

WSTĘP

W trakcie zajęć przedklinicznych studenci uczą się wykonywania procedur stomatologicznych na symulatorach pacjenta stomatologicznego, w których są zamontowane standardowe modele zębów. Niekiedy do nauki wykorzystuje się również zęby usunięte. Niestety zarówno jedne, jak i drugie nie są pozabawiane wad. Modele standardowe mają zbyt idealną anatomię, nie mają odtworzonej komory i korzeni, a twardość materiału nie odzwierciedla twardości tkanek. W przypadku zębów usuniętych pojawia się problem ich pozyskiwania i standaryzacji oraz ryzyko zakażeń krzyżowych.

Doniesienia na temat możliwego zastosowania modeli trójwymiarowych (3D) w nauczaniu studentów stomatologii pojawiały się w ostatnim dziesięcioleciu. Głównie dotyczyły one protetyki i chirurgii. Zdecydowanie mniej prac koncentrowało uwagę na modelach 3D dla potrzeb nauczania stomatologii zachowawczej i endodoncją.

CEL

- 1) Na podstawie *scoping review* poznanie stanu wiedzy na temat wykorzystania modeli 3D w nauczaniu stomatologii.
- 2) Zaprojektowanie i wydrukowanie autorskiego modelu 3D żuchwy wraz z zębami z odtworzeniem ubytków próchnicowych różnych klas wg Blacka oraz miazgi. Uzyskanie od studentów informacji zwrotnej na temat autorskiego modelu 3D.
- 3) Ocena błędów popełnianych przez studentów w trakcie tworzenia dostępu koronowego oraz ocena postępu w procesie uczenia się tej procedury, na modelach zębów 3D.

MATERIAŁ I METODY

Publikacja nr 1 została napisana w oparciu o wytyczne dla przeprowadzenia *scoping reviews*. Bazy danych PubMed and Embase zostały przeszukane we wrześniu 2020 roku wg określonych słów kluczy.

Kryterium włączenia prac były badania, w których modele stworzone przy użyciu drukarek 3D zostały wykorzystane w kształceniu przed lub podyplomowym w różnych dziedzinach stomatologii. Na tym etapie nie wprowadzono ograniczeń w wyszukiwaniu. Tytuły i streszczenia zostały poddane analizie wg następujących kryteriów wyłączenia: przeglądy literatury, opisy przypadków, artykuły o charakterystyce technicznej modeli, artykuły w językach innych niż angielski. Następnie dokonano analizy pełnych tekstów wg tych samych kryteriów. Badania były analizowane pod względem dziedziny stomatologii, rodzaju wykonywanych zabiegów oraz technologii wykorzystanej do produkcji modeli 3D.

W badaniach do publikacji nr 2 modele 3D żuchwy wraz z zębami, z odtworzonymi ubytkami próchnicowymi zostały stworzone na podstawie obrazu żuchwy z tomografii stożkowej (Cone Beam Computed Tomography, CBCT) wykonanej u pacjenta. W pracy nad projektowaniem modeli wykorzystano programy Mimics Medical version 21.0 (Materialise, Belgium) oraz Netfabb Standard 2020 (Autodesk, USA) i 3-Matic Medical 13.0 (Materialise, Belgium).

Do druku poszczególnych elementów modeli 3D zastosowano dwie technologie: stereolitografii (Formlabs FORM2 printer, USA) oraz Fused Deposition Modeling (3DGence Industry F340 printer, Poland) oraz następujące materiały: Acrylonitrile Butadiene Styrene, Elastic Resin, Rigid Resin, White Resin, Black Resin.

W badaniu wzięło udział 22 studentów V roku stomatologii. Wszyscy uczestnicy byli ochotnikami i mieli doświadczenie kliniczne w leczeniu ubytków próchnicowych i leczeniu

kanałowym. Modele 3D żuchwy zostały zamontowane w symulatorach pacjenta stomatologicznego. Zadaniem studentów było opracowanie i wypełnienie ubytków kl. II i III wg Blacka oraz opracowanie ubytku kl. I i trepanacja komory wraz z założeniem opatrunku czasowego. Wszystkie zabiegi były wykonywane po izolacji zębów za pomocą koferdamu. Po zakończeniu zabiegów studenci zostali poproszeni o wypełnienie ankiety, celem oceny modeli 3D .

W badaniu do publikacji nr 3 usunięte zęby sieczne, przedtrzonowe i trzonowe zobrazowano w CBCT, a następnie uzyskane dane poddano analizie w programie Model Creator (Exocad, Germany). Modele zębów 3D zostały wykonane z żywicy Dental Model przy użyciu drukarki 3D Form 2 (Formlabs, USA) w technologii SLA.

Wykonano 90 modeli 3D zębów: 30 trzonowych, 30 przedtrzonowych oraz 30 siecznych. Następnie losowo podzielono je na 9 grup. Do każdej grupy losowo został przydzielony jeden student stomatologii IV roku bez doświadczenia w leczeniu kanałowym. Lekarz specjalista przeprowadził dla studentów demonstrację prawidłowego otwarcia komory, a następnie każdy student wykonał dostęp pierwotny do jamy zęby w 10 jednakowych modelach zębów 3D. Prawidłowość wykonania procedur została oceniona w powiększeniu mikroskopu, na podstawie zdjęć wykonanych aparatem fotograficznym z podziałką milimetrową oraz przy użyciu skanera.

WYNIKI

Z przeprowadzonego *scoping review* (publikacja nr 1) wynika, że tworzone dla celów dydaktycznych modele 3D są wykorzystywane w różnych dziedzinach stomatologii. Ogólna ich ocena i przydatności w przygotowaniu do pracy klinicznej wypadła pozytywnie we wszystkich badaniach, niezależnie od przeprowadzanego zabiegu. Przedstawione w publikacji nr 1 badania wskazują na szerokie zastosowanie zindywidualizowanych modeli

3D w kształceniu przedklinicznym studentów, a uczestnicy analizowanych badań rekomendują wprowadzenie modeli 3D do kursów.

Jak wynika z publikacji nr 2 w opinii studentów autorski model 3D bardzo dobrze odzwierciedlał zarówno twardość tkanek, jak i anatomię zębów, a jego najsłabszym punktem było odzwierciedlenie tkanek miękkich. Również odtworzone ubytki i miazga zostały przez większość uczestników ocenione jako bardzo dobrze lub dobrze odzwierciedlające warunki naturalne.

W pytaniu o przydatność modeli 3D w nauce różnych procedur ze stomatologii zachowawczej z endodoncją najlepiej zostały ocenione: opracowanie i wypełnianie ubytków oraz zakładanie koferdamu i tworzenie dostępu endodontycznego. Studenci wskazali modele 3D jako mało przydatne w diagnozowaniu próchnicy.

Z pośród uczestników badania 21 (95,45%) studentów rekomendowało wprowadzenie modeli 3D do nauki stomatologii zachowawczej z endodoncją na etapie przedklinicznym. W pytaniach otwartych podkreślali wartość stopniowego przejścia od modeli standardowych poprzez model 3D do leczenia klinicznego.

W badaniach do publikacji nr 3 wykazano, że preparowanie dostępu koronowego w leczeniu kanałowym na modelach zębów 3D zmniejsza ryzyko powikłań z każdym kolejnym powtórzeniem.

Przy pierwszej preparacji odsetek błędów wśród studentów wyniósł 100% w zębach siecznych, 66,7% w przedtrzonowych oraz 76,2% w trzonowych. Z każdym kolejnym powtórzeniem studenci popełniali mniej błędów. W ostatniej próbie odsetek ten wynosił 19,0% dla siekaczy, 14,3% dla zębów przedtrzonowych i 33,3% dla trzonowych. Największą poprawę w jakości wykonywanej procedury studenci uzyskali w przypadku zębów siecznych, a najmniejszą dla zębów trzonowych.

WNIOSKI

- 1) Modele 3D zębów umożliwiają trening procedur szczególnie trudnych i tym samym mogą skutecznie poprawić jakość ich wykonywania w warunkach klinicznych.
- 2) Indywidualne odwzorowanie zębów i okolicznych struktur anatomicznych, stwarza warunki bliższe rzeczywistości, co umożliwia łatwiejsze przejście od nauki przedklinicznej do wykonywania procedur klinicznych.
- 3) Druk 3D pozwala na tworzenie zindywidualizowanych modeli o dużej zmienności anatomicznej oraz z uwzględnieniem patologii.