимосвязей между различными биомаркерами, которые могут оставаться недоступными при традиционном статистическом анализе.

На основе таких подходов становится возможным создание прогностических моделей, позволяющих не только оценивать текущее состояние пациента, но и прогнозировать вероятность развития или прогрессирования стоматологических заболеваний. Это открывает перспективы для перехода к превентивной медицине, ориентированной на раннее выявление рисков и предупреждение патологических процессов.

Кроме того, интеграция слюнной диагностики с цифровыми платформами и системами электронного здравоохранения позволяет формировать индивидуальные профили пациентов, включающие динамику биомаркеров, клинические данные и анамнестическую информацию. Это обеспечивает более точную интерпретацию результатов, повышает качество клинических решений и способствует реализации персонализированного подхода в стоматологии.

Таким образом, сочетание стандартизации методологических подходов, разработки комплексных диагностических панелей и внедрения цифровых технологий создаёт основу для дальнейшего развития слюнной диагностики как высокоэффективного инструмента современной клинической практики.

**Заключение.** Анализ современных литературных источников убедительно демонстрирует, что слюнные биомаркеры обладают высокой диагностической и прогностической значимостью при кариесогенных и воспалительных процессах в

полости рта. Многообразие биохимических, иммунологических, ферментативных и микробиологических компонентов ротовой жидкости позволяет рассматривать слюну как интегральную биологическую среду, отражающую состояние местного гомеостаза, интенсивность патологических процессов и особенности их течения.

Изменения состава и функциональных свойств слюны могут выявляться на ранних этапах заболевания, зачастую предшествуя появлению клинически выраженных симптомов. Это делает слюнную диагностику ценным инструментом для раннего выявления патологий, оценки риска их развития и предупреждения прогрессирования.

Комплексная оценка показателей ротовой жидкости предоставляет возможность объективно характеризовать стоматологическое здоровье пациента, выявлять индивидуальные особенности течения кариесогенных и воспалительных процессов, а также прогнозировать их дальнейшее развитие. Применение слюнных биомаркеров способствует более точной стратификации пациентов по уровню риска, что имеет принципиальное значение для разработки эффективных профилактических программ и выбора оптимальной тактики лечения.

Особое значение слюнная диагностика приобретает в условиях необходимости минимизации инвазивных вмешательств. Это особенно актуально в детской стоматологии, где важным фактором является снижение психоэмоциональной нагрузки, а также в гериатрической практике, где необходимо учитывать возрастные изменения и полиморбидность. У пациентов с сопутствующей соматической патологией данный метод позволяет безопасно осуществлять мониторинг состояния без риска ухудшения общего состояния.

Простота, безопасность и возможность многократного исследования ротовой жидкости делают слюнную диагностику удобным и эффективным инструментом для длительного наблюдения пациентов, оценки активности патологических процессов и контроля эффективности проводимого лечения.

Таким образом, использование слюнных биомаркеров представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития неинвазивной диагностики и важный компонент современной терапевтической стоматологии. Дальнейшие научные исследования, направленные на стандартизацию методологических подходов, разработку диагностических панелей и внедрение инновационных технологий анализа, будут способствовать расширению клинического применения слюнной диагностики и повышению эффективности профилактики и лечения стоматологических заболеваний.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский Е.В. Терапевтическая стоматология. — М.: Медицина, 2018. — 512 с.
2. Грудянов А.И., Дмитриева Л.А. Биохимия слюны в норме и патологии. — М.: Практическая медицина, 2015. — 256 с.
3. Иванов А.С. Слюна как диагностическая среда в стоматологии. — М.: МИА, 2017. — 192 с.
4. Киселёва Т.А. Современные методы профилактики кариеса. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. — 224 с.
5. Леонтьев В.К. Патогенез и профилактика кариеса зубов. — М.: Медицина, 2016. — 288 с.
6. Kämpfer A.A.M., Zero D.T. Erythritol and dental caries prevention // *Caries Research*. — 2019. — Vol. 53. — P. 1–10.
7. Mäkinen K.K. Sugar alcohols, caries incidence, and remineralization // *International Dental Journal*. — 2018. — Vol. 68. — P. 1–9.
8. Runnel R., Mäkinen K.K. Effect of erythritol on dental biofilm // *Caries Research*. — 2017. — Vol. 51. — P. 257–264.

9. Salli K., Söderling E. Erythritol inhibits oral biofilm formation // *European Journal of Oral Sciences*. — 2020. — Vol. 128. — P. 1–8.
10. Zero D.T. Sugars, sugar substitutes and caries prevention // *Dental Clinics of North America*. — 2017. — Vol. 61. — P. 289–301.
11. Giannobile W.V. Salivary diagnostics for periodontal disease // *Journal of Periodontology*. — 2012. — Vol. 83. — P. 6–11.
12. Lamster I.B., Ahlo J.K. Analysis of gingival crevicular fluid as applied to diagnosis of oral and systemic diseases // *Annals of the New York Academy of Sciences*. — 2007. — Vol. 1098. — P. 216–229.
13. Scully C., Porter S. Oral mucosal disease: inflammatory mechanisms // *Oral Diseases*. — 2008. — Vol. 14. — P. 221–229.