

КОМФОРТ НА ПАЦИЕНТА ПРИ ИНТРАОРАЛНО СКАНИРАНЕ ЗА ДИГИТАЛНИ ОТПЕЧАТЪЦИ

К. Гогушев, К. Георгиева, Д. Константинова

Катедра по дентално материалознание и протетична дентална медицина,
Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Варна

PATIENT COMFORT DURING INTRAORAL SCANNING FOR DIGITAL IMPRINTING

K. Gogushev, K. Georgieva, D. Konstantinova

Department of Dental Materials Science and Prosthetic Dental Medicine,
Faculty of Dental Medicine, Medical University – Varna, Bulgaria

Резюме. Увод: При интраорално сканиране на препарирани витални зъби без локална анестезия усещането на пациента може да се повлияе от начина на подгаряване на сканиращата глава. Aoralscan 3 (Shining 3D) използва вграден микроскопичен нагревателен елемент, докато Medit i500 подгарява огледалото чрез въздушна циркулация, което потенциално може да предизвика чувствителност, дискомфорт или болка. **Цел:** Да се оцени и сравни субективното усещане за комфорт на пациента при интраорално сканиране на препарирани витални зъби без локална анестезия с два вида интраорални скенери – Aoralscan 3 и Medit i500. **Материал и методи:** В периода 2024-2025 г. е проведено клинично проучване сред 56 пациенти, лекувани с протетични неснемаеми конструкции. Всеки пациент е сканиран с двата вида интраорални скенери преди и след препарация на витални зъби без анестезия. Комфортът е оценен по триточкова скала (1 – без болка, 2 – дискомфорт, 3 – болка). Пациентите с проявена свръхчувствителност на не-препарирани зъби са изключени от статистическия анализ на данните, които са анализирани чрез програмна среда Python (модули pandas, scipy.stats). **Резултати:** След елиминирание на участниците с предварителна хиперестезия ($n = 8$), резултатите показват статистически значими различия в субективното възприемане за комфорт между двата изследвани скенера. При използване на Aoralscan 3 (Shining 3D) 89.6% от пациентите не съобщават за болка, а 10.4% описват лек дискомфорт, без случаи на изразена болка. При Medit i500 съответно 22.9% не съобщават за болка, 41.7% изпитват дискомфорт и 35.4% – отчетлива болка, като след препарация се отчита статистически значимо влошаване на комфорта ($p < 0.001$). Сравнителният анализ потвърждава по-висока поносимост при Aoralscan 3 (Wilcoxon $W = 0.000$, $p < 0.001$). Възрастта и полът не показват значимо влияние върху субективната оценка на комфорта ($p > 0.05$). **Заключение:** Aoralscan 3 осигурява по-висок комфорт при сканиране на витални зъби без анестезия в сравнение с Medit i500, вероятно поради различния механизъм на подгаряване. Изборът на подходяща технология е съществен за постигане на оптимален комфорт и успешното приложение на дигиталните отпечатъци.

Ключови думи: интраорален скенер, дигитален отпечатък, комфорт на пациента, дентинна свръхчувствителност, подгаряване на сканиращата глава

Адрес за кореспонденция:

Д-р Кирил Гогушев, e-mail: kiril.gogushev@gmail.com

Регистрация на авторите в ORCID:

Kiril Gogushev <https://orcid.org/0000-0001-6273-0269>

Kalina Georgieva <https://orcid.org/0000-0002-5658-2164>

Desislava Konstantinova <https://orcid.org/0000-0003-2893-8626>

Abstract. Introduction: During intraoral scanning of prepared vital teeth without local anesthesia, the patient's sensory experience may be influenced by the heating mechanism of the scanner tip. The Aoralscan 3 (Shining 3D) scanner uses a built-in microscopic heating element, whereas the Medit i500 warms the mirror surface via air circulation, which may potentially cause sensitivity, discomfort, or pain. **Aim:** To evaluate and compare the patient subjective comfort during intraoral scanning of prepared vital teeth without local anesthesia using two intraoral scanners – Aoralscan 3 and Medit i500. **Materials and Methods:** Between 2024 and 2025, a clinical study was conducted among 56 patients treated with fixed prosthetic restorations. Each patient was scanned with both the intraoral scanners before and after tooth preparation of vital teeth without the use of anesthesia. Comfort was assessed using a three-point scale (1 = no pain, 2 = discomfort, 3 = pain). Patients exhibiting hypersensitivity of unprepared teeth were excluded from statistical analysis. Data were processed using the Python environment (Pandas and Scipy.stats modules). **Results:** After excluding participants with pre-existing hypersensitivity ($n = 8$), statistically significant differences in the subjective perception of comfort between the two scanners were observed. With Aoralscan 3 (Shining 3D), 89.6% of patients reported no pain, 10.4% reported mild discomfort, and none experienced severe pain. With Medit i500, 22.9% reported no pain, 41.7% experienced discomfort, and 35.4% reported distinct pain, with a statistically significant deterioration in comfort after tooth preparation ($p < 0.001$). Comparative analysis confirmed higher tolerance with Aoralscan 3 (Wilcoxon $W = 0.000$, $p < 0.001$). Age and gender had no significant effect on the subjective comfort score ($p > 0.05$). **Conclusion:** Aoralscan 3 provides greater patient comfort during scanning of vital teeth without anesthesia compared to Medit i500, likely due to differences in the heating mechanism. Selecting an appropriate scanner technology is crucial for achieving optimal patient comfort and ensuring the successful implementation of digital impressions.

Key words: intraoral scanner, digital impression, patient comfort, dentin hypersensitivity, scanner tip heating

Address for correspondence: Kiril Gogushev, MD, e-mail: kiril.gogushev@gmail.com

ВЪВЕДЕНИЕ

Прецизната регистрация на отпечатьци е ключов етап в съвременната дентална практика, като дигиталните отпечатьци постепенно изместват конвенционалните методи, осигурявайки по-висока точност, по-кратко клинично време и значително по-добро възприемане от страна на пациента [1, 2]. Според систематичен преглед пациентите оценяват интраоралните скенери като по-комфортни, по-бързи и по-малко предизвикващи гадене в сравнение с класическите отпечатьчни материали [1, 3].

Независимо от тези предимства комфортът при сканиране на витални, препарирани зъби остава зависим от конструктивните особености на използвания скенер. Някои проучвания показват, че температурните промени, генерирани от осветителните и охлаждащите системи на скенерите, могат да предизвикат краткотрайна чувствителност или болка, особено при зъби с експониран дентин [4]. Това е много важно при липса на локална анестезия, когато пациентите са по-чувствителни към температурни промени.

Интраоралният скенер Aoralscan 3 (Shining 3D) е оборудван с вграден микроскопичен нагревателен елемент (thin-film heater), разположен в корпуса на сканиращия крайник – точно под огледалната повърхност. Той се управлява от вътрешната електроника и работи в автоматичен режим. Подгръването започва веднага след включване на скенера, за да се предотврати кондензация върху огледалото, когато то се постави в устата на пациента. По този начин температурата на огледалото се поддържа леко над температурата на околната среда (около 28-32° C). Така се избягва запотвяване, без огледалото реално да „грее“ осезаемо. Управлението е PID-регулирано – т.е. токът към нагревателя се променя динамично, така че да няма прегряване. Този принцип на работа не се усеща като затопляне поради няколко причини: отвън има топлоизолиращ слой и оптично стъкло с ниска топлопроводимост, нагревателят не цели комфорт, а само да предотврати мъгла. Затова мощността е минимална (няколко вата), след първите 30-40 s от стартиране температурата се стабилизира, така че при продължително сканиране няма осезаемо затопляне на сканиращата глава. При смяна на крайниците скенерът автоматично засича новия и кратко активира подгръването, за да изравни температурата и предотврати запотвяване в началото на сканирането [5].

Интраоралният скенер Medit i500 е оборудван с интегрирана антизапотяваща система, базирана на активна въздушна циркулация, а не на директно подгръване на оптичните елементи. Според техническите спецификации и информация за поддръжката от производителя устройството раз-

полага с вграден микровентилатор, осигуряващ постоянен въздушен поток, насочен по протежение на вътрешния канал към огледалната повърхност на сканиращата глава. Той има двойна функция – първо, премахва водните пари и микроаерозоли, които могат да се натрупат върху оптичните повърхности, и второ, поддържа огледалото над точката на кондензация чрез леко повишаване на локалната температура вследствие на топлопредаване от корпуса и електрониката.

По този начин се предотвратява запотвяването на огледалото при въвеждане на крайника в устната кухина, без да се прилага тънък нагревателен филм (thin-film heater), какъвто се използва при някои други модели скенери. Антизапотяващият ефект се постига изцяло чрез контролирана термодинамична стабилност и въздушна динамика, което позволява ефективно поддържане на оптична чистота, минимално термично натоварване и удължен експлоатационен живот на оптичните компоненти [6].

Целта на настоящото клинично проучване е да се направи анализ на субективното усещане за комфорт на пациента при интраорално сканиране на препарирани витални зъби без локална анестезия с два вида интраорални скенери – Aoralscan 3 (Shining 3D) и Medit i500. Чрез оценка на субективните усещания на пациентите в изследването се прави опит да се установи дали различният механизъм на подгръване на сканиращата глава – чрез микроскопичен нагревателен елемент (Shining 3D) и чрез въздушна струя (Medit i500), влияе върху възприятието за комфорт и върху поносимостта на процедурата. Търси се зависимост между комфорта на пациента, от една страна, и възрастта и пола, от друга страна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

От декември 2024 г. до март 2025 г. беше проведено клинично проучване сред 56 пациенти с предстоящо протетично лечение с неснимаеми конструкции върху горни фронтални зъби (горни централни и латерални резци и горни кучешки зъби). Проучването е одобрено, съгласно протокол №141/ 14.03.2024 г. на Комисия по етика на научните изследвания (КЕНИ) към Медицинския университет – Варна. Всички участници бяха селектирани съобразно критерии за включване и получихме тяхното информирано съгласие за участие в проучването. Възрастта на респондентите варираше между 24 и 81 год. (средна възраст 49.7 ± 13.8 год.). Най-голям дял от участниците са във възрастовата група 50-59 години (30,4%), следвани от групите 40-49 г. (21,4%) и 30-39 г. (19,6%). Най-малко участници са над 80 години (1,8%). Разпределението между половете е относително равномерно във всички възрастови категории с леко домиране на мъжкия пол (53.57%) (табл. 1).

Таблица 1. Разпределение на изследваните лица по възраст и пол

Възрастова група	Мъже (брой)	Жени (брой)	Общо (брой)	% от общия брой
< 30г.	2	2	4	7,1%
30-39 г.	6	5	11	19,6%
40-49 г.	6	6	12	21,4%
50-59 г.	9	8	17	30,4%
60-69 г.	4	2	6	10,7%
70-79 г.	2	3	5	8,9%
≥ 80 г.	1	0	1	1,8%
Общо	30	26	56	100%

За осигуряване на еднородност на извадката и надеждност на получените резултати бяха формулирани ясни критерии за включване и изключване на участниците в настоящото проучване.

Критерии за включване в изследването:

- Пациенти на възраст над 18 години;
- Одобрен план за лечение, включващ препариране на витални зъби на горна челюст за изработване на неснемаеми протетични конструкции (цяла зъбна дъга);

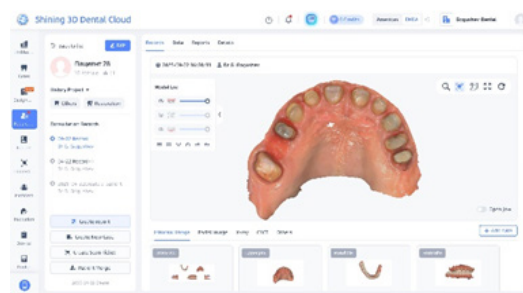
- Липса на проявена дентинна свръхчувствителност преди започване на настоящото лечение;
- Пациенти в добро общо състояние, без редовен прием на медикаменти.

Критерии за изключване от изследването:

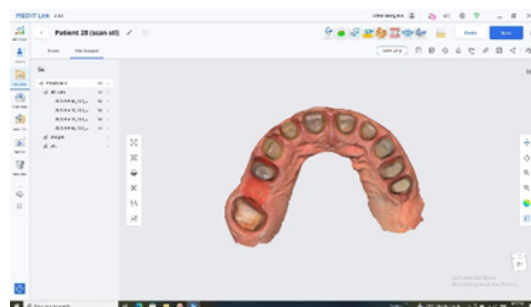
- Пациенти под 18-годишна възраст;
- Наличие на девитализирани препарирани зъби;
- Пациенти с препарирани витални зъби, различни от посочените;
- Дентинна свръхчувствителност (хиперестезия), проявена преди началото на лечението;
- Пациенти, които са преживели хирургични интервенции през последните 24 месеца;
- Пациенти с психични заболявания;
- Жени, съобщаващи за хормонални терапии;
- Пациенти с редовен прием на медикаменти.

На всичките 56 пациенти беше проведено първоначално контролно интраорално сканиране на незипилени горни витални зъби (цялата максиларна зъбна дъга) и последващо интраорално сканиране след препариране на зъбите за неснемаеми конструкции без приложение на локална анестезия с два различни интраорални скенера Aoralscan 3 Shining 3D и Medit (фиг. 1 и фиг. 2).

Оценката се базираше на събрана информация за пола и възрастта на участниците, както и на техните индивидуални субективни впечатления, отчетени чрез стандартизирана триточкова скала за самооценка на усещането: 1 – липса на болка, 2 – наличие на дискомфорт, 3 – болка.



Фиг. 1. Дигитален отпечатък с Aoralscan 3 (Shining 3D)



Фиг. 2. Дигитален отпечатък с Medit i500

Пациентите, които по време на първоначалното сканиране съобщиха за наличие на болка или дискомфорт, бяха класифицирани като проявяващи хиперестезия и съответно изключени от последващия статистически анализ с цел минимизиране на потенциалното влияние на хиперестезията върху субективната оценка на комфорта.

Данните от субективната оценка на комфорта по време на сканиране на витални зъби без локална анестезия, осъществено с двата различни интраорални скенера, бяха регистрирани и документирани от специалиста по протетична дентална медицина непосредствено след провеждането на всяка процедура. Събраната информация беше кодирана и подложена на статистическа обработка чрез програмна среда Python (модули pandas, scipy.stats) с цел извеждане на описателни и сравнителни показатели, характеризиращи изследваните параметри ($p < 0,05$).

РЕЗУЛТАТИ

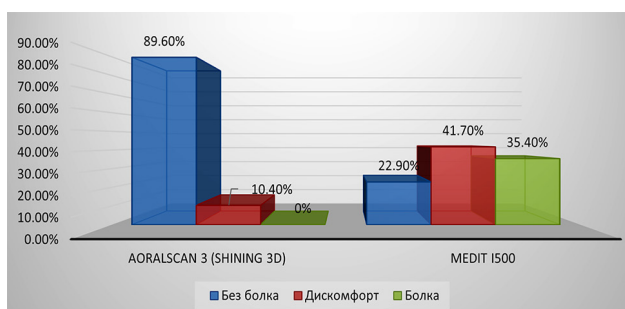
Субективна оценка на комфорта при сканиране на витални препарирани зъби без локална анестезия с два различни интраорални скенера

Субективното възприятие за комфорт по време на интраорално сканиране е съществен показател за поносимостта и клиничната приемливост на дигиталните методи при пациенти с витални зъби.

След елиминиране на пациентите с предважителна хиперестезия ($n = 8$) анализът на получените данни разкрива отчетливи различия в су-

бективното възприемане за комфорт по време на интраоралното сканиране с двата скенера. При използване на Aoralscan 3 (Shining 3D) 89.6% от пациентите не съобщават за никаква болка, 10.4% описват лек дискомфорт, а случаи на изразена болка не са регистрирани. При този скенер не се наблюдава статистически значима разлика в усещането за комфорт след препарация ($p > 0,05$). Обратно, при Medit i500 едва 22.9% от участниците не съобщават за болка, докато 41.7% изпитват дискомфорт и 35.4% – отчетлива болка по време на сканирането. Отчита се значително влошаване на комфорта след препарация като разликата е статистически значима ($p < 0,001$) (фиг. 3).

Тези резултати подчертават важноста на индивидуалната поносимост при избора на дигитална технология за клинична работа с витални зъби. Те предполагат, че ергономичният дизайн, температурата на излъчване и интензитетът на светлинния източник могат да са съществени фактори, влияещи върху усещането за комфорт и следователно върху клиничната ефективност на дигиталното отпечатване.



Фиг. 3. Оценка на комфорта на пациента по време на интраорално сканиране на препарирани витални зъби без анестезия с Aoralscan 3 (Shining 3D) и Medit i500

След изключване на участниците със свръхчувствителност, сравнителният анализ показва, че Aoralscan 3 осигурява значително по-висок субективен комфорт в сравнение с Medit i500 при сканиране на витални препарирани зъби (Wilcoxon signed-rank тест, $W = 0.000$, $p < 0.001$). Това потвърждава по-добрата поносимост на Aoralscan 3, докато Medit i500 се асоциира с по-често съобщаван дискомфорт след препарация. Изчисленият коефициент на съгласуваност на Cohen ($\kappa = 0.153$) показва слаба корелация между двете оценки, което потвърждава, че участниците са възприемали двете процедури като различни по отношение на субективните усещания. В този контекст Aoralscan 3 може да се счита за по-подходящ избор при клинични ситуации, изискващи минимален дискомфорт от страна на пациента и висока степен на сътрудничество по време на дигиталното отпечатване.

Влияние на възрастта и пола на пациентите върху субективното усещане за комфорт по време на интраорално сканиране на витални зъби без локална анестезия

С цел да се оцени потенциалното влияние на възрастта и пола върху субективното възприемане за комфорт по време на интраорално сканиране, участниците бяха стратифицирани в групи по възраст и пол. Проведеният статистически анализ не установи значима зависимост между възрастта и оценката на комфорта както преди, така и след препарация ($p > 0.05$). Въпреки че се наблюдава тенденция към леко повишена чувствителност с напредване на възрастта, тази зависимост не достига прага на статистическа значимост, което предполага, че възрастовият фактор влияе минимално върху поносимостта на процедурата.

По отношение на пола, жените демонстрират незначително по-високи стойности на субективен дискомфорт, особено при сканиране след препарация, но разликата спрямо мъжете също не е статистически значима ($p > 0.05$). Този резултат е в съответствие с наличните данни в литературата, според които половите различия в сензорния праг и болковата чувствителност могат да се проявяват, но рядко достигат статистическа значимост при краткотрайни стоматологични процедури.

Настоящите резултати показват, че възрастта и полът не оказват съществено влияние върху възприемането за комфорт при интраорално сканиране на витални зъби, когато процедурата се извършва без локална анестезия и при използване на съвременни дигитални технологии. Следователно определящите фактори за комфорта, вероятно, са свързани предимно с техническите параметри на използвания скенер – като мощност на светлинния източник, температура на емисия, скорост на заснемане и дизайн на крайника – както и с индивидуалните характеристики на пациента, вкл. праг на чувствителност, ниво на тревожност и психоемоционално състояние.

ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от проведеното изследване показва, че пациентите съобщават за значително по-висок субективен комфорт при интраорално сканиране с Aoralscan 3 (Shining 3D) в сравнение с Medit i500. Тази разлика вероятно се обуславя от различията в технологиите за подгряване, интегрирани в двата скенера. При Aoralscan 3 се използва вграден нагревателен елемент, осигуряващ стабилна работна температура и предотвратяващ запотвяването на оптичната система, без да предизвиква охлаждане на зъбните повърхности. От своя страна, Medit i500 разчита на насочена въздушна струя за поддържане на оптичната чистота, което може да причини усещане за студ, особено при витални зъби с екс-

пониран дентин и при липса на локална анестезия. Подобна тенденция е описана и от Natongkham и др., които съобщават за по-висок комфорт при пациенти, сканирани с устройства, използващи пасивно или контролирано подгриване [4].

Вероятно това обяснява по-високия дял пациенти, съобщили за болка или дискомфорт по време на сканиране с Medit i500. Наблюдаваната разлика е клинично значима и подчертава важността на температурната стабилност като ключов фактор, влияещ върху усещанията и общия комфорт на пациента при вземане на дигитални отпечатъци. Сходни резултати са докладвани и от Le и съавт. [7], които установяват, че въздушното охлаждане, използвано при някои интраорални скенери, предизвиква значително по-високи нива на дискомфорт при пациенти със свръхчувствителен дентин.

Това подкрепя хипотезата, че технологичните различия – вкл. механизмът на охлаждане или подгриване, имат клинично значение и оказват пряко влияние върху субективното възприемане на манипулацията от страна на пациента [8, 9].

Пациентите в настоящото изследване по-често съобщават за болка при сканиране с Medit i500, което вероятно се дължи на въздушното охлаждане на сканиращата глава. Това наблюдение е в съответствие с други публикации, които също докладват за повишена чувствителност и дискомфорт при експозиция на студен въздушен поток по време на интраорални процедури [10]. От друга страна, Aoralscan 3 чрез постоянен топлинен баланс осигурява стабилна и комфортна температура в устната кухина.

Наблюдението, че свръхчувствителността на зъбите не влияе съществено при Aoralscan 3, но може да има роля при Medit i500, също потвърждава въздействието на температурния стимул. Пациенти с хиперестезия вероятно са по-чувствителни към студената въздушна струя, което би могло да изисква предварителни мерки – напр. десенсибилизиращи агенти или минимална повърхностна анестезия [2].

Липсата на статистически значими разлики според пола и възрастта съпада с резултатите на Christopoulou и съавт. [3], които също не установяват демографско влияние върху оценката за комфорт на пациента при дигитално сканиране.

Ограниченият обем на извадката е потенциално ограничение на настоящото изследване и налага провеждането на бъдещи проучвания с по-голям брой участници, които да осигурят по-висока статистическа мощност и по-надеждна верификация на наблюдаваните тенденции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интраоралното сканиране с Aoralscan 3 (Shining 3D) се асоциира със значително по-висок субективен комфорт и по-ниска честота на болкови реак-

ции в сравнение с Medit i500 при пациенти с витални зъби, препарирани за неснемаеми протетични конструкции, без прилагане на локална анестезия. Тези резултати подчертават важността на технологичните различия между устройствата, като вероятна причина за отчетената разлика се посочва различният механизъм на подгриване на сканиращия елемент – вграден микроскопичен нагревател при Aoralscan 3, осигуряващ по-равномерно термично въздействие, срещу индиректно подгриване чрез въздушна циркулация при Medit i500, което може да предизвика по-силна температурна и сензорна реакция в устната кухина.

Не се установява статистически значима зависимост между усещането за комфорт и демографските променливи – възраст и пол, което предполага, че тези фактори не оказват съществено влияние върху поносимостта на дигиталното сканиране при витални зъби.

Изборът на подходяща технология за интраорално сканиране е решаващ фактор за оптимизиране на пациентския комфорт и за успешното интегриране на дигиталните отпечатъчни методи в ежедневната клинична практика. Провеждането на бъдещи проучвания с по-големи извадки би допринесло за по-надеждна статистическа оценка и за по-задълбочено разбиране на влиянието на техническите параметри върху пациентското възприятие.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Giancotti A, Mampieri G, Paoncelli F, et. al. Patient's perception of intraoral scanning: a comparison between traditional and digital dental impression. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2021 May-Jun;35(3 Suppl. 1):19-28. doi: 10.23812/21-3suppl1-4.
2. Almadani G, Alhabib L, Tola A, et. al. Conventional vs. Digital Impressions: Preferences and Comfort Level among Prosthodontic Patients. *Open Dent J*;2025; 19:e18742106397234. Doi: 10.2174/0118742106397234250712182711
3. Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, et. al. Patient-reported experiences and preferences with intraoral scanners: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2022 Jan 25;44(1):56-65. doi: 10.1093/ejo/cjab027. PMID: 34089258.
4. Natongkham P, Banthithkhanon P, Wanachantararak S. Dentine sensitivity caused by illumination of intraoral scanner and light curing unit. *J Clin Exp Dent*. 2022 May 1;14(5):e420-e425. doi: 10.4317/jced.59251
5. Shining 3D. Aoralscan 3 | Fast Intraoral Scanner. Shining 3D Dental [Internet]. [cited 2025 Oct 13]. Available from: <https://www.shining3d-dental.com/solution/aoralscan-3/>
6. Medit. Intraoral Scanner Heating, Fan, and Fogging Issues (i500, i600, i700, i700 wireless, i900, i900c). *Medit Help Center* [Internet]. [cited 2025 Oct 13]. Available from: <https://support.medit.com/hc/en-us/articles/47684776109593>
7. Bahammam H. Conventional vs. Digital Impression: Comfort Level, Preferences, and Acceptance of Treatment Time among Orthodontic Patients. *Open Dent J*, 2022; 16: e187421062208181 <http://dx.doi.org/10.2174/18742106-v16-e2208181>.
8. Lione R, De Razza FC, Gazzani F, et. al. Accuracy, Time, and Comfort of Different Intraoral Scanners: An In Vivo Comparison Study. *Applied Sciences*. 2024; 14(17):7731. <https://doi.org/10.3390/app14177731>.
9. Papsatoron ND, Thanatchaporn J, Fontenele R, et. al. (2025). Clinical performance of four intraoral scanners: assessing precision, scanning time, and comfort. *Digital Dentistry Journal*. 100041. 10.1016/dj.2025.100041.
10. Fratila AM, Saceleanu A, Arcas VC, et. al. Enhancing Intraoral Scanning Accuracy: From the Influencing Factors to a Procedural Guideline. *J Clin Med*. 2025; 14(10):3562. <https://doi.org/10.3390/jcm14103562>