**Процедура отбеливания: общий обзор**

**Актуальность**

В настоящее время большая часть населения все чаще интересуется эстетикой зубов. Процедуры отбеливания зубов являются консервативным методом улучшения внешнего вида зубов. Они могут проводиться как самостоятельно, так и в качестве дополнения к другим реставрационным процедурам. Отбеливание зубов – это общий термин для обозначения процесса, в результате которого материал становится похожим по цвету на предпочтительный или стандартный белый независимо от используемых средств. Отбеливание зубов было определено как химически индуцированное отбеливание, обусловленное в первую очередь воздействием перекиси карбамида, которая выделяет около трети своего содержания в виде перекиси водорода [1\*]. По мере того как население в целом становится более осведомленным о стоматологической эстетике, это может сопровождаться ростом спроса на эстетические процедуры, а также повышением ожиданий от результатов проведенных манипуляций. Поэтому для стоматологов важно понимать научную основу процедур отбеливания зубов, их конкретные показания, показатели успеха, частоту возврата, потенциальные побочные эффекты и ограничения.

**Цель**

Целью данной статьи является предоставление краткого обзора доступной литературы по процедурам отбеливания зубов, их конкретным показаниям, ограничениям, а также побочным эффектам.

**Классификация окрашивания зубов**

Окрашивание зубов обычно классифицируется как внешнее и внутреннее. Экстернальное окрашивание имеет внешнее происхождение и часто носит поверхностный характер (Таблица 1).

Таблица 1. Таблица с описанием экстернальных и интранальных причин окрашивания зубов

|  |  |
| --- | --- |
| **Внешнее окрашивание** | **Внутреннее окрашивание** |
| Употребление некоторых продуктов питания, напитков, таких как кофе и красное вино, или табачных изделий. | Кровоизлияние в пульпу, которое приводит к попаданию крови в дентинные канальцы. Затем кровь разлагается, что приводит к отложению хромогенных продуктов распада крови, таких как гемосидерин и гемин. |
| Неправильная гигиена полости рта также может привести к внешнему окрашиванию | Системное использование антибиотиков тетрациклинового ряда. |
|  | Некроз пульпы  Кальцификация пульпы за счет облитерации дентинных канальцев и образования третичного дентина. Триггерами кальцификации являются абразия, эрозия или ятрогенные раздражения. |
|  |  |

Ятрогенное обесцвечивание может возникнуть в результате стоматологического лечения, такого как экстирпация пульпы, вызывающая кровоизлияние в дентин; оставшиеся ткани пульпы при обработке корневых каналов; средства для промывки корневых каналов или пломбировочные материалы. Сочетание ирригантов, содержащих гипохлорит натрия и хлоргексидин, может привести к образованию красновато-коричневого осадка. Некоторые эндодонтические материалы, содержащие тетрациклин, такие как Ledermix, Endofill, Zinc Oxide Eugenol, Tubuliseal, Gutta Percha, Grey Mineral Trioxide Aggregate, могут привести к внутреннему обесцвечиванию [1-11\*].

**Процедуры отбеливания зубов**

**Профилактика зубов**

Профессиональные гигиенические процедуры и полировка проводятся для устранения внешних пятен с помощью абразивной пасты и резиновой чашечки на медленных оборотах угловым наконечником. Внешние пятна могут влиять на оценку цвета зубов, и как отмечалось, проведение стоматологической профилактики положительно влияет на восприятие пациентами белизны своих зубов [12\*].

**Микроабразия**

Микроабразия – это безопасная, консервативная и атравматичная эстетическая процедура для устранения поверхностных пятен или дефектов эмали [13\*]. Показаниями к микроабразии являются внутреннее обесцвечивание или изменение текстуры, ограниченное внешним слоем эмали вследствие гипоплазии эмали, несовершенного амелогенеза или флюороза [14\*]. Микроабразия была впервые представлена Кролл и соавторы в 1986 году [15\*]. Эта техника удаляет поверхностный слой эмали за счет комбинированного эрозионного и абразивного воздействия геля, содержащего как кислоту, так и абразивные частицы. Гель наносится механически с помощью низкоскоростного микромотора [16\*]. Рекомендуемая концентрация кислоты менялась с течением времени: ранние составы содержали до 36% соляной кислоты [17\*]. Кролл рекомендовал использовать 18% соляную кислоту с абразивами в водорастворимой смеси в совокупности с низкооборотным наконечником [16\*].

Некоторые из коммерчески доступных продуктов включают Prema Compound (Premier Dental company, Philadelphia, PA, USA), который состоит из 10% соляной кислоты и абразивных частиц карбида кремния, Opalustre (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA), который содержит 6,6% соляной кислоты и абразивные частицы карбида кремния.

Поскольку поражения, успешно устраняемые с помощью микроабразии, должны ограничиваться эмалью, для исследования пятна на эмали можно использовать прибор для трансиллюминации, поместив источник света на язычную или палатальную сторону зуба. Более темный цвет указывает на более глубокое окрашивание [18\*]. Клинический осмотр поражения в сухих и влажных условиях также может помочь в определении идеальных кандидатов для проведения процедуры. Поражение, которое остается видимым на влажном зубе, скорее всего, глубже, чем то, которое исчезает. Это объясняется тем, что разница в показателях преломления между воздухом и эмалью больше, чем между водой и эмалью [14\*].

Микроабразия эмали может привести к потере 25um-200um эмали, что является клинически приемлемым [14\*]. После микроабразии рекомендуется фтортерапия, чтобы способствовать реминерализации [13,18\*]. Микроабразия эмали может быть дополнена отбеливанием, поскольку микроабразивные зубы могут приобрести желтоватый оттенок из-за более тонкого слоя эмали, обнажающего больше дентина. Отбеливание также может помочь уменьшить контраст между остатками белых пятен и зубом [19,20,21\*].

**Безрецептурные средства**

Существует несколько безрецептурных средств для отбеливания зубов, которые пациенты могут приобрести и применять самостоятельно. Процентное содержание отбеливающего вещества в продукте определяет, может ли он быть доступен без рецепта. Допустимая концентрация варьируется в разных юрисдикциях и регулируется соответствующими органами. Безрецептурные средства для отбеливания зубов выпускаются в следующих формах: зубные пасты, ополаскиватели для полости рта, внутриротовые полоски, лаки, гели и зубные щетки.

Исторически сложилось так, что наиболее эффективным компонентом отбеливающих зубных паст являются абразивные вещества. Они действуют путем устранения и предотвращения образования внешних пятен [22,23\*].

Из-за потенциального воздействия абразивов на зубы существуют нормы по максимально допустимому содержанию абразивов, что ограничивает степень отбеливания, которая может быть достигнута при использовании этих средств [24\*]. Отбеливающие зубные пасты также могут содержать низкую концентрацию перекиси карбамида или перекиси водорода, эффект которых ограничивается не только низкой концентрацией, но и ограниченным временем контакта с зубами во время чистки [25\*]. Сочетание отбеливания с одновременным использованием отбеливающих зубных паст, а также их дальнейшее применение после отбеливания, по-видимому, способствует процессу отбеливания [26\*]. В состав отбеливающих зубных паст также был включен пигмент – голубой коварин. Теоретически это создает оптическую иллюзию отбеливания за счет нанесения синего пигмента на эмаль. Зубные пасты, содержащие коварин, оказались столь же эффективными, как и обычные отбеливающие и неотбеливающие зубные пасты [27\*].

Отбеливающие полоскания для рта содержат низкую концентрацию перекиси водорода (1,5%) и, как правило, неэффективны для улучшения цвета зубов даже после 30 дней применения [28\*].

Отбеливающие полоски обычно содержат 5-14 % перекиси водорода. Они наносятся на зубы с помощью адгезивного вещества, которое медленно высвобождает активные отбеливающие вещества в течение 6-10 минут [29\*].

Систематический обзор безрецептурных отбеливающих средств включил в себя анализ 24 статей, из которых следует вывод, что среди доступных безрецептурных средств зубные пасты эффективно влияют на изменение цвета зубов, но не так эффективны, как отбеливающие полоски. Фактически, отбеливающие полоски были признаны наиболее эффективными безрецептурными отбеливающими средствами [30\*].

**Процедуры отбеливания**

**«Природа» химического отбеливания**

Для отбеливания зубов обычно используются перекись водорода и перекись карбамида в различных концентрациях. Перекись карбамида – это стабильное химическое вещество, которое реагирует с водой, выделяя свои активные компоненты (перекись водорода и мочевину), в то время как перекись водорода – это нестабильное химическое вещество, которое разлагается на воду и реактивные свободные радикалы кислорода [31\*]. Отбеливающие средства могут содержать перекись водорода в качестве активного агента, глицерин в качестве носителя, карбопол в качестве загустителя и ряд ароматизаторов [32,33\*]. Хромофоры/цветообразующие агенты представляют собой органические соединения с длинными сопряженными цепочками чередующихся одинарных или двойных связей, или металлосодержащие органические соединения, причем последние труднее поддаются отбеливанию. Отбеливание происходит за счет разрушения одной или нескольких двойных связей в сопряженной цепи, часто в результате окислительного процесса [34\*]. Было доказано, что перекись способна диффундировать через эмаль в эмалево-дентинное соединение и дентин. Некоторые данные свидетельствуют о том, что низкие уровни перекиси достигают пульпарной камеры после 15-30 минут воздействия. Клинические последствия этого, однако, представляются незначительными [35,40\*].

**Кабинетное отбеливание**

Отбеливание в кабинете проводится под непосредственным наблюдением стоматолога. Обычно оно включает в себя применение высокой концентрации перекиси водорода (35-40%) в течение 15-20 минут на протяжении 45-60-минутного клинического сеанса. Эту процедуру можно повторять несколько раз, пока не будет достигнут желаемый эффект отбеливания. Необходимо избегать контакта отбеливающего агента с мягкими тканями, так как он может быть едким [41\*]. Отбеливание в кабинете часто приводит к более быстрому эффекту отбеливания из-за высокой концентрации применяемого отбеливателя. Одна неделя домашнего отбеливания с использованием 10-16% геля перекиси карбамида обычно приводит к изменению на 2-4 единицы оттенка [42-46\*], в то время как аналогичное изменение отмечается после одного сеанса отбеливания в кабинете с использованием 35% перекиси водорода [42,45,47,48\*].

Хотя домашнее отбеливание может занять больше времени для достижения желаемой белизны, и кабинетное, и домашнее отбеливание являются одинаково эффективными отбеливающими средствами [49\*].

Некоторые системы отбеливания в кабинете продаются вместе с активирующим источником света, который якобы усиливает эффект отбеливания. Теоретически источник света выделяет тепло, которое, в свою очередь, ускоряет каталитический распад отбеливающего агента с образованием свободных радикалов кислорода. Различные источники света включают в себя светоизлучающие диоды (LED), лазеры, плазменно-дуговые и галогенные лампы. Был проведен систематический обзор и метаанализ, чтобы установить, есть ли различия в эффективности отбеливания и чувствительности зубов при использовании протоколов отбеливания с применением света и без него с низкой и высокой концентрацией перекиси водорода. Было установлено, что свет не увеличивает изменение цвета в дельта Е или Shade Guide Units. Также не было выявлено разницы в чувствительности зубов между двумя группами, хотя в исследовании отмечалась высокая неоднородность данных [50\*].

**Отбеливание в домашних условиях**

Ночное витальное отбеливание проводится не под прямым контролем стоматолога, но в домашних условиях самим пациентом. Это широко распространенная техника. Данная процедура подразумевает применение низкой концентрации отбеливающих агентов (10-20% перекиси карбамида, что эквивалентно 3,5-6,5% перекиси водорода), загруженных в индивидуальные отбеливающие каппы. Эти каппы часто одевают на ночь или на 3-4 часа в день в течение 2-6 недель [51\*]. Важно обеспечить достаточное время воздействия перекиси карбамида, так как только 50 % ее распадается на активные компоненты за 2 часа [52,53\*] (Рисунок 1). К преимуществам домашней методики относятся сокращение времени пребывания в кресле, меньшее количество побочных эффектов и низкая сопутствующая стоимость. Недостатки этой методики в основном связаны с высокой зависимостью от соблюдения пациентом правил [54\*].

Рисунок 1. Изображение обесцвеченного верхнечелюстного зубного ряда после домашнего отбеливания 10% перекисью карбамида в течение 6 месяцев и необработанный нижнечелюстной зубной ряд в качестве эталона

Хотя рекомендовалось использовать каппы для отбеливания, было обнаружено, что наличие капп не влияет на изменение цвета, чувствительность зубов и раздражение десен при домашнем отбеливании под наблюдением стоматолога с использованием 10% перекиси карбамида [55\*]. Домашнее отбеливание с помощью элайнеров можно проводить и во время ортодонтического лечения, используя в качестве индивидуальных отбеливающих капп либо выравниватели Invisalign, либо элайнеры Vivera [56\*].

**Невитальное отбеливание**

Данная процедура показана для внутренне обесцвеченных зубов, подвергшихся эндодонтическому лечению. Впервые отбеливание невитальных зубов было упомянуто Гарретсоном в 1895 году с использованием хлора [57\*]. В 1951 году для отбеливания невитальных зубов была использована перекись водорода [58\*]. В настоящее время для отбеливания невитальных зубов можно использовать как перекись карбамида, так и перборат натрия (в смеси с дистиллированной водой или перекисью водорода). Хотя перекись водорода является эффективным отбеливающим средством, высокие концентрации, превышающие 30%, следует использовать с осторожностью [59\*]. Перборат натрия выпускается в форме моногидрата, тригидрата или тетрагидрата, и его отбеливающий эффект не снижается, если смешать его с дистиллированной водой вместо перекиси водорода [60,61\*].

Зубы, показанные для невитального отбеливания, должны быть бессимптомными с качественным корневым пломбированием. Перед подготовкой полости доступа необходима изоляция коффердамом. Подготовка полости доступа должна быть направлена на устранение остатков реставрационных материалов корневого пломбировочного материала и некротических тканей пульпы. Важно убедиться, что вся оставшаяся ткань пульпы удалена из корональной пульпарной камеры, так как остатки пульпарной ткани в пульпарной камере в более резцовой области зуба будут вызывать потемнение зуба. Затем следует уменьшить корневую пломбу на 1-2 мм апикально от цементно-эмалевой границы, что можно сделать с помощью бора Gates Glidden. Чистая полость создает условия для оптимального проникновения отбеливающего агента [62\*].

Очень важно обеспечить корональную пломбу после укорачивания корневой пломбы на 1-2 мм апикальнее цементно-эмалевого соединения. Это необходимо для предотвращения глубокого проникновения отбеливающих агентов [63\*]. Было доказано, что 2-миллиметровый слой стеклоиономерного цемента эффективно предотвращает проникновение 30 % перекиси водорода в корневой канал, поэтому его можно оставить на месте после отбеливания и использовать в качестве основы для окончательной реставрации. Корональное расширение полости должно находиться на уровне эмалево-цементной границы, чтобы предотвратить утечку отбеливающего агента в периодонт [64\*]. Корональная полость также должна повторять естественные анатомические контуры полости зуба [65\*]. После создания соответствующей корональной полости отбеливающий агент может быть подан одним из следующих способов: техника "шагающего" отбеливания, техника отбеливания изнутри наружу или отбеливание в кабинете. Чтобы избежать открытия доступа к корневому каналу, можно также проводить отбеливание в однозубной ложке.

Техника "шагающего" отбеливания была впервые описана Спассером в 1961 году, когда перборат натрия смешивался с водой в пасту и затем вводился в полость доступа [66\*]. Наттинг и По модифицировали этот метод, смешав перборат натрия с перекисью водорода [67\*], при этом не было отмечено превосходства одной методики над другой [60,61\*]. Смешивание пербората натрия с перекисью карбамида показало улучшение in vitro независимо от концентрации используемой перекиси карбамида [68\*]. После введения отбеливающего агента в зуб полость доступа снаружи пломбируется временным пломбировочным материалом, таким как Cavit, модифицированный смолой стеклоиономер или композитная смола. Через несколько (2-3) дней оценивается результат отбеливания, и при необходимости отбеливающий гель можно обновить. Как только желаемый результат отбеливания достигнут или немного превышен, при окончательном восстановлении полости доступа можно применить гидроксид кальция для уменьшения кислородного ингибирования полимеризации композитной смолы [69\*].

Техника отбеливания изнутри наружу была впервые описана Сетембринни и соавторами в 1997 году [70\*], а затем модифицирована Лейбенбергом в 1997 году [71\*]. Эта методика подразумевает нанесение отбеливающего вещества как на внутреннюю, так и на внешнюю поверхность зуба, при этом полость доступа остается открытой на протяжении всего процесса лечения. Изготавливается вакуумная накладка с резервуарами на лицевой и язычной сторонах зубов, подлежащих отбеливанию. С помощью шприца пациент заполняет полость доступа и соответствующие участки на накладке 10% перекисью карбамида. Накладку следует надевать на ночь, а пациент должен регулярно очищать полость доступа. Изменение цвета следует контролировать каждые 2-3 дня, пока не будет достигнут желаемый цвет. Затем полость доступа следует очистить и временно восстановить стеклоиономерным материалом. Окончательная реставрация из композитной смолы может быть установлена через 7-10 дней. Одним из преимуществ этой методики является возможность использования низких концентраций отбеливающего агента [72\*]. Эта техника может быть полезной, если одновременно отбеливаются другие витальные зубы [73\*]. Техника отбеливания "изнутри наружу" изначально продемонстрировала больший успех по сравнению с отбеливанием "шагающим". Однако через 6 месяцев после регидратации зуба результаты лечения становятся сопоставимыми [74\*]. К недостаткам этой методики относится возможность бактериальной контаминации корневого канала, поскольку полость доступа остается открытой, а также сильная зависимость от соблюдения пациентом правил.

Для отбеливания в кабинете используется 30 % перекись водорода, которая наносится на зуб, а также в полость зуба. После 15-20-минутного применения отбеливающий гель смывается и при необходимости наносится повторно. Последующее закрытие полости доступа должно быть проведено на более позднем приеме, так как в полости доступа неизбежно останутся остатки перекиси водорода. Этот процесс с использованием перекиси водорода в таких высоких концентрациях (35-40%) был связан с резорбцией корней и больше не рекомендуется [72\*].

Отбеливание одного зуба в элайнере подразумевает использование перекиси карбамида низкой концентрации через индивидуальный отбеливающий элайнер, при этом отбеливающий гель наносится исключительно на отбеливаемый зуб.

**Отбеливание зубов, окрашенных тетрациклином**

Исторически тетрациклины широко использовались в качестве антибиотиков широкого спектра действия до 1958 года, когда появились сообщения об их неблагоприятном воздействии на зубы [75\*]. Тетрациклины, назначаемые в период развития зубов, могут нарушить формирование эмали и привести к обесцвечиванию дентина. Прием тетрациклинов во время беременности и/или в возрасте 1-3 лет может привести к отложению флуорофора тетрациклина в коллагеновых и минеральных компонентах дентина. Тяжесть окрашивания зависит от типа тетрациклина, дозы и продолжительности воздействия. Тетрациклиновые окрашивания бывают одноцветными или многоцветными. При одноцветном окрашивании зубы равномерно окрашены в один сплошной цвет, в то время как при многоцветном окрашивании зубы имеют полосы обесцвечивания с самым темным коричневым цветом обычно в шейной зоне. Это может быть связано с более тонкой эмалью в шейной зоне. Многоцветное окрашивание труднее поддается коррекции по сравнению с одноцветным [76\*]. До того, как в стоматологии появилось домашнее отбеливание с помощью капп, рекомендованным методом лечения зубов с тетрациклиновыми пятнами было элективное эндодонтическое лечение и отбеливание с помощью порошка пербората натрия и 30% перекиси водорода методом «шагового» отбеливания [77,78\*].

Для зубов с тетрациклиновыми пятнами рекомендуется долгосрочное отбеливание с помощью 10% перекиси карбамида.

Было показано, что более 55% максимального осветления, которое произошло за 6 месяцев, приходится на первый месяц отбеливания с некоторым рецидивом, возникающим на 3-й месяц после отбеливания. Для удовлетворительного отбеливания шейки зуба может потребоваться более 6 месяцев [79\*]. Хейвуд и соавторы обнаружили, что эффект отбеливания зубов сохранялся до 90 месяцев, когда 10% перекись карбамида использовалась для отбеливания в каппах в течение 6 месяцев [80,81\*]. Рандомизированное клиническое исследование показало, что 3-месячный режим использования полосок с 6% перекисью водорода или системы лотков с 15% перекисью карбамида был эффективен для отбеливания зубов с тетрациклиновыми пятнами [82\*].

**Факторы, влияющие на скорость отбеливания зубов**

Факторами, которые могут повлиять на скорость отбеливания зубов, являются концентрация отбеливающего агента, время экспозиции и тип внутреннего пятна. Эффективность отбеливания зубов с помощью перекиси водорода или перекиси карбамида возрастает с увеличением концентрации отбеливающего агента, а также времени экспозиции [83-86\*]. Что касается типа окрашивания, то сильное тетрациклиновое окрашивание медленнее реагирует на химическое отбеливание [87\*]. Чем темнее исходный цвет зубов, тем дольше длится процесс отбеливания [88\*]. Серое или синее окрашивание менее поддается отбеливанию, чем желтое [89,90\*].

**Клиническое измерение отбеливания зубов**

Оно может проведено одним из нижеперечисленных методов.

Сравнение с ориентированным на индивидуально-оценочные показатели. Это субъективный метод, на который могут влиять условия освещения, опыт, возраст, усталость глаз, макияж, декор помещения и дальтонизм [91,93\*].

Колориметры являются более объективными инструментами для оценки цвета. Цвет выражается в терминах цветового пространства CIEL\*a\*b\*. L оценивается в диапазоне от 0 до 100, при этом идеальный черный цвет будет иметь L, равный 0. Использование специального позиционирующего приспособления позволяет проводить повторяющиеся измерения, которые стандартизированы [94\*].

Также могут использоваться системы цифровой визуализации и анализа на основе бесконтактных камер. Изображения обычно делаются при контролируемом освещении цифровой камерой с подходящими калибровочными плитками, а затем с помощью компьютерного программного обеспечения генерируются значения L\* a\* b\* [95\*].

**Влияние диеты на отбеливание**

Употребление чая, кофе и красного вина может привести к изменению цвета зубов [96-98\*]. Стоматологи обычно советуют пациентам воздерживаться от курения и/или употребления чая, кофе и красного вина во время процедуры отбеливания зубов. Для описания этой рекомендуемой диеты был использован термин "белая диета" [99\*]. Употребление кофе после процедуры может негативно сказаться на стойкости отбеливания зубов [100\*], поэтому любителям чая и кофе может быть полезен специальный режим ухода после процедуры [101\*]. Однако несоблюдение белой диеты, похоже, не влияет на эффективность отбеливания зубов. Поэтому строгое соблюдение белой диеты во время отбеливания зубов не является обязательным, но после процедуры отбеливания следует соблюдать осторожность, так как это может повлиять на скорость установления цвета [99\*].

**Влияние отбеливания на адгезивные материалы**

Отбеливание оказывает пагубное влияние на прочность соединения материалов на основе композитных цементов [102-104]. Это объясняется реактивными формами кислорода, которые высвобождаются под действием отбеливающего агента и затем накапливаются на поверхности зуба. Затем этот кислород вступает в реакцию с формирующимися полимерными цепями в стоматологических адгезивах, тем самым прекращая удлинение полимерной цепи и снижая степень конверсии адгезива и композита [105\*]. Поэтому рекомендуется отложить адгезивные стоматологические процедуры на 1-3 недели после отбеливания [106\*]. Рекомендуется наносить на отбеленную структуру зуба различные антиоксиданты, такие как аскорбат натрия и проантоцианидин. Использование аскорбата натрия в течение 10 минут оказалось эффективным для восстановления сниженной прочности связи [107-112\*].

**Влияние отбеливания на реставрационные материалы**

Реставрационные материалы, как и зубы, могут впитывать пятна из пищи. Обесцвечивание композитных цементов может происходить на трех уровнях: поверхностном, подповерхностном и внутреннем. Скопившаяся пища, напитки и зубной налет способствуют поверхностному окрашиванию. Подповерхностное окрашивание возникает, когда поверхностные пятна проникают в поверхностные слои цемента, где пигменты прикрепляются к композиту и вступают с ним в химическую реакцию. Внутреннее окрашивание происходит из-за физико-химических реакций, происходящих в глубине композита. Исследование in vitro показало, что 15%-ный отбеливатель на основе перекиси карбамида был эффективен для возвращения композиту, окрашенному вином и кофе, исходного цвета. Исследователи предположили, что отбеливающие системы на основе перекиси могут быть более эффективными благодаря их способности проникать в композит и расщеплять двойные связи хромогенов [113\*].

Поэтому пациенты должны быть предупреждены о том, что после отбеливания может возникнуть несоответствие между композитными реставрациями из цемента и естественным зубом. Некоторые лабораторные исследования показали, что отбеливание композитных цементов с использованием как перекиси карбамида, так и перекиси водорода может увеличить шероховатость поверхности, а также образование стрептококковой биопленки. Клинические последствия этого неясны. Данные о влиянии отбеливания на микротвердость композита противоречивы: в одних исследованиях выявлено размягчение цементного композита [114,115\*], в других – отсутствие значительных изменений твердости [116,117\*]. Часть исследований продемонстрировали увеличение поверхностной твердости [118,119\*].

В исследовании Туркера и Бискина, посвященном стоматологической керамике, было отмечено, что 10-16% гели с перекисью карбамида, применяемые в течение 8 часов в день на протяжении 30 дней, способны значительно снизить поверхностную твердость испытуемого материала из фельдшпатового фарфора. Они обнаружили, что процедура отбеливания не повлияла на шероховатость поверхности [120\*]. Более позднее исследование in vitro показало, что после воздействия на блоки из дисиликата лития толщиной 1 мм 16% отбеливателя на основе перекиси карбамида в течение 6 часов в день в течение 7 дней наблюдалось значительное изменение параметра прозрачности [121\*]. В другом исследовании in vitro изучались различные керамические материалы CAD/CAM и влияние различных режимов отбеливания на их окрашиваемость. Они пришли к выводу, что домашние и безрецептурные отбеливающие средства могут увеличить окрашиваемость некоторых видов керамики (нанокерамика на основе композита), при этом дисиликат лития оказался наименее подверженным влиянию среди протестированных материалов [122\*]. Было показано, что отбеливание внешне окрашенного монолитного диоксида циркония 40% перекисью водорода или 20% перекисью карбамида приводит к клинически приемлемому изменению цвета и незначительным изменениям шероховатости или твердости поверхности [123\*].

Материалы временных коронок также подвергаются изменению цвета при воздействии отбеливающих агентов. После 14 дней отбеливания 10% перекисью карбамида метакрилатные материалы изменили цвет на оранжевый или мрачный, в то время как поликарбонат и бисакриловый композитный цемент не обесцветились [124,125\*].

Исследования in vitro на амальгаме показали, что отбеливание перекисью карбамида сопровождается выделением паров ртути, причем количество выделяемых паров ртути прямо пропорционально концентрации используемой перекиси карбамида [126-128\*]. Однако клиническая значимость этого факта неизвестна.

**Показатели успешности**

Часто пациенты перед проведением процедуры отбеливания под наблюдением стоматолога задают вопрос о долговечности результатов. На этот вопрос следует отвечать с осторожностью, поскольку частота рецидивов окрашивания после отбеливания непредсказуема и зависит от частоты употребления пищевых пигментов, привычки курить и уровня гигиены полости рта [129\*]. Клиническое исследование, в котором оценивалась 12-месячная стабильность результатов отбеливания после применения полосок с 6% перекисью водорода, 15% геля с перекисью карбамида или 38% геля с перекисью водорода, показало, что значения дельта Е значительно снизились по сравнению с исходным уровнем через 6 месяцев после лечения [129\*]. В другом исследовании сообщалось о снижении значений дельта Е на 45 % через 6 месяцев после лечения. Хейвуд сообщил о регрессе отбеливания в 26% случаев через 18 месяцев [130\*]. Продолжительность отбеливания как в кабинете, так и в каппах хорошая: по сообщениям, оно сохраняется до 2 лет. Однако это происходит не у всех пациентов [49\*]. Через 4,5 года после длительного отбеливания перекисью карбамида зубы, окрашенные тетрациклином, сохранили более 65% первоначального результата отбеливания. Поэтому в этот период рекомендуется повторное отбеливание [79\*].

Показатель успешности отбеливания без витального отбеливания составляет 80% через 1 год и 45% через 6 лет [131\*]. Зубы, которые были обесцвечены в течение длительного времени, имеют более неблагоприятный прогноз по сравнению с теми, которые были окрашены в течение короткого периода времени [132,133\*]. Некоторые металлические ионы, такие как ртуть, серебро, медь и йод, труднее поддаются удалению. Вызванное некрозом обесцвечивание может быть успешно отбелено в 95% случаев [133\*].

**Отбеливание зубов у детей и подростков**

Исследования по отбеливанию зубов у детей практически отсутствуют. Американская академия детской стоматологии признает, что процедуры отбеливания зубов были признаны безопасными и могут быть полезными для этой возрастной группы. Эта процедура может оказать большое влияние на самооценку детей, если они травмировали передний зуб, который изменил цвет. Отбеливание зубов у детей может послужить мощным инструментом для восстановления уверенности в себе, если личность ребенка пострадала из-за потемневшего зуба или зубов. Стоматологам рекомендуется быть особенно осторожными при отбеливании зубов у детей и подростков, поскольку они могут быть более склонны к неблагоприятным последствиям. Рекомендуется, чтобы отбеливание в домашних условиях проводилось под наблюдением взрослых и под руководством стоматолога. Они также не рекомендуют проводить косметическое отбеливание всей зубной дуги у пациентов со смешанным или начальным прикусом. Рекомендуются более низкие концентрации отбеливателя и более короткое время экспозиции [134\*].

**рН различных отбеливающих средств и клиническая значимость**

В Канаде было проведено исследование in vitro, в котором измерялся рН у 26 имеющихся в продаже средств для отбеливания зубов. Результаты показали, что рН различных продуктов варьировался в пределах 3,67-11,13 [135\*], что вызвало обеспокоенность по поводу потенциальных вредных последствий воздействия на зубы кислых или щелочных химических веществ. Нейтральная перекись водорода была получена путем добавления гидроксида натрия или гидроксиапатита. Было доказано, что эти нейтральные составы менее разрушительны для эмали, поскольку щелочная соль прилипает к поверхности эмали, ограничивая прямой контакт между перекисью водорода и эмалью. Было доказано, что щелочные и нейтральные отбеливающие средства не только менее разрушительны для эмали, но и являются более эффективными отбеливающими средствами [136\*].

**Возможные побочные эффекты**

В целом выраженность побочных эффектов отбеливания зубов зависит от техники отбеливания, концентрации используемого отбеливающего агента и продолжительности лечения.

Чувствительность зубов – самый распространенный побочный эффект. Она часто бывает преходящей, длится 2-3 дня и имеет умеренную или слабую выраженность. Считается, что это результат диффузии побочных продуктов отбеливающих агентов через дентинные канальцы и вызывания преходящей пульпарной реакции [137-139\*]. Десенсибилизирующие агенты, такие как нитрат калия, были включены в состав отбеливающих средств для борьбы с чувствительностью зубов, вызванной отбеливанием. Однако это не дало значимых результатов [140\*]. Применение десенсибилизатора на основе фосфата кальция перед кабинетным отбеливанием, как отмечают источники, несколько снижает частоту возникновения чувствительности зубов [141\*].

Раздражение десны – еще один потенциальный побочный эффект отбеливания. Частота возникновения раздражения десны при отбеливании в домашних условиях варьируется в пределах 5-50%. Наиболее распространенным фактором риска при использовании отбеливания в каппе является использование плохо подогнанной каппы. При проведении отбеливания в кабинете основной причиной раздражения десны является несоблюдение барьерной защиты десны. Раздражение десны также может возникнуть, когда пациенты используют чрезмерное количество отбеливающего материала, который вытекает из каппы. Когда это происходит, раздражение часто бывает терпимым, локализованным и не является препятствием для завершения лечения [142\*].

Лабораторные исследования показали, что отбеливание зубов влияет на морфологию эмали, увеличивая пористость эмали и, как следствие, шероховатость поверхности. Также было показано, что отбеливание изменяет содержание минералов в эмали, причем особенно разрушительным является отбеливание, активированное лазером. Эти изменения можно обратить вспять путем применения реминерализующих зубных паст, содержащих фосфат кальция [143,144\*].

Потенциальное вредное воздействие отбеливания на реставрационные материалы обсуждалось ранее в этой статье. Наружная цервикальная резорбция (НЦР) является потенциальным негативным эффектом невитального отбеливания. 10% зубов имеют естественные анатомические дефекты в цементе в области эмалево-цементной границы, которые могут позволить перекиси водорода достичь внешней поверхности зуба через дентинные канальцы во время внутрикоронкового отбеливания. Как только перекись водорода вступает в контакт с тканями пародонта, дентин денатурируется, и начинается иммунный ответ [145,146\*]. Молодые пациенты могут быть более восприимчивы из-за более крупных канальцев [147\*]. Количество зарегистрированных случаев с наружной цервикальной резорбцией с годами уменьшилось, и это можно объяснить использованием более низких концентраций отбеливающего агента, установкой правильных цервикальных пломб, а также уменьшением использования термокаталитической техники [148-150\*]. Риск НЦР, связанный с внутренним отбеливанием, повышается при наличии в анамнезе травмы, ортодонтического лечения, высокой концентрации перекиси водорода или термокаталитического метода [151\*].

**Разработки в области отбеливающих средств**

Новые разработки в области отбеливания зубов включают в себя включение ферментов сладкого картофеля в перекись водорода, поскольку они содержат ряд антиоксидантных молекул, которые теоретически являются поглотителями свободных радикалов, воздействующих на хромогены. Исследования in vitro этих ферментов являются многообещающими [152\*]. Другие достижения связаны с включением химических, биологически активных и натуральных органических добавок в пероксид водорода с целью повышения pH и, следовательно, задержки разложения пероксида водорода. Исследования in vitro этих агентов также многообещающи и открывают поле для более широких клинических испытаний [153-158\*].

**Выводы**

Процедуры отбеливания зубов являются консервативным средством улучшения эстетики. Данные процедуры отбеливания эффективны не только сами по себе, но и в качестве дополнения к другим реставрационным процедурам. Отбеливание зубов – безопасный и эффективный метод отбеливания зубов, эффективность которого определяется концентрацией отбеливающего агента и временем экспозиции. Среди возможных побочных эффектов отбеливания – чувствительность зубов, раздражение десен, изменение микроструктуры эмали и внешняя резорбция шейки зуба.

\*Указатели ссылок в квадратных скобках соответствуют списку литературы в первоисточнике.