

Тимчасові реставрації, надруковані на 3D-принтері, для комплексної ортопедичної реабілітації: повне відновлення ротової порожнини при важкій формі ерозії

Останніми роками усе більшого клінічного значення набуває ерозія зубів, викликана прямою дією кислоти без участі бактерій. Ступінь втрати структури зуба через таку ерозію залежить від різних індивідуальних факторів. Ерозію можуть викликати як ендогенні кислоти, такі як шлункова кислота, так і екзогенні кислоти. Екзогенні кислоти можуть утворюватися в результаті прийому ліків або парів кислот у повітрі під час професійної діяльності. Проте найбільш поширеними джерелами є продукти харчування і напої.

Клінічна картина ерозії кутніх зубів варіюється від початкових жолобоподібних дефектів на вершинах горбиків до повної втрати оклюзійного рельєфу з оголенням дентину. Серйозні ерозійні дефекти структури зуба часто супроводжуються зменшенням вертикального розміру оклюзії (OVD). Для відновлення первинного OVD існує безліч варіантів лікування, хоча в літературі доки не було описано жодного досконалого методу або матеріалу. Проте зміни оклюзійних взаємин мають бути перевірені за допомогою оклюзійних шин і тимчасових реставрацій на тривалий термін, перш ніж будуть вжиті безповоротні реконструктивні заходи.

Попередній етап лікування дозволяє перевірити естетичний і фонетичний оптимум, а також провести тест-драйв нового OVD. Тимчасові реставрації мають бути мінімально інвазивними і відповідати зростаючим вимогам до естетики і функціональності. При хорошому прийнятті пацієнтом щелепних співвідношень тимчасова реставрація може бути перенесена на остаточну.

Довгострокові тимчасові реставрації можуть бути виготовлені в зуботехнічній лабораторії за технологією CAD/CAM з використанням субтрактивних процесів¹. Субтрактивне виробництво відрізняється від адитивного виробництва, широко відомого як 3D-друк, яке нестримно стає додатковим або альтернативним методом у цифровій стоматології. Через контактний

¹ Субтрактивні процеси – це методи створення деталей шляхом видалення матеріалу (віднімання) із суцільної заготовки, на відміну від адитивних (додавання)

тиск інструментів під час субтрактивного виробництва можуть з'явитися сколювання на крайових ділянках реставрацій. У той час як адитивний метод, що створює шарувату структуру, дозволяє з мінімальними витратами часу створювати вироби складної геометрії. Цей клінічний випадок ілюструє потенціал тимчасових реставрацій, надрукованих на 3D-принтері, для комплексної реабілітації зі збільшенням OVD.

Опис клінічного випадку і діагностика

40-літня пацієнтка із задовільним загальним анамнезом звернулася у відділення консервативної стоматології і пародонтології загальної амбулаторної клініки при університеті Мюнхена. Пацієнтка була невдоволена естетичним виглядом своїх зубів і скаржилася на періодичну підвищену чутливість до гарячих і холодних напоїв. В її дієтичному анамнезі було виявлено надмірне споживання коли – близько 2 літрів на день. Клінічне і рентгенологічне обстеження виявило виражені ерозійні дефекти на усіх зубах (фото 1a-f).



Фото 1a: Початкова ситуація. Помітна втрата вертикального розміру. Фронт



Фото 1b: Початкова ситуація. Ліворуч



Фото 1с: Початкова ситуація. Праворуч



Фото 1d:

Майже повна втрата оклюзійного рельєфу верхньої щелепи



Фото 1е:

Майже повна втрата оклюзійного рельєфу нижньої щелепи



Фото 1f: Панорамна томограма

Щоб запобігти нічне зношування структур зубів, що залишилися, стоматолог загальної практики раніше виготовив пацієнці оклюзійну шину (капу). Був визначений загальний діагноз: сильно виражена ерозія через дію екзогенної кислоти (кола), стирання зі зменшенням OVD, множинні каріозні ураження, гіперчутливість дентину, гінгівіт і порушення естетики.

Планування лікування і попередня консервативна підготовка

Як частина попередньої підготовки до протезування, каріозні ураження були оброблені полімерними композитними пломбами. Крім того, було проведене професійне чищення зубів, надані інструкції з гігієни ротової порожнини і надана інформація про здорове харчування (включаючи відмову від надмірного вживання коли). Впродовж курсу лікування професійне чищення зубів було проведене кілька разів.

Для лікування цього випадку був вибраний традиційний підхід адаптації жувальної системи до нових щелепних співвідношень зі збільшеним OVD з використанням нижньощелепної шини. Для виготовлення шини було проведене інтраоральне сканування (Primescan, програмне забезпечення CEREC 5.2.9, Dentsply Sirona) (фото 2a-b).

Щелепні співвідношення при центральній оклюзії реєструвалися в цифровому вигляді. Ці сканування були відправлені до зуботехнічної лабораторії, і моделі були вирівняні у віртуаль-

ному артикуляторі за допомогою провідної стоматологічної системи автоматизованого проектування Exocad DentalCAD.

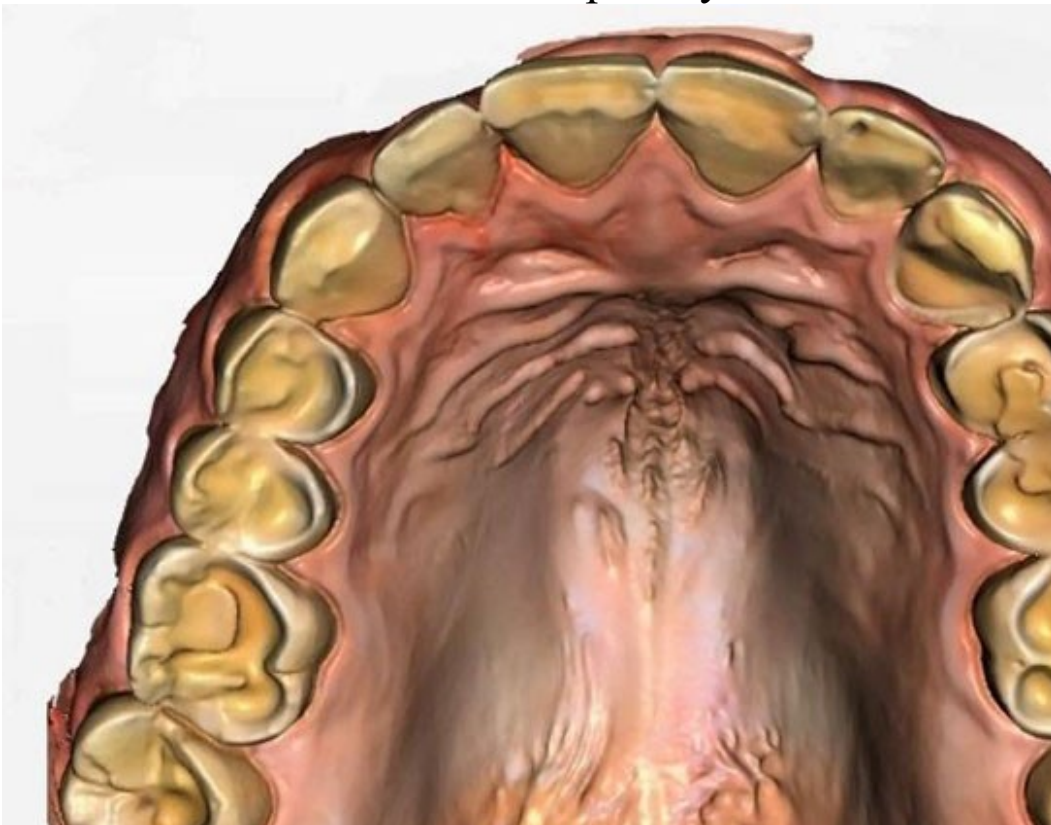


Фото 2а: Цифрове сканування початкової ситуації. Верхня щелепа



Фото 2б: Цифрове сканування початкової ситуації. Нижня щелепа

Необхідний рівень OVD був визначений за допомогою цифрової діагностичної воскової моделі. Шина для нижньої щелепи була спроектована цифровим способом і виготовлена з

використанням субтрактивної техніки з поліметилметакрилату (РММА) (фото 3а-б).



Фото 3а: Шина для нижньої щелепи з РММА



Фото 3б: Шина на нижній щелепі в ротовій порожнині

Ключ (mock-up)

Щоб полегшити комунікацію з пацієнткою під час подальшого курсу лікування, на основі цифрового відбитку на 3D-принтері був надрукований силіконовий відбиток (ключ) зі смоли (пластмаси) світлового отвердіння для виготовлення тимчасових реставрацій V-Print c&b temp (VOCO; фото 4). Ключ був призначений для того, щоб дати пацієнтці уявлення про передбачувані естетичні і функціональні коригування.



Фото 4: Ключ, надрукований на 3D-принтері

Препарування

Після завершення попередньої обробки шини і доброго прийняття пацієнткою нових оклюзійних контактів було проведено препарування зубів з урахуванням дефектів. У задній ділянці великі ділянки оголеного дентину були відновлені за допомогою адгезивних пломб Tetric EvoFlow Bleach (Ivoclar). Кутні зуби верхньої і нижньої щелепи, а також фронтальні зуби верхньої щелепи були препаровані для довготривалих тимчасових реставрацій, виготовлених за допомогою 3D-друку (фото 5а-б). Установка вінірів на фронтальні зуби нижньої щелепи була проведена в рамках завершальної реставрації на останньому етапі лікування.



Фото 5а: Препарування зубів на верхній щелепі



Фото 5b: Препарування зубів на нижній щелепі

Було проведене інтраоральне сканування препаратів зубів (Primescan), і ці сканування були передані в зуботехнічну лабораторію (фото 6a-б).



Фото 6a: Цифрове сканування препаратів зубів верхньої щелепи



Фото 6b: Цифрове сканування препаративаних зубів нижньої щелепи

На препаративані зуби за прямим методом виготовлення тимчасових реставрацій за допомогою 3D-моделювання були встановлені тимчасові реставрації з матеріалу Structur 3 (VOCO) до завершення довгострокових тимчасових реставрацій. За допомогою шин, виготовлених з надрукованого на 3D-принтері ключа, для виготовлення прямих тимчасових реставрацій стало можливе інтраоральне перенесення. Це дозволило заздалегідь відпрацювати форму і розмір майбутніх постійних реставрацій з урахуванням особливостей обличчя і посмішки.

3D-друк

Ці сканування верхньої і нижньої щелепи були в цифровому вигляді зіставлені з даними цифрового сканування початкової ситуації за допомогою анатомічних опорних точок у програмному забезпеченні exocad. Таким чином, можна було б використовувати щелепні співвідношення, спочатку визначені для виготовлення шини, і виконати цифровий дизайн реставрацій. Для забезпечення стабільності тимчасові реставрації в передній і задній ділянках у цьому випадку були розділені на декілька сегментів.

Потім набір даних STL для реставрацій був перенесений у програмне забезпечення для адитивного виробництва, проектування і моделювання Autodesk Netfabb 2022.0, і в нефункціональні ділянки були додані опорні конструкції (фото 7).

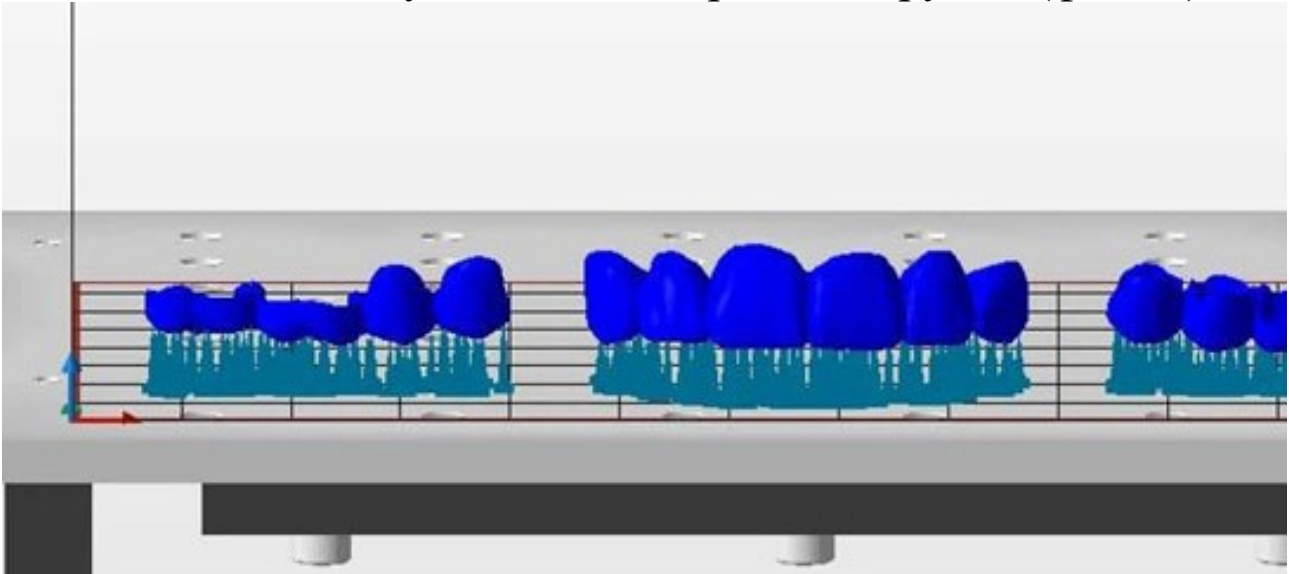


Фото 7: Тимчасові реставрації в програмному забезпеченні САМ з опорними конструкціями

З пластмаси світлового отвердіння для виготовлення тимчасових реставрацій зубів V-Print c&b temp (VOCO) були надруковані довгострокові тимчасові реставрації (фото 8).



Фото 8: Надруковані на 3D-принтері тимчасові реставрації
Через 10 хвилин залишки неполімеризованої пластмаси видалили з віддрукованих об'єктів пензлем, змоченим в ізопропанолі. Потім об'єкти від'єдали від платформи, а опорні конструкції видалені.

Постполімеризацію проводили через 15 хвилин після останнього контакту з ізопропанолом, використовуючи по два цик-

ли на кожен по 2000 спалахів Otofash G171 (NK Optik). Після наступної обробки тимчасові реставрації були закінчені і відполіровані до блиску (фото 9a-g).



Фото 9a: Тимчасові реставрації після наступної обробки і поліровки. Детальний вигляд переднього сегменту верхньої щелепи



Фото 9b-g: Тимчасові реставрації після наступної обробки і поліровки. Задній (b-e) і передній сегменти (f-g).

Нарешті, тимчасове покриття було доповнене тимчасовим цементом на основі композиту з подвійною полімеризацією Vifix Temp (VOCO; фото 10a-e).



Фото 10а: Тимчасово зацементовані довгострокові тимчасові реставрації. Вигляд спереду



Фото 10б: Тимчасово зацементовані довгострокові тимчасові реставрації. Вигляд ліворуч



Фото 10с: Тимчасово зацементовані довгострокові тимчасові реставрації. Вигляд праворуч



Фото 10d: Тимчасово зацементовані довгострокові тимчасові реставрації. Оклюзійний вигляд верхньої щелепи

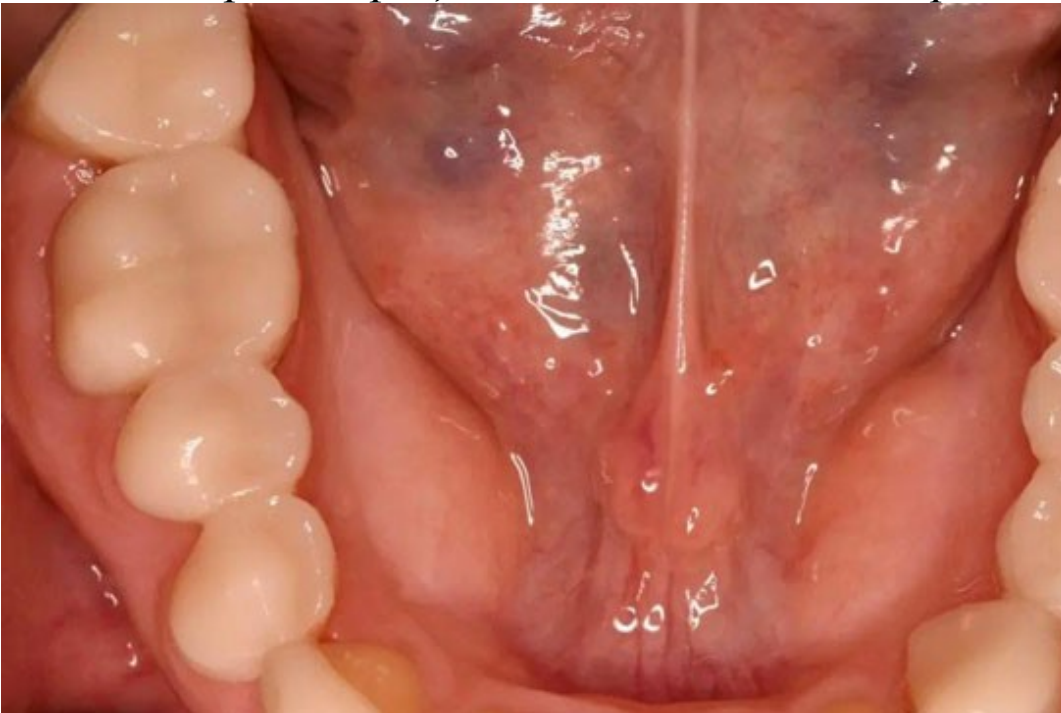


Фото 10e: Тимчасово зацементовані довгострокові тимчасові реставрації. Оклюзійний вигляд нижньої щелепи

Остаточні реставрації

Після піврічного використання тимчасових реставрацій, знову встановлені оклюзійні співвідношення були перенесені на остаточні реставрації. Були вибрані адгезивні реставрації з монолітного дисилікату літію (IPS e.max Press, Ivoclar) (фото 11-12). Через тонкі краї в деяких місцях було прийнятніше, щоб реставрації виготовлялися з використанням технології пресування.



Фото 11: Підготовка фронтальних зубів нижньої щелепи до установки вінірів



Фото 12: Остаточні реставрації з дисилікату літію

Наприкінці лікування була рекомендована захисна капа для носіння в нічний час, щоб забезпечити довгострокову клінічну стабільність. Для захисту від ерозійного ураження структур зубів, викликаного кислотою, також було запропоновано використовувати зубну пасту з низькою абразивністю, що містить фтор, і уникати вживання кислих продуктів і напоїв.

Обговорення

При виготовленні тимчасових реставрацій все частіше використовується 3D-друк. Нині довгострокові реставрації з композиту, надруковані на 3D-принтері, в основному виготовляються з використанням стереолітографії (SLA) і відповідної технології цифрової обробки світла (DLP). Результати дослід-

жень показують, що тимчасові реставрації, виготовлені з використанням технологій DLP і SLA, мають достатню міцність на вигин. У представленому клінічному випадку за весь час носіння друківаних реставрацій не було зафіксовано жодного перелому.

Принцип SLA заснований на пошаровому створенні об'єкту із суміші рідких мономерів, чутливих до ультрафіолетового випромінювання, яка полімеризується і твердне за допомогою лазера. Зазвичай друкується шар завтовшки від 25 до 100 мкм. Менша товщина шару дозволяє отримати поверхні об'єктів з високою роздільною здатністю, і також скорочує час виготовлення. Принтери DLP відрізняються від принтерів SLA тільки конструкцією блоку експонування і полімеризацією мономера структурованим світлом, а не лазером. Це забезпечує швидший друк декількох об'єктів.

На абсолютні механічні властивості композитів в основному впливає наповнювач, що додається. Під час досліджень композити з наповнювачем, придатні для друку, показали порівнянні механічні властивості з композитами, придатними для фрезерування або прямого нанесення. Композитам з наповнювачем, придатним для друку слід віддавати перевагу перед композитами без наповнювача, придатними для друку, через співвідношення між кількістю наповнювача і механічними властивостями.

Нині кількість наповнювача, що додається, складає максимум 30% за об'ємом і, отже, нижча, ніж при використанні прямих композитів або композитів, що піддаються фрезеруванню. Якщо збільшити кількість наповнювача в композиті, придатному для друку, підвищиться в'язкість матеріалу, і потік між основою місткості і робочою платформою після циклу друку більше не буде гарантований.

Попри те, що час виготовлення лінійно збільшується зі збільшенням кількості об'єктів, які мають бути виготовлені в субтрактивному виробництві, він не залежить від кількості об'єктів на платформі в процесі 3D-друку. Це дає значну перевагу в часі при виготовленні довгострокових тимчасових реставрацій. Із суто економічного погляду адитивне виробництво створює тільки необхідний об'єкт і мінімум опорних кон-

струкцій, що призводить до підвищення ефективності використання матеріалів. На відміну від цього, у субтрактивному виробництві необхідно враховувати втрати матеріалу при переході від заготівлі до кінцевого продукту і зношування оброблювальних інструментів.

Ще однією перевагою адитивного виробництва є геометрична свобода, яку воно забезпечує в процесі проектування. Складні конструкції, включаючи виступи і внутрішні порожнини, можуть бути легко відтворені, тоді як субтрактивні процеси обмежені доступністю різального інструменту. Крім того, у субтрактивному виробництві фрезерний інструмент чинить тиск на об'єкт, збільшуючи ризик утворення сколювань на ділянках з тонкими краями.

Висновок

Представлений клінічний випадок демонструє, що тимчасові реставрації, виготовлені з використанням адитивних засобів, відкривають нові можливості для комплексної ортопедичної реабілітації. Можна впровадити повністю цифровий робочий процес, що дозволяє друкувати тимчасові реставрації на 3D-принтері для швидкого покращення естетики і тестування змін в OVD.

Завдяки можливості нанесення дуже тонких шарів, перехід реставрації до зуба може бути виконаний дуже акуратно. Це знижує ризик вторинного карієсу. Підводячи підсумок, можна сказати, що адитивне виробництво дозволяє економічно виготовляти реставрації високої складності та з високими естетичними вимогами.

Автори: Др. Андреас Кеблер; Стефаніє Лінднер