

Цифрова стоматологія: золоте століття комп'ютерної діагностики і планування лікування

Удосконалення в цифровій стоматології безпосередньо залежать від прогресу технологій у комп'ютерній сфері.

Одним із нововведень, яке вже буквально стало звичною процедурою, є отримання і аналіз цифрових відбитків. Уперше подібну процедуру пробували провести ще в 1973 році, коли в університеті Клода Бернара (Ліон, Франція), запропонували отримати відбитки за допомогою лазера, щоб надалі використовувати їх під час комплексної діагностики, планування лікування, виготовлення і припасування майбутніх реставрацій. Майже через десять років у 1983 році вдалося винайти перший інтраоральний сканер для терапевтичної стоматології, що забезпечував точність відбитків на рівні 50-100 мікрон.

Принцип роботи сканера базувався на можливостях тріангуляції для отримання миттєвих тривимірних (3D) зображень зубів, по яких можна було б зробити фрезерування майбутніх терапевтичних конструкцій. Останні у формі вкладок типу inlay отримували за допомогою CEREC (CErAmic REConstruction або Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics), але постійний прогрес технологій надалі визначив можливості для виготовлення повноцінних одиночних реставрацій і навіть цілих ортопедичних протезів.

Удосконалився і сам CEREC. Так, звичайний фрезерний верстат модернізувався до системи CEREC OmniCam (Sirona Dental), яка забезпечує отримання найбільш прецизійних конструкцій. Підвищена увага саме до цієї системи обумовлена роллю CEREC як піонера подібних апаратів на ринку, що займав лідируючу позицію упродовж декількох десятиків років, поки інші аналоги ставали на ноги і удосконалювалися до рівня вже популярної установки. Нині існує декілька досить точних і потужних систем для отримання внутрішньоротових оптичних відбитків і виготовлення CAD / CAM реставрацій, але усі вони використовують один і той же принцип тріангуляції для формування зображення.

Переваги сучасних цифрових систем

Для всіх сучасних цифрових систем отримання відбитків характерні висока точність реплік структур зубощелепного апа-

рату, і, звичайно ж, повна неінвазивність маніпуляції. На відміну від звичайних відбитків, отримані зображення легко можуть бути адаптовані до всіх умов у процесі планування і лікування, а техніка їх отримання є настільки простою, що нею можна навчитися за кілька прийомів. Таким чином, вказані відбитки є не лише ефективнішими, але і зручнішими для самих пацієнтів, а також підвищують рентабельність стоматологічних процедур у цілому.

Великою перевагою є також те, що завдяки цифровим відбиткам лікар має можливість отримати не негативне зображення протезного ложа, а реальну копію зубів у форматі 3D, яку легко можна оцінити на наявність дефектів зйомки і точності окремих меж.

Також такі відбитки, це лише об'єм цифрової інформації, який у прямому сенсі економить фізичний простір як у кабінеті лікаря-стоматолога, так і в зубного техніка в лабораторії. Дослідження, проведені для порівняння звичайних і цифрових відбитків, довели кращу точність останніх, при цьому їх відмінність від звичайних полягає в тому, що їх не потрібно дезинфікувати, а також немає потреби враховувати час отримання відбитку для того, щоб мінімізувати ефекти усадки і зміни первинного розміру відбиткового матеріалу.

Основною перевагою цифрових відбитків є також те, що вони легко можуть бути включені в процес комплексного планування і лікування з можливістю прогнозування майбутніх результатів стоматологічної реабілітації. Прямі копії зубів і суміжних анатомічних структур візуалізуються в прямій проекції відразу ж після проведення процедури сканування, а висока роздільна здатність отриманих зображень допомагає оцінити стан існуючих реставрацій, дефектів, розмір і форму ділянок адентії, тип оклюзійних контактів, а також повноцінність горбико-фісурного змикання.

Нові цифрові системи забезпечують навіть імітацію кольору структур ротової порожнини на отриманих репліках, допомагаючи, таким чином, природніше сприймати рельєф, форму і колір зубів і ясен. Крім того, такі можливості допомагають лікареві більше диференційовано і ґрунтовно підійти до питання вибору реставраційного матеріалу (металу, кераміки, ком-

позиту), а також врахувати наявність запалених або кровотокових ділянок, ділянок з накопиченням зубного нальоту і каменю, врахувати колірні переходи між зубами, що украй важливо для високоестетичних реставрацій. Оптичні відбитки також є ефективним інструментом для обговорення початкової клінічної ситуації і можливих варіантів лікування з самим пацієнтом. Після отримання тривимірного зображення пацієнтові можна доступно пояснити проблеми з дефектними реставраціями, вплив чинників стирання, супраоклюзії чи ангуляції зубів на майбутній результат лікування, не чекаючи при цьому отримання гіпсових моделей (фото 1).



Фото 1

Окклюзійний вигляд оптичного відбитку верхньої щелепи: зображення дозволяє детально вивчити властиві композитні і амальгамові реставрації, перелом язичного горбика другого премоляру верхньої щелепи ліворуч, металокерамічну коронку в ділянці першого моляра верхньої щелепи праворуч, і протез з опорою на імплантати у фронтальній ділянці.

Усе це стимулює пацієнта активно включатися в процес лікування і вести активний діалог з лікарем, розуміючи всі можливі ризики і зміни власного стоматологічного статусу. Циф-

рові файли оптичних відбитків зберігаються у форматі файлів теселяції поверхонь (surface tessellation files – STL), і за необхідності з них можна зробити фізичні моделі методом субстратних або адитивних технологій.

Підготовка до отримання оптичних відбитків

Як і звичайні відбитки, їх цифрові аналоги також чутливі до наявності крові чи слини в ділянці тканин протезного ложа, тому поверхня зубів має бути адекватно очищена і висušена перед скануванням. Слід також врахувати ефект віддзеркалення поверхонь, ризик виникнення якого може бути спровокований специфічними умовами освітлення робочого поля. Використання світлових паличок допомагає досягнути адекватного рівня освітленості в ділянці жувальних зубів, але при цьому доступ фотоелемента до цієї ділянки все ж залишається не сприятливим, а подразнення піднебіння може спровокувати блювотний рефлекс.

Проте, цифрові відбитки – це лише частина комплексного обстеження пацієнта, яке, крім усього іншого, повинне також включати збір загального анамнезу і анамнезу хвороби, результати клінічного зовні- і внутрішньоротового обстеження, а також чітке розуміння скарг пацієнта і його персональних очікувань відносно майбутніх результатів втручання. Саме аналізуючи усі вищеперелічені дані, можна скласти комплексний план лікування, орієнтований на конкретного пацієнта і особливості його клінічної ситуації. Останні технологічні можливості допомагають стоматологові самотійно проводити імітацію майбутніх реставрацій у ділянці дефектних ділянок, узгоджуючи дизайн, контури, розташування, розміри, величину проксимальних контактів і профіль візуалізації з пацієнтом, враховуючи індивідуальні особливості оклюзії, і, таким чином, забезпечуючи отримання найбільш адаптованих і очікуваних тимчасових конструкцій.

Проте, головне обмеження існуючих стоматологічних цифрових технологій полягає в тому, що з їх допомогою досить складно повністю врахувати параметри ексцентричних рухів щелепи і значення основних оклюзійних детермінант за майбутнім дизайном реставрації. У зв'язку з тим, що реєстрація точного співвідношення верхньої щелепи до площини дефек-

тної ділянки є дуже складним завданням, так само важко встановити об'єктивний нахил оклюзійної площини відносно групи фронтальних зубів у момент їх фізіологічного змикання.

Такими ж важкими завданнями є аналіз суглобового шляху, розмаху трансверзальних рухів і т. д., тобто використання цифрових відбитків – це свого роду тяж виклик для побудови протетичних конструкцій з урахуванням усіх фізіологічних або змінених параметрів оклюзії. Отримання точних відбитків з м'яких тканин є також дуже проблематичним, особливо на ділянках повністю беззубих гребенів. Але як би то не було, можливість тривимірної візуалізації, а також виключення необхідності відливання гіпсових моделей і формування воскових шаблонів, значно прискорює і адаптує процес лікування, допомагаючи досягти найбільш пацієнт-орієнтованих результатів стоматологічної реабілітації.

Протокол цифрового планування продемонстрований на фото 2-7. Пацієнт звернувся по допомогу з адентією верхнього правого центрального різця (фото 2).



Фото 2. Пацієнт звернувся по допомогу з приводу адентії латерального різця. Під час лікування планувалося виготовити конструкцію з опорою на центральний різець та ікло

Під час аналізу індивідуальних побажань пацієнта, результатів комплексного обстеження і прогнозу майбутнього лікування було прийняте рішення використати незнімний прескерамічний протез для відновлення дефекту зубного ряду. Віртуальний макет майбутньої реставрації допоміг визначити потрібну довжину, ширину і профіль контактних поверхонь для досягнення максимально можливої відповідності натуральним тканинам (фото 3).

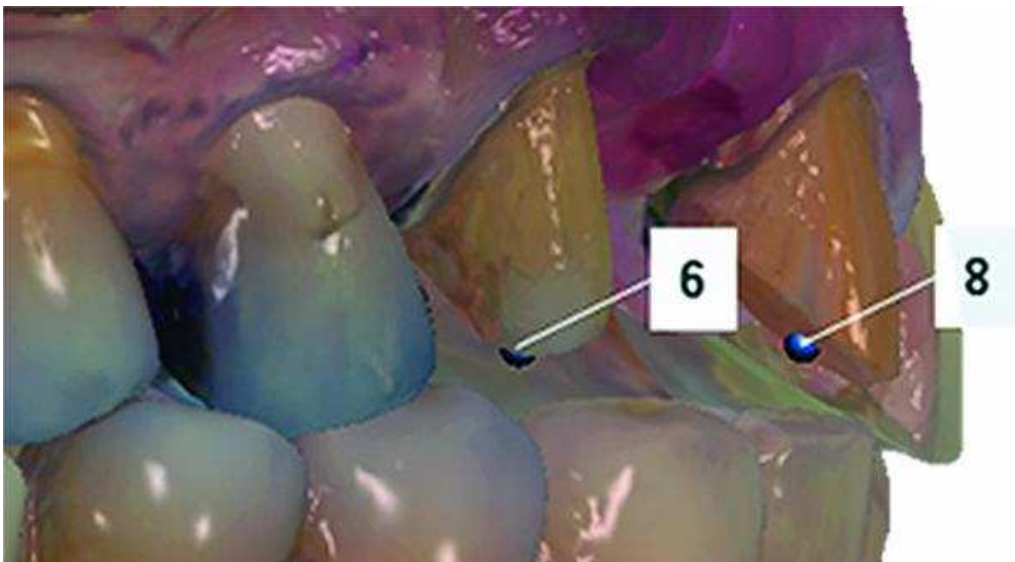


Фото 3. Цифровий макет протеза, що заміщає відсутній зуб
 Після цього провели препарування опорних зубів (фото 4), а потім методом сканування отримали віртуальні відбитки відпрепарованих одиниць і зубів-антагоністів, які надалі аналізували в цифровому артикуляторі (фото 5).



Фото 4. Оклюзійний вигляд оптичного відбитку відпрепарованих зубів з ретракційними нитками

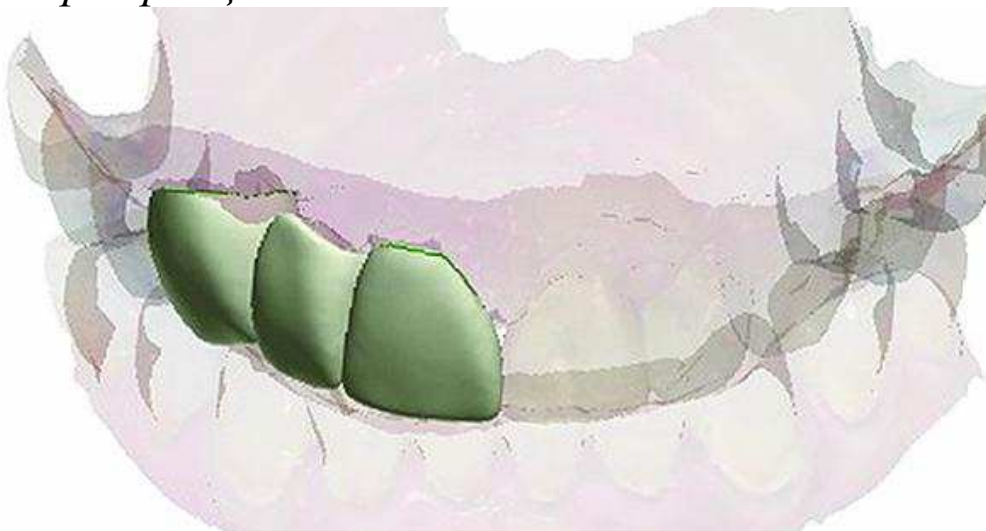
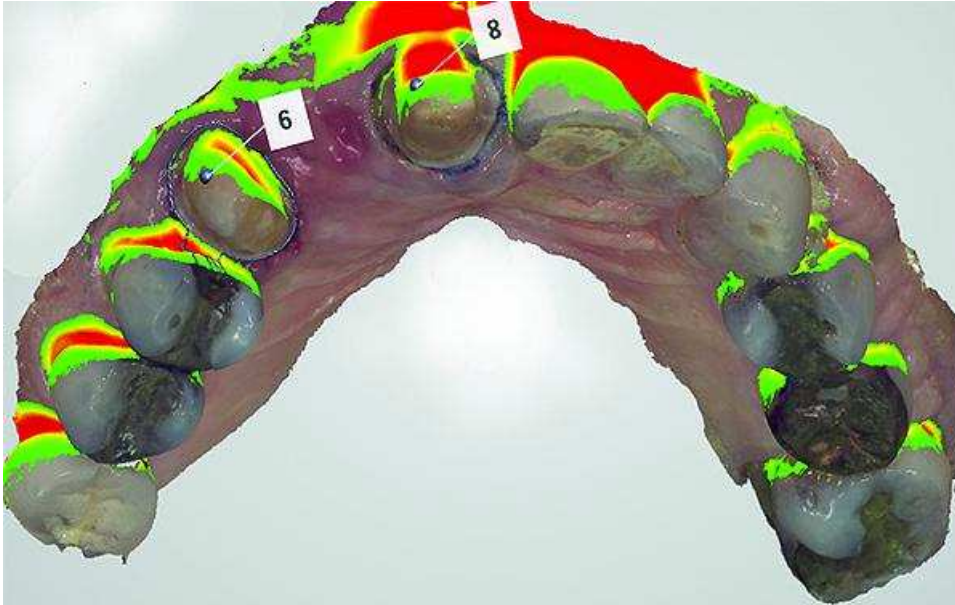


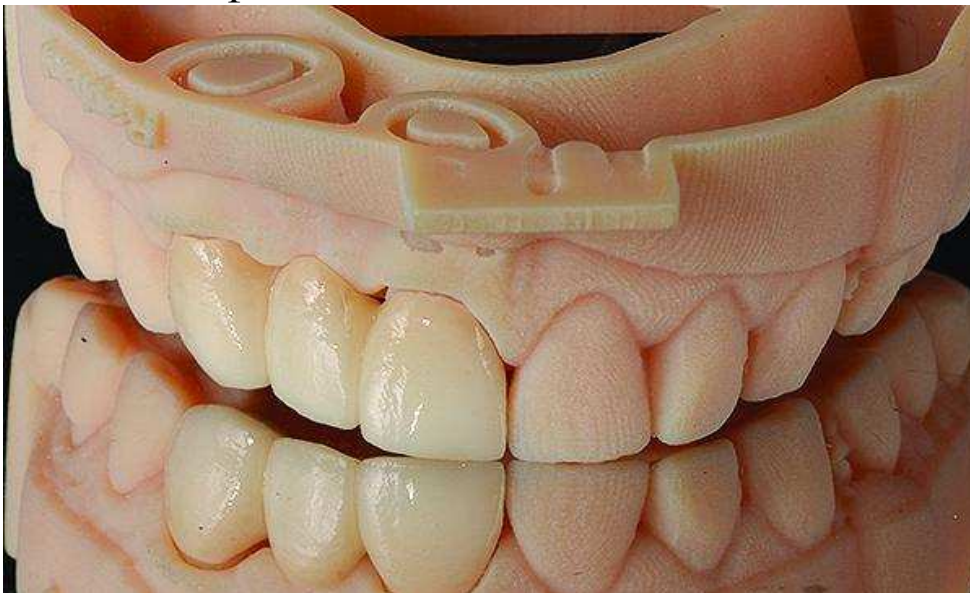
Фото 5. Віртуальна артикуляція оптичних відбитків верхньої і нижньої щелеп

Дані оптичного відбитку були успішно використані також для детального аналізу ширини фінішної лінії ділянки препарування, шляхів введення конструкції, рівня умисної редукції тканин у ділянці осьових стінок і оклюзійної поверхні, а також для верифікації заглиблень, які були промарковані червоним кольором (фото 6).



*Фото 6.
Аналіз оптичного відбитка на наявність заглиблень. Заглиблення позначені червоним кольором з губного боку центрального різця і з мезіального боку ікла*

Перевага цифрових відбитків також полягає в тому, що помилки препарування можна виправити в той же візит, базуючись на інформації, отриманій під час сканування, а після цього провести повторну маніпуляцію вже на відкоригованій ділянці відпрепарованих зубів. Після цього цифрові файли відправляють у технічну лабораторію для виготовлення майбутньої реставрації. Приклад остаточної конструкції представлений на фото 7.



*Фото 7.
Реставрація, отримана з*

оптичного відбитку, приміряється на 3-D друкованій моделі

Висновок

Внутрішньоротові оптичні сканери продовжують постійно модифікуватися, стаючи все більш швидкими, точними і мініатюрними апаратами, які так потрібні в стоматологічній практиці. Враховуючи прогресивний розвиток технологій тривимірної візуалізації і адаптованого програмного забезпечення для обробки зображень, можна впевнено резюмувати, що нинішні стоматологи живуть у золоте століття цифрових технологій. Подібні нововведення допомагають досягнути точніших і прецизійних результатів діагностики, планування і проведення ятрогенних втручання, у той же час підвищуючи комфорт під час стоматологічного лікування. Таким чином, украй важливо, щоб нові цифрові технології своєчасно з'являлися і продовжували розвиватися в стінах стоматологічних кабінетів і клінік.

Автори: Карл Дріскол, Сі Джонг Кім, Вільям Воул