

SPRZĘT STOMATOLOGICZNY

KWARTALNIK TECHNICZNO-INFORMACYJNY
ISSN 2957-0492 • CENA 35 ZŁ • NR 1/2025 (4)



>> MATERIAŁY • AKCESORIA • NARZĘDZIA • URZĄDZENIA

- Druk 3D i mikromodyfikacje stopu Co-Cr-W-Mo
Nowa generacja stomatologii cyfrowej
- Podstawy badań stomatologicznych: zdjęcia
zewnętrzne – cefalometryczne (cefalogram)
- Tomografia wiązki stożkowej – wybrane aspekty
- Motywacja do bezpiecznej pracy w gabinetach
stomatologicznych
- Od mobilnych rentgenów po inteligentne skanery
– poznaj nowości Targów KRAKDENT®



STOMATOLOGIA CYFROWA

Jak działa cyfrowe planowanie leczenia ortodontycznego

3

- F** Nowoczesne funkcje protetyczne w najnowszym skanerze wewnątrzustnym iTero Lumina™ oraz nowym systemie obrazowania iTero Lumina™ Pro od Align Technology

6

Skan wewnątrzustny

8

- N** Druk 3D i mikromodyfikacje stopu Co-Cr-W-Mo; Nowa generacja stomatologii cyfrowej

11

- N** Podstawy badań stomatologicznych: zdjęcia zewnątrzustne – cefalometryczne (cefalogram)

18

- N** Tomografia wiązki stożkowej – wybrane aspekty

22

WYPOSAŻENIE GABINETU STOMATOLOGICZNEGO

- N** Badanie prototypu indukcyjnego urządzenia do podgrzewania ferromagnetycznego narzędzia do modelowania termicznego woskowych form stomatologicznych

28

- N** Motywacja do bezpiecznej pracy w gabinetach stomatologicznych

33

- N** Model biznesu dla potrzeb zarządzania usługami medycznymi w zakresie stomatologii

38

Specjalistyczne wyposażenie gabinetu stomatologicznego – klucz do sukcesu

43

Projektowanie gabinetów i meble stomatologiczne – zestawienie wybranych firm*

46

Projektowanie gabinetów stomatologicznych

48

- F** Atestowane meble medyczne KMS

51



URZĄDZENIA STOMATOLOGICZNE

- N** Zastosowanie laserów w stomatologii

52

- N** Wykorzystanie biometrii ultradźwiękowej w nieinwazyjnej diagnostyce tkanek przyzębia

56

Od mobilnych rentgenów po inteligentne skanery – poznaj nowości Targów KRAKIDENT®

60

N – artykuły naukowe; **F** – artykuły firmowe

Wydawca: Media Tech s.c.

Adres redakcji: 47-400 Racibórz, ul. Żorska 1/45

Redaktor naczelna: Katarzyna Mazur

tel. kom. 797 125 417

e-mail: katarzyna.mazur@e-sprzetstomatologiczny.pl

Dyrektor marketingu: Ewa Majewska

tel. kom. 797 125 418

e-mail: ewa.majewska@e-sprzetstomatologiczny.pl

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń oraz artykułów sponsorowanych. Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów. Przedruk i rozpowszechnianie artykułów i reklam opracowanych przez redakcję jest zabronione bez zgody wydawcy.

REKLAMA



BHZ ATOS MM
www.atosmm.com.pl



502 282 418
502 155 002

**Zapraszamy do odwiedzenia
naszego stoiska
W 118 Hala Wisła w dniach
10-12 kwietnia 2025 r.**



**KRAK
DENT®**



PREPARATY ALFA PO ZABIEGACH STOMATOLOGICZNYCH i nie tylko...

PRZEWODNIK PO NOWOCZESNYCH TECHNOLOGIACH

Jak działa cyfrowe planowanie leczenia ortodontycznego



Cyfrowe planowanie leczenia ortodontycznego to nowatorska metoda, która zdobywa uznanie w gabinetach stomatologicznych. Wykorzystuje ona nowoczesną technologię do dokładnej diagnostyki i personalizacji terapii ortodontycznej.

Proces ten opiera się głównie na skanowaniu wnętrza ust pacjenta za pomocą skanera 3D, co umożliwia tworzenie precyzyjnych elektronicznych modeli zębów. Takie skanowanie zastępuje tradycyjne, często niewygodne wyciski. Dzięki analizie tych danych ortodonta mogą łatwo wizualizować cały przebieg leczenia.

Najważniejszą zaletą cyfrowego planowania jest możliwość symulacji ruchu zębów. Umożliwia to pacjentom zobaczenie, jak będzie prezentować się ich uśmiech po zakończeniu terapii, zwiększając jednocześnie ich zaufanie i komfort. Ponadto, specjalistyczne oprogramowanie pozwala przeprowadzać dokładne kalkulacje dotyczące potrzebnych przemieszczeń zębów, a także określić optymalny czas trwania terapii.

Cyfrowe planowanie niesie ze sobą wiele korzyści, w tym:

- zwiększenie precyzji leczenia,
- możliwość skrócenia czasu leczenia,
- mniejsze ryzyko błędów diagnostycznych,
- większa satysfakcja pacjentów,
- lepsza jakość usług dentystycznych.

Choć wprowadzenie nowoczesnej technologii może być kosztowne, zwraca się ono dzięki skuteczniejszej pracy lekarzy i lepszym результатам terapii. Cyfrowe planowanie pozwala specjalistom szybciej i efektywniej odpowiadać na potrzeby pacjentów.

Ortodontologia cyfrowa to przyszłość, która będzie się dynamicznie rozwijać, odpowiadając na zapotrzebowanie na nowoczesne i wygodne metody leczenia.

WPROWADZENIE DO ORTODONCJI CYFROWEJ

Ortodontologia cyfrowa to innowacyjna dziedzina stomatologii, która bazuje na nowoczesnych technologiach w diagnostyce i leczeniu wad zgryzu. Technologie takie jak skanery 3D, oprogramowanie symulacyjne oraz drukarki 3D znacząco podnoszą efektywność terapii.

Tradycyjne metody, takie jak fizyczne wyciski zębów, ustępują miejsca bardziej precyzyjnym i wygodnym rozwiązaniom cyfrowym. Badania wykazują, że dzięki ortodontologii cyfrowej czas leczenia można skrócić nawet o 30%, zwiększając przy tym komfort pacjentów przez redukcję potrzeby stałych aparatów.

Eksperti, tacy jak dr Jan Kowalski, zauważają, że – Cy-

frowe technologie zrewolucjonizowały leczenie ortodontyczne. Pacjenci mają więcej opcji, a wyniki są przewidywalne. Innowacje te czynią ortodontologię cyfrową coraz popularniejszą i zmieniają podejście do zdrowia jamy ustnej.

TECHNOLOGIE STOSOWANE W CYFROWYM PLANOWANIU

Cyfrowe planowanie w ortodontacji bazuje na nowoczesnej technologii, która znacznie ulepsza dokładność i skuteczność leczenia. Kluczowymi narzędziami są:

- skanery wewnątrzustne,
- tomografia stożkowa,
- zaawansowane oprogramowanie ortodontyczne.

Skanery wewnątrzustne

Skanery wewnątrzustne, takie jak Trios czy iTero, umożliwiają uzyskanie dokładnych cyfrowych modeli zębów bez użycia tradycyjnych materiałów. Szybki proces poprawia komfort pacjenta i skraca czas wizyty. Modele 3D stanowią solidną podstawę dla planowania leczenia i produkcji aparatów ortodontycznych.

Tomografia stożkowa

Tomografia stożkowa (CBCT) zapewnia wysokiej jakości obrazy 3D struktur anatomicznych, które są używane do oceny układu zębów, tkanek miękkich i kości. Dane z CBCT umożliwiają lepsze planowanie zabiegów i minimalizację ryzyka powikłań.

Oprogramowanie ortodontyczne

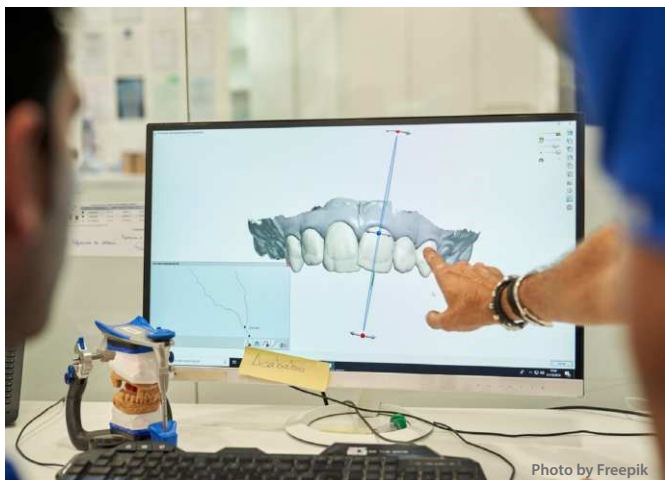
Oprogramowanie takie jak 3Shape czy Align Technology wspomaga tworzenie indywidualnych planów leczenia. Dzięki zaawansowanym algorytmom ortodonta mogą przewidywać przebieg terapii i wizualizować efekty przed jej rozpoczęciem, co zwiększa precyzję planowania i satysfakcję pacjentów.

Wdrożenie tych technologii w klinikach ortodontycznych poprawia wyniki leczenia i podnosi efektywność pracy specjalistów, przynosząc jednocześnie zadowolenie pacjentów.

KORZYŚCI Z CYFROWEGO PLANOWANIA LECZENIA ORTODONTYCZNEGO

Cyfrowe planowanie leczenia ortodontycznego oferuje liczne zalety, które pozytywnie wpływają na efektywność i końcowe rezultaty terapii. Technologia cyfrowa umożliwia precyzyjne diagnozowanie i tworzenie planów leczenia dostosowanych do unikalnych cech anatomicznych pacjenta.

Ważną zaletą jest oszczędność czasu, co przyspiesza rozpoczęcie terapii i zmniejsza liczbę wizyt kontrolnych.



Kliniki stosujące cyfrowe rozwiązania zgłaszają 30% szybsze tempo realizacji leczenia w porównaniu z tradycyjnymi metodami.

Dodatkowo, cyfrowe planowanie sprzyja lepszej komunikacji z pacjentami. Wizualizacje i symulacje pomagają im zrozumieć proces, co zwiększa ich zaangażowanie. 85% pacjentów uważa, że zrozumienie planu ma wpływ na decyzję o rozpoczęciu leczenia.

Przykłady sukcesów klinicznych potwierdzają, że cyfrowe metody prowadzą do lepszych estetycznych i funkcjonalnych wyników, co zwiększa skuteczność terapii. Inwestycja w cyfrowe technologie przynosi korzyści zarówno ortodontom, jak i pacjentom.

PROCES CYFROWEGO PROJEKTOWANIA UŚMIECHU

Proces cyfrowego projektowania uśmiechu to przełomowa technika w stomatologii estetycznej, złożona z kilku kluczowych etapów. Od precyzyjnego skanowania po zaawansowane symulacje, każdy krok kierowany jest nowoczesną technologią.

Pierwszym etapem jest skanowanie za pomocą skanera wewnątrzustnego, co pozwala uzyskać trójwymiarowy obraz jamy ustnej pacjenta. Na bazie tych danych tworzy się symulację uśmiechu, umożliwiającą pacjentowi podgląd efektów i dostosowanie przed rozpoczęciem zabiegów.

Podczas całego procesu przeprowadzane są konsultacje, by upewnić się, że projekt spełnia oczekiwania pacjenta. Po akceptacji symulacji można przystąpić do realizacji zmian, obejmujących różne zabiegi estetyczne.

Przykłady kliniczne pokazują, że ten innowacyjny proces poprawia samopoczucie pacjentów oraz ich pewność siebie, zmniejszając liczbę wizyt i osiągając doskonałe rezultaty.

ROLA SKANERA WEWNĄTRZUSTNEGO W ORTODONCJI CYFROWEJ

Skaner wewnątrzustny to fundamentalne narzędzie w cyfrowej ortodoncji, które zmienia podejście do diagnostyki i planowania leczenia. Tworzy on dokładne obrazy 3D, co zapewnia szczegółową ocenę uzębienia i opracowanie odpowiednich planów.

Dla pacjentów skanowanie cyfrowe jest bardziej komfortowe niż tradycyjne wyciski, a lekarze cenią szybkość i oszczędność czasu. Skanery eliminują potrzebę modeli gipsowych, co redukuje błędy i przyspiesza pracę o 20%

w porównaniu do metod tradycyjnych.

Te urządzenia są także cenione za usprawnienie komunikacji. Możliwość wymiany danych między specjalistami zwiększa jakość współpracy i pozwala na realizację skomplikowanych przypadków. Praktyczne przykłady dokumentują, że skanery pomagają w korekcji wad zgryzu u dorosłych, podnosząc jakość usług stomatologicznych.

Tomografia stożkowa (CBCT) wzbogaca diagnostykę ortodontyczną, oferując szczegółowe obrazy 3D. Wpływa na precyzję oceny zębów i struktur kostnych, przewyższając tradycyjne zdjęcia rentgenowskie. CBCT wspomaga także przygotowanie do zabiegów chirurgicznych, przy mniejszych dawkach promieniowania.

W planowaniu leczenia CBCT odgrywa znaczącą rolę, umożliwiając szczegółową analizę przypadków i ogólną poprawę jakości usług.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA ORTODONCJI CYFROWEJ W KLINIKACH

Współczesne kliniki coraz częściej wykorzystują cyfrowe planowanie leczenia jako standard. Nowoczesne technologie wspierają lekarzy w precyzyjnym diagnozowaniu i planowaniu terapii.

Jednym z przykładów jest pacjent z zębami stłoczonymi, gdzie dzięki skanowaniu 3D stworzono kompletną wizualizację jamy ustnej. Ortodonta opracował idealną strategię korekcji, poprawiając zarówno estetykę, jak i funkcjonalność.

Inna historia dotyczy pacjentki z przodozgrzyzem. Technologia CAD/CAM pomogła w wykonaniu indywidualnych aparatów, co skróciło leczenie o 30% z długotrwałymi efektami.

Statystyki pokazują, że w klinikach stosujących cyfrowe metody zadowolenie pacjentów wzrosło o 20%. Cyfrowa ortodoncja nie tylko poprawia wyniki, ale i skraca czas leczenia oraz zmniejsza liczbę wizyt kontrolnych, podnosząc komfort pacjentów.

PRZYSZŁOŚĆ ORTODONCJI CYFROWEJ I INNOWACJE

Ortodoncja cyfrowa stoi u progu technologicznej rewolucji. Nadchodzące innowacje mogą znacząco wpłynąć na diagnostykę i leczenie pacjentów. Przyszłość opiera się na cyfrowym planowaniu, które zwiększa precyzję w korygowaniu wad zgryzu, z wykorzystaniem technologii 3D i sztucznej inteligencji.

Zastosowanie telemedycyny w ortodoncji umożliwi analizę pacjentów na żywo oraz dostęp do danych przez aplikacje mobilne, co uczyni opiekę bardziej dostępną. Dynamiczny rozwój rynku ortodoncji cyfrowej śledzą raporty branżowe, przewidujące dalszy wzrost popularności prostowników alignerowych.

Nowe materiały biokompatybilne i ekologiczne zapowiadają zmiany w tradycyjnych technologiach, czyniąc przyszłość ortodoncji bardziej przyjazną dla środowiska.

Innowacje w ortodoncji cyfrowej obiecują wzrost jakości leczenia, dostępności oraz komfortu pacjentów, zapowiadając ekscytującą erę postępu w tej dziedzinie.

Źródło: www.primadent.com.pl

TECHNOLOGIA, która Cię **WYRÓŻNI!**

Skaner Runyes 3DS V3 Pro

Szybkość, która zachwyca

skan łuku w zaledwie 40 sekund

Precyzja, która buduje zaufanie

rozdzielczość do 10 µm oznacza, że każdy detal jest perfekcyjnie odwzorowany

Komfort, który przekracza oczekiwania

lekki, ergonomiczny design

Innowacja, która wyznacza przyszłość

skanowanie AI, obraz True Colour,
raport stanu zdrowia

Teraz w cenie od **24 900 zł**

Skontaktuj się z nami już dziś i zyskaj **specjalną ofertę** dla czytelników „Sprzętu Stomatologicznego”!



lic. tech. dent. Szymon Rosiński
tel: 888 099 860
e-mail: szymon.rosinski@mikran.com

Nowoczesne funkcje protetyczne w najnowszym skanerze wewnątrzustnym iTero Lumina™ oraz nowym systemie obrazowania iTero Lumina™ Pro od Align Technology



Wszechstronny skaner iTero Lumina nowej generacji to przełom dla gabinetów stomatologicznych. Umożliwia kompleksową diagnostykę, skuteczne leczenie protetyczne oraz integrację leczenia ortodontycznego i protetycznego – w tym za pomocą technologii obrazowania w bliskiej podczerwieni NIRI w iTero Lumina Pro.

- Zasilany przez technologię iTero Multi-Direct Capture™ z trzykrotnie większym polem widzenia [1] i maksymalną odległością przechwytywania 25 mm², zaprojektowany do skanowania dwa razy szybciej [2] i uproszczenia przechwytywania trudnych obszarów dla protez, podniebień, obszarów bezzębnych i innych skomplikowanych przypadków.
- Najwyższa precyzja kliniczna w górnym i dolnym łuku zębowym w porównaniu z testowanymi skanerami wewnątrzustnymi [3] – iTero Lumina™ umożliwia przewidywalne i powtarzalne dopasowanie uzupełnień protetycznych
- Skany iTero Lumina™ osiągają poziom dokładności fotogrametrii [6] (najwyższy standard w planowaniu odbudowy protetycznej) w przypadku pełnołukowych odbudów na implantach [4] – w ramach jednego skanu.
- Miłe doświadczenie dla pacjenta dzięki szybkiemu i komfortowemu skanowaniu [5], wspierającemu najwyższy standard opieki stomatologicznej.

Wrocław, 24 marca 2025 r. – firma Align Technology, Inc. (NASDAQ: ALGN) ogłosiła wprowadzenie nowego oprogramowania wspierającego funkcje protetyczne w skanerze wewnątrzustnym iTero Lumina™ (bez technologii iTero Near Infra-Red Imaging (NIRI) oraz w najnowszym systemie obrazowania stomatologicznego iTero Lumina™ Pro (wyposażonym w technologię iTero NIRI). Nowe funkcje pozwalają na efektywne zarządzanie przepływem pracy w protetyce oraz w leczeniu interdyscyplinarnym łączącym ortodontcję i stomatologię odtwórczą. Dodatkowo wspierają diagnostykę próchnicy międzyzębowej powyżej linii dziąseł.

Skaner wewnątrzustny iTero Lumina™ oferuje szybsze skanowanie [2], większą precyzję [3] oraz większą wygodę skanowania [5].

Nowe możliwości iTero Lumina™ zapewniają wybitną jakość skanowania i wydajność – zarówno dla najprost-

szych, jak i najbardziej wymagających przypadków protetycznych. Udoskonalone funkcje wspiera uproszczony proces pracy protetycznej, umożliwiając rejestrację od pojedynczych koron, aż po pełny łuk zębowy z wieloma preparacjami w jednym przejściu końcówki skanującej.

Aktualni posiadacze skanera iTero Lumina™ będą otrzymywać nowe oprogramowanie wspierające funkcje protetyczne i diagnostyczne (bez technologii iTero NIRI) od kwietnia, poprzez bezpośrednią aktualizację oprogramowania.

Premiera na rynku polskim skanera iTero Lumina™ Pro w wersji na wózek planowana jest na drugi kwartał 2025 roku.

PRZYPISY:

1 – Porównując pole widzenia systemu obrazowania stomatologicznego iTero Element™ 5D, kiedy odległość skanera iTero Lumina™ wynosi 12 mm. Dane Align Technology, stan na 15 listopada 2023 roku.

2 – Porównując system obrazowania iTero Element™ 5D z tolerancją AVE=±0,1, działającym w odległości roboczej od 0-20 mm. Dane Align Technology na dzień 15 listopada 2023 roku.

3 – Na podstawie testów laboratoryjnych przeprowadzonych przy użyciu standardu ADA/ANSI 132. Model symulujący „dokładność na dużych odległościach (pomiar pełnego łuku)” w lipcu 2024 roku. Metoda: Test porównawczy oceniający dokładność pełnego łuku (dokładność globalną), powtarzalność i reprodukowalność skanerów wewnątrzustnych, zgodnie z opisem standardu ADA 132 [2015]; Definicja próbki: 3 operatorów przeprowadziło 30 powtarzalnych skanów z każdym testowanym skanerem; Rozmiar próbki: n=90 (3x30) skanów dla każdego testowanego skanera.

4 – Na podstawie testów laboratoryjnych przeprowadzonych w styczniu 2025 roku zgodnie z ISO 20896-2:2023 w porównaniu z prawdziwym pomiarem: systemem fotogrametrycznym Imetric icam 4D; Rozmiar próbki: n=10; 5 modeli górnego łuku (All-on-6) i 5 modeli dolnego łuku (All-on-4). Progi zostały zdefiniowane jako Błąd poziomy <50 µm; Błąd pionowy <30 µm & Odchylenie kątowe < 0,4°.

5 – W porównaniu do końcówki systemu obrazowania iTero Element™ 5D. Dane Align Technology na dzień 15 listopada 2023 roku.

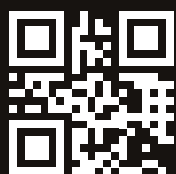
6 – Na podstawie testów laboratoryjnych przeprowadzonych w styczniu 2025 roku zgodnie z ISO 20896-2:2023 w porównaniu z prawdziwym pomiarem: systemem fotogrametrycznym Imetric icam 4D; Rozmiar próbki: n=10; 5 modeli górnego łuku (All-on-6) i 5 modeli dolnego łuku (All-on-4). Progi zostały zdefiniowane jako Błąd poziomy <50 µm; Błąd pionowy <30 µm & Odchylenie kątowe < 0,4°. To twierdzenie dotyczy tylko określonych rynków, w tym etapie nie obejmuje UE.

Nie wierzysz, że skomplikowane
procedury odtwórcze można
uproszczyć?

Think again.



Nowy skaner iTero Lumina™, wyposażony w technologię
iTero Multi-Direct Capture™, zaprojektowano z myślą o szybkiej
i precyzyjnej rejestracji, idealnej do szerokiej gamy zabiegów
odtwórczych, podczas pojedynczego skanowania.



Odkryj niezrównaną prostotę obsługi
i **umów się na prezentację już dziś.**

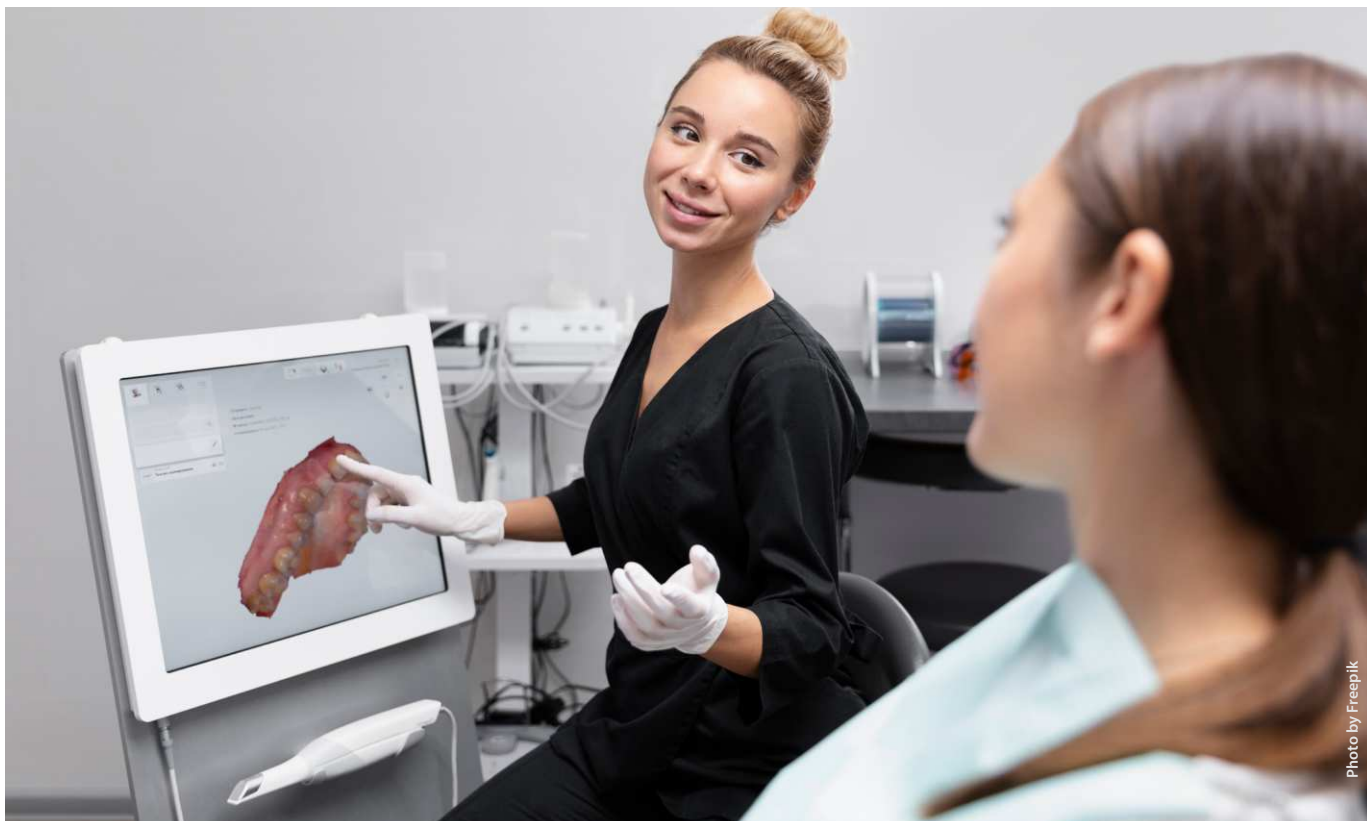


Photo by Freepik

CYFROWE BADANIE 3D NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI

Skan wewnętrzny

Skanowanie wewnętrzne to zaawansowana metoda diagnostyki stomatologicznej, która zrewolucjonizowała sposób, w jaki lekarze oceniają stan jamy ustnej pacjentów.



W przeszłości używano tradycyjnych wycisków i odlewów, które mogły być niewygodne dla pacjentów, a dla personelu medycznego czasochłonne w przygotowaniu. Dzięki skanowaniu wewnętrznemu możliwe stało się nieinwazyjne i dokładne tworzenie trójwymiarowych modeli zębów, które stanowią punkt wyjścia dla precyzyjnego planowania i realizacji zabiegów. Zalety tego rozwiązania są dobrze znane lekarzom, ale pacjenci wielokrotnie zadają pytania dotyczące skanowania zębów. Odpowiadamy na najczęściej zadawane pytania dotyczące tego badania.

CO TO JEST SKAN WEWNĄTRZYSTNY?

Skanowanie wewnętrzne, znane również jako skan intraoralny, to zaawansowana technika diagnostyczna, polegająca na tworzeniu dokładnych trójwymiarowych obrazów zębów, dziąseł oraz ewentualnie innych struktur jamy ustnej za pomocą niewielkiego ręcznego skanera.

Czy skanowanie zębów jest bezpieczne?

W przeciwieństwie do innych procedur diagnostycznych, takich jak rentgen czy tomografia komputerowa,

do skanowania wewnętrznego nie wykorzystuje się promieniowania jonizującego, co eliminuje ryzyko potencjalnych skutków ubocznych związanych z tym promieniowaniem. Jest to główny powód, dla którego skanowanie wewnętrzne jest uważane za bezpieczne badanie. Sama procedura jest nieinwazyjna - skaner jest prowadzony delikatnie wewnątrz jamy ustnej i na ogół nie wchodzi w bezpośredni kontakt z ciałem pacjenta, w związku z tym ryzyko zdraśnięcia tkanek lub wywołania reakcji alergicznych jest znacznie ograniczone.

CZY SKANOWANIE ZĘBÓW JEST BOLESNE?

Skanowanie wewnętrzne jest zazwyczaj bezbolesne. Niektórzy pacjenci mogą odczuwać jedynie minimalny dyskomfort lub niewielkie uczucie nacisku podczas badania, ale nadal większość osób uważa to za znacznie bardziej komfortowy wybór w porównaniu z tradycyjnymi wyciskami.

Skaner generuje trójwymiarowy obraz za pomocą technologii bezdotykowej, dlatego nie ma potrzeby fizycznego kontaktu z ciałem pacjenta, co ogranicza do minimum możliwość odczuwania bólu.

Skaner wewnętrzny to niewielkie urządzenie, które doświadczony personel medyczny sprawnie i delikatnie poprowadzi wewnątrz jamy ustnej, nie wywołując uczucia ucisku czy dyskomfortu.

W razie potrzeby pacjent może poprosić o przerwanie skanowania. Badanie można powtórzyć bez obawy, że

SKANER WEWNĄTRZYSTNY **OWANDY-10S** **WIRED**



JEDEN Z NAJBARDZIEJ ERGONOMICZNYCH I ŁATWYCH
W UŻYCIU SKANERÓW WEWNĄTRZYSTNYCH NA RYNKU.
URZĄDZENIE WAŻY ZALEDWIE 198 G! KOMPAKTOWY,
OPŁYWOWY DESIGN ZAPEWNIĄ WYDAJNE SKANOWANIE
I ZWIĘKSZONY KOMFORT PACJENTA.



- INTUICYJNY INTERFEJS, PRZYCISK DUAL SCAN
- WSPOMAGANIE AI
- SZYBKE SKANOWANIE, BEZ POTRZEBY "ROZGRZEWANIA" SPRZĘTU
- WYSOKA JAKOŚĆ SKANU I SZYBKI PRZESYŁ DANYCH



WEŹ UDZIAŁ W SZKOLENIU Z CYFROWEJ WSPÓŁPRACY NA LINII GABINET - LABORATORIUM
Z TECH. DENT. PAULINĄ POKUSĄ-SOBIERAJ & DR N. MED. RAFAŁEM DOBRAKOWSKIM.



SPRAWDŹ WIĘCEJ NA
IMPLANTOPROTETYKA.3Z.PL



DYSTRYBUTOR: 3Z SP. Z O.O., UL. STARA 7, PIEKARY ŚLĄSKIE 41-940
ZAMÓWIENIA: +48 32 767 70 70 / +48 32 767 55 66 / SKLEP.3Z.PL

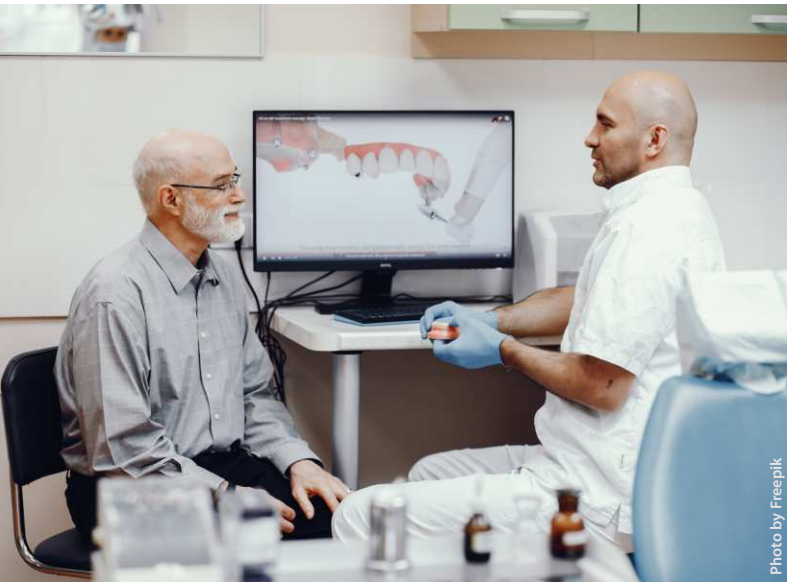


Photo by Freepik

będzie mieć ono negatywny wpływ na zdrowie.

Odczucia pacjentów mogą się różnić w zależności od indywidualnej wrażliwości oraz stanu jamy ustnej. Dlatego zawsze warto poinformować pracowników rejestracji medycznej o wszystkich dolegliwościach jamy ustnej już na etapie umawiania wizyty.

DO CZEGO MOŻNA WYKORZYSTAĆ WYNIKI SKANOWANIA WEWNĄTRZUSTNEGO?

Wyniki skanowania wewnątrzustnego mają wiele praktycznych zastosowań w dziedzinie stomatologii i ortodoncji. Oto kilka głównych obszarów, w których można je wykorzystać:

- **Diagnoza i planowanie leczenia:** Skanowanie wewnątrzustne pozwala lekarzom dokładnie ocenić stan jamy ustnej pacjenta i zobaczyć wszelkie problemy, takie jak ubytki, choroby dziąseł, infekcje czy inne nieprawidłowości. Dzięki tym informacjom można opracować spersonalizowany plan leczenia, dostosowany do indywidualnych potrzeb pacjenta.
- **Zabiegi ortodontyczne:** Skanowanie wewnątrzustne jest szczególnie przydatne w planowaniu leczenia ortodontycznego z wykorzystaniem aparatów stałych oraz przezroczystych nakładek. Dzięki dokładnym modelom jamy ustnej można precyzyjnie ustalić, jakie korekty są potrzebne, a następnie śledzić postępy leczenia.
- **Tworzenie protez, koron i mostów:** Cyfrowe modele uzyskane w efekcie skanowania wewnątrzustnego są wykorzystywane do tworzenia protez dentystycznych, koron, mostów i innych elementów odbudowy zębów. Dzięki temu można zapewnić doskonałe dopasowanie i uzyskać i odpowiedni efekt estetyczny.
- **Implantologia:** Skanowanie jest pomocne przy planowaniu wszczepiania implantów. W zestawieniu z wynikiem badania tomografii CBCT ułatwia określenie odpowiednich miejsc dla implantów, uwzględniając anatomię jamy ustnej pacjenta.
- **Komunikacja:** Cyfrowe modele stworzone na podstawie skanowania wewnątrzustnego są świetnym narzędziem w komunikacji lekarzy z pacjentami. Dzięki ich wykorzystaniu lekarze mogą obrazowo przedstawić

pacjentom ich stan jamy ustnej, co pomaga w zrozumieniu potrzeby leczenia oraz pozwala łatwiej dostrzec korzyści z zastosowania konkretnych procedur.

JAKIE SĄ ZALETY SKANOWANIA WEWNĄTRZUSTNEGO?

Skanowanie wewnątrzustne zapewnia pacjentom znacznie większy komfort niż tradycyjne wyciski, które wymagają wkładania do ust masywnej, często niewygodnej formy do uzyskania odlewu. Dla większości osób skanowanie jest po prostu przyjemniejsze i mniej stresujące.

Ogromną zaletą jest cyfrowy format badania, ponieważ oferuje on wyjątkowo dokładne wyniki. Dzięki możliwości tworzenia trójwymiarowego modelu jamy ustnej, lekarze dentyści i ortodontaści mogą uzyskać precyzyjne informacje o stanie zębów, dziąseł i innych struktur, co jest szczególnie ważne przy planowaniu i przeprowadzaniu zabiegów.

Tradycyjne wyciski wymagały działania w kilku krokach - od przygotowania odpowiedniego materiału, przez nałożenie go na zęby, po utrzymanie go w ustach przez pewien czas. Ten proces mógł być nie tylko czasochłonny, ale także prowadzić do konieczności powtarzania wycisków w przypadku niewłaściwego dopasowania. Skanowanie wewnątrzustne jest znacznie szybsze, a wyniki są dostępne natychmiast w postaci cyfrowych modeli, które mogą być przekazane bezpośrednio lekarzom oraz technikom dentystycznym wykonującym protezy, mosty, korony czy nakładki ortodontyczne. Przyspiesza to cały proces i minimalizuje ryzyko błędów.

CZY SKANOWANIE WEWNĄTRZUSTNE JEST DROGIE?

Wszystkie wcześniej wymienione zalety sprawiają, że skanowanie wewnątrzustne stanowi ogromny krok naprzód w dziedzinie diagnostyki i planowania stomatologicznego, odpowiadając na potrzeby pacjentów i podnosząc jakość i efektywność pracy lekarzy dentyków i ortodontów. Okazuje się jednak, że pomimo swych zalet cyfrowe skanowanie zębów może być także korzystne cenowo. Diagdent od wielu lat utrzymuje jedne z najlepszych cen badań diagnostycznych na rynku. Zachęcamy do sprawdzenia aktualnych cen usług w naszym cenniku.

Warto dodać, że przy wyborze placówki medycznej dobrze jest kierować się nie tylko ceną usługi, ale również kwalifikacjami personelu oraz jakością urządzeń diagnostycznych. W pracowniach Diagdent korzystamy z nowoczesnych skanerów, gwarantujących najwyższej jakości obrazowanie, dokładność pomiarów oraz komfort pacjentów.

Skanowanie wewnątrzustne jest bardzo skuteczną i stosunkowo niedrogą metodą diagnostyki stomatologicznej. Jednak jak przy każdej procedurze medycznej, istnieją pewne przypadki, w których może być mniej odpowiednie lub wymagać pewnych środków ostrożności. W razie wątpliwości lub obaw, warto zgłosić je już na etapie umawiania wizyty oraz omówić je z osobą wykonującą badanie jeszcze przed jego rozpoczęciem.

Źródło: www.diagdent.pl

Druk 3D i mikromodyfikacje stopu Co-Cr-W-Mo

Nowa generacja stomatologii cyfrowej

JOANNA AUGUSTYN-NADZIEJA, WIKTORIA GUT

Zastosowanie technologii druku 3D w sektorze protetycznym umożliwia dokładne odwzorowanie konkretnego przypadku braków uzębienia u pacjenta bez generowania odpadów materiałowych. Dzięki precyzji i dokładności coraz częściej stosowana jest technika selektywnego stapiania proszków metali DLMS (*direct metal laser sintering*). Badania naukowe wykonane w ramach prezentowanej pracy polegały na ocenie wpływu zmienności grubości warstwy drukowanych próbek (odpowiednio 20 μm i 30 μm) oraz późniejszej obróbki cieplnej na własności dentystycznego stopu Co-Cr z mikrododatkami wolframu i molibdenu. Wykorzystane do badań próbki metaliczne zostały wykonane w pracowni protetycznej przez technikę protezy w technologii DMLS z proszku metalicznego Co-Cr-W-Mo Adorbond CC firmy Ador ze zmiennym parametrem druku 3D [1], tj. wysokością druku warstwy odpowiednio 20 μm i 30 μm . Kolejno próbki zostały poddane obróbce cieplnej (wyżarzaniu w 1150°C przez 1 h). W pracy dokonano analizy porównawczej badanych próbek otrzymanych techniką addytywną (DLMS) z grubością warstwy druku 20 μm i 30 μm przed obróbką cieplną i po niej. Badania wykonano z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej (LM) oraz elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM) wraz z mikroanalizą składu chemicznego z zastosowaniem spektroskopii energodispersyjnej (EDS), dodatkowo badania uzupełniono o pomiary twardości.



Od wieków cywilizacja boryka się z problemami dotyczącymi uzębienia, co utrudnia dodatkowo indywidualną anatomię szczękową pacjenta. Współczesne pracownie protetyki stomatologicznej mają za zadanie nie tylko leczenie, ale także uzupełnianie ubytków braków zębowych protezami, które spełniają wymagania dotyczące komfortu psychicznego i fizycznego pacjenta [2]. Ważne

są również walory estetyczne, trwałość czy biokompatybilność elementu w specyficznym środowisku jamy ustnej [6, 7]. Nowoczesna technika przyrostowa DMLS (*direct metal laser sintering*) jest zbliżona do metody SLS (*selective laser sintering*). Różnice w tego rodzaju technikach druku 3D spowodowane są tym, że sproszkowany materiał nie jest spiekany, tylko całkowicie przetapiany. Pozwala to na dalszą obróbkę bez zmiany własności drukowanego elementu [4]. Na rysunku 1 przedstawiono schemat budowy przykładowej drukarki 3D pracującej w technologii DMLS [5].

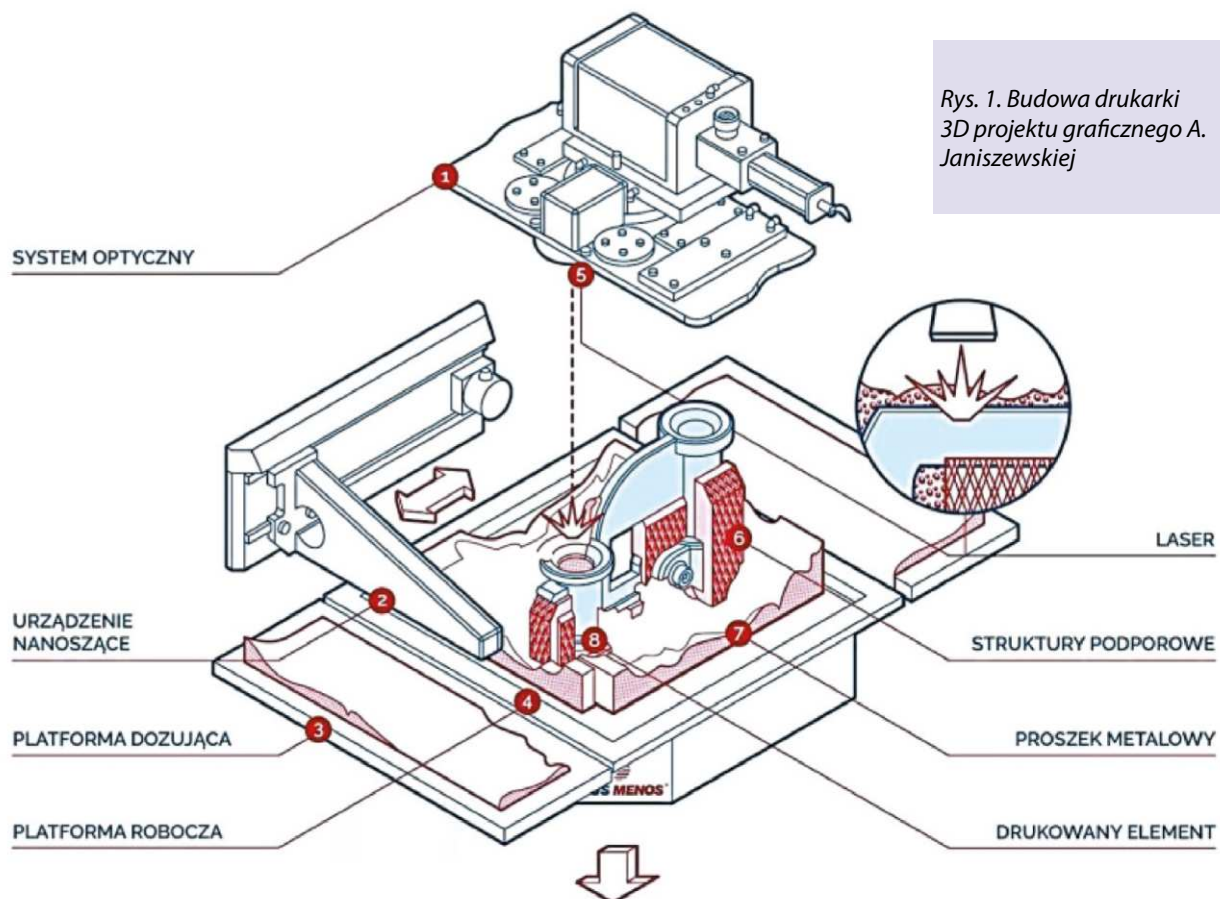
Proces druku DMLS składa się z trzech głównych etapów:

1. Wypełnienie komory roboczej gazem obojętnym oraz podniesienie w niej temperatury.
2. Rozprowadzenie przez zgarniacz na platformie roboczej cienkiej warstwy proszku, którą następnie skanujący laser selektywnie przetapia, tworząc przetopioną powierzchnię metaliczną.
3. Obniżenie platformy roboczej o wartość odpowiadającą wysokości warstwy druku i przykrycie jej kolejną warstwą proszku. W ten sposób powtarza się proces aż do uzyskania gotowego wyrobu.

Najważniejszym parametrem ograniczającym pracę drukarki 3D jest wielkość przestrzeni roboczej (SKRIM). W urządzeniach dostępnych na rynku wynosi maksymalnie 400 mm × 400 mm × 400 mm. Bardzo ważnym parametrem wpływającym bezpośrednio na jakość elementu drukowanego jest wysokość warstwy druku. Grubość uzyskanej warstwy druku zależy przede wszystkim od użytego proszku oraz jego własności, tj. kształtu, wielkości cząstek, sypkości czy gęstości. Wielkość cząstek proszku użytego w technice przyrostowej DLMS mieści się w przedziale 20–80 μm . Należy pamiętać, że im cieńsza warstwa, tym czas powstania elementu (druku) się wydłuża. Parametr ustawienia wysokości druku warstwy wpływa także na jakość uzyskanej powierzchni, jej chropowatość oraz precyzję wykonania elementu protetycznego. Kolejnym parametrem jest dokładność druku, która w przypadku metody DLMS wynosi $\pm 0,1$ mm. Należy go obowiązkowo uwzględnić przy druku próbek o narzuconych wymiarach, np. uregulowanych przez normę.

CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁU UŻYTEGO DO BADAŃ I METODOLOGIA BADAŃ

Próbki do badań zostały uzyskane w wyniku druku 3D techniką DMLS. Zastosowano globularny proszek Co-Cr-W-Mo o nazwie Adorbond CC Pulver (Ador Dental



Rys. 1. Budowa drukarki 3D projektu graficznego A. Janiszewskiej

Solutions), którego skład chemiczny przedstawiono w tabeli 1. Własności użytego do eksperymentu proszku Co-Cr-W-Mo wymieniono w tabeli 2.

Modele próbek do badań zostały wykonane przy użyciu oprogramowania SolidWorks firmy Dassault Systèmes. W ramach projektu konieczne było stworzenie specjalnych struktur wzmacniających (supportów) między poszczególnymi próbkami, aby zminimalizować potencjalne wysokie naprężenia podczas post-processingu. Drukowanie próbek do badań zostały wydrukowane na drukarce 3D EOS M100 w atmosferze ochronnej azotu. Założonym podczas eksperymentu zmiennym parametrem druku 3D próbek była wysokość warstwy druku. Podczas drukowania wynosiła ona odpowiednio 20 μm i 30 μm . Pozostałe parametry druku zostały dostosowane do ustawień drukarki: moc lasera – 200 W, średnia ogniskowa – 40 μm . Po zakończonym procesie DLMS przepro-

wadzono oczyszczanie próbek, stosując piaskowanie z użyciem piaskarki firmy Renfert. Kolejno usunięto struktury podporowe (supporty) i wykonano etapy szlifowania oraz polerowania próbek. Kontynuując eksperyment własny po etapie druku 3D, przeprowadzono obróbkę cieplną próbek (wyżarzanie). Obróbkę termiczną wykonano w piecu komorowym w atmosferze ochronnej azotu. Próbkę podgrzewano wraz z piecem przy wzroście temperatury wynoszącym 20°C/min. Wyżarzanie w temperaturze 1150°C trwało godzinę. Kolejno próbki zostały chłodzone wraz z piecem do temperatury 650°C, po czym kontynuowano ich ochładzanie na powietrzu, aż do osiągnięcia temperatury pokojowej.

Preparatyka metalograficzna próbek obejmowała następujące po sobie procesy: szlifowania (papiery ściernie SiC o gradacji: 280, 500, 800 i 1200), polerowania mechanicznego (sukna polerskie z dodatkiem zawiesin diamentowych o gradacji: 3 μm , 1 μm , 0,25 μm), trawienia elektrolitycznego, w odczynniku o składzie: 60 cm³ HCl + 15 cm³ HNO₃ + 15 cm³ CH₃COOH + 15 cm³ wody destylowanej. Czas trawienia wynosił 20–60 s, napięcie 5,4–5,7 V. Badania mikrostruktury próbek przeprowadzono przy użyciu mikroskopu świetlnego LEICA DM 4000M oraz skaningowego mikroskopu elektronowego Phenom XL. Analizy EDS z mikroobszarów na próbkach prowadzono w programie Thermo-Calc 2020a, korzystając z bazy danych TC-SSOL5. Próbkę do badań poddano także pomiarom twardości z zastosowaniem metody Vickersa, korzystając z aparatu ZHU firmy Zwick/Roell. Dla każdej próbki wykonano po dziesięć pomiarów w losowo wybranych miejscach. Pojedynczy pomiar twardości trwał 10 s przy obciążeniu wgłębnika siłą 10 kG.

Tabela 1. Skład chemiczny [mas.] proszku Co-Cr-W-Mo

Co	Cr	W	Mo	Si	Nb
62,5	24,6	8,5	2,9	1,3	<1

Tabela 2. Własności proszku Co-Cr-W-Mo

Gęstość ρ [g/cm ³]	8,3
Twardość HV10	285
Granica plastyczności $R_{p0,2}$ [MPa]	490
Moduł sprężystości E [GPa]	210
Wydłużenie przy zerwaniu A [%]	10

WYNIKI BADAŃ I ICH DISKUSJA

WYNIKI OBSERWACJI MIKROSKOPOWYCH

Badania mikroskopowe miały określić wpływ zmiany parametru druku (wysokości warstwy druku) oraz wpływu zastosowanej obróbki cieplnej na mikrostrukturę badanego protetycznego stopu Co-Cr-W-Mo. Otrzymane obrazy mikrostruktur przedstawiono na rysunkach 2–5.

Mikrostruktura próbki wykonanej metodą druku 3D (DMLS) z wysokością druku warstwy wynoszącą 20 μm wykazywała charakterystyczny wzór przypominający łuski ryby (rys. 2). Mikrostruktura powstała w wyniku oddziaływania strumienia wiązki lasera podczas działającego procesu przetapiania laserowego metalicznego proszku. Na otrzymanej mikrostrukturze zaobserwowano zjawisko mieszania się stopionego metalu w obszarze spoiny (rys. 2b).

Obróbka cieplna próbki w temperaturze 1150°C przez godzinę spowodowała zanik wyraźnych jeziorek mieszania się przetopionego materiału stopu Co-Cr-W-Mo na rzecz mikrostruktury zaprezentowanej na rysunku 3. Proces wyżarzania w takich warunkach spowodował mo-

dyfikację mikrostruktury próbki, która przypominała łuski ryby, w strukturę ziarnistą (rys. 3). Przy powiększeniu 500 razy (rys. 3c) zaobserwowano drobne, sferoidalne (globularne) wydzielenia rozmieszczone w całej objętości stopu. Według danych literaturowych [3, 8] wydzielenia te to prawdopodobnie fazy węglkowe.

Zwiększenie wysokości druku warstwy do 30 μm (rys. 4) spowodowało powstanie przetopów mających nieco inny charakter niż w przypadku próbki po druku z wysokością warstwy 20 μm (rys. 3). Na otrzymanej mikrostrukturze (rys. 4) zaobserwowano ciągle obszary bez efektu łuski ryby (rys. 4a – wskazano strzałkami). Dodatkowo zaobserwowano zjawisko mieszania się stopionego metalu w obszarze spoiny (rys. 4b), a także wielokierunkową krystalizację rosnących ziaren (rys. 4c – wskazano strzałkami). Zauważono różnice w szerokości ścieżki przetopu wiązki lasera tworzącej tzw. ścieg przetopu (rys. 2a i 4a – wskazano strzałkami).

W wyniku obróbki cieplnej (1150°C/1 h) nastąpiła zmiana mikrostruktury próbki drukowanej z wysokością warstwy 30 μm (rys. 5). Ujawniono mikrostrukturę ziarnistą



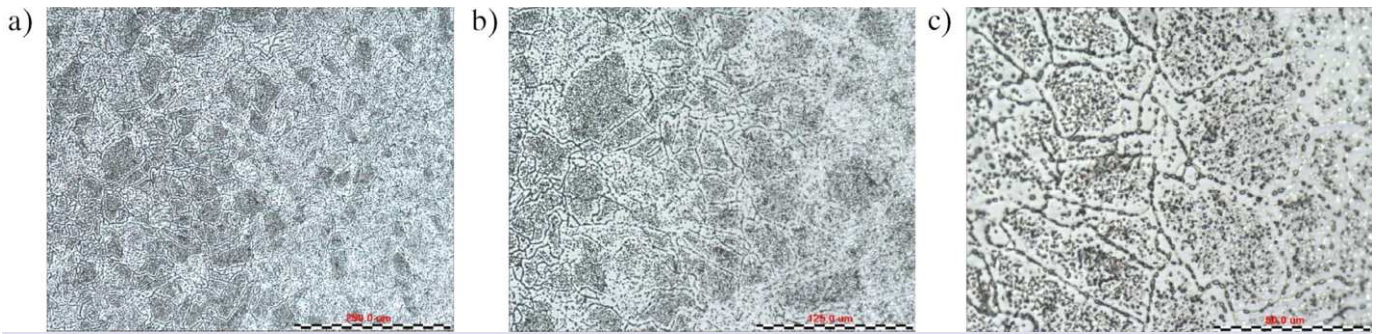
Rys. 2. Mikrostruktura próbki ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku wynoszącej 20 μm – próbka niewyżarzana. Obrazy LM wykonano z powiększeniem: 100 razy (a), 200 razy (b) i 500 razy (c)



Rys. 3. Mikrostruktura próbki ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku wynoszącej 20 μm – próbka wyżarzana. Obrazy LM wykonano z powiększeniem: 100 razy (a), 200 razy (b) i 500 razy (c)



Rys. 4. Mikrostruktura próbki ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku wynoszącej 30 μm – próbka niewyżarzana. Obrazy LM wykonano z powiększeniem: 100 razy (a), 200 razy (b) i 500 razy (c)



Rys. 5. Mikrostruktura próbki ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku wynoszącej 30 μm – próbka wyżarzana. Obrazy LM wykonano z powiększeniem: 100 razy (a), 200 razy (b) i 500 razy (c)

z charakterystycznymi sferoidalnymi wydzieleniami znajdującymi się zarówno na granicach, jak i wewnątrz ziaren (rys. 5c). Granice ziaren są wyraźnie zarysowane (rys. 5b), a widoczne na nich wydzielania tworzą łańcuszki i mają większe wymiary niż wydzielania znajdujące się wewnątrz ziaren (rys. 5c). Zgodnie z danymi literaturowymi obserwowane wydzielania to prawdopodobnie węgliki.

Ponadto należy podkreślić, że w próbce z druku 3D z wysokością warstwy 30 μm (rys. 5), w porównaniu z próbką z warstwą druku 20 μm (rys. 3), zaobserwowano nieco większy wymiar powstałego ziarna w stopie Co-Cr-W-Mo, a sferoidalne wydzielania na granicach cechuje większy wymiar i charakterystyczne łańcuszkowe rozmieszczenie po granicach ziaren.

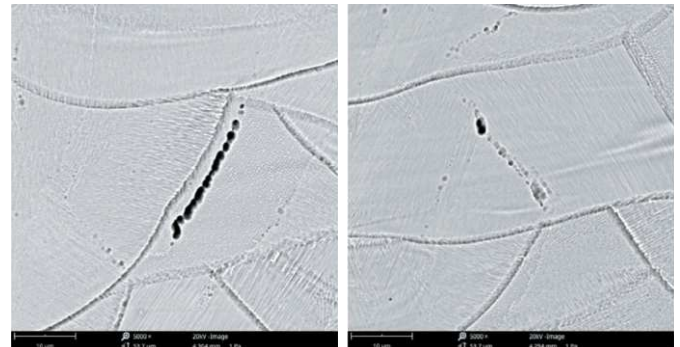
SKANINGOWA MIKROSKOPIA ELEKTRONOWA WRAZ Z ANALIZĄ EDS

Badania SEM wykonano w celu ujawnienia szczegółów mikrostruktury badanych próbek ze stopu Co-Cr-W-Mo zarówno po etapie druku metodą DMLS (rys. 6, 7 i 10), jak i po wykonanej obróbce cieplnej (rys. 8 i 11). Analizy EDS przeprowadzono, aby zweryfikować skład chemiczny w wybranych mikroobszarach badanych próbek (rys. 9 i 12).

W próbce po druku z wysokością warstwy 20 μm widoczna była charakterystyczna mikrostruktura łuski ryby (rys. 6). Krystalizacja stopu zachodziła w wielu kierunkach (rys. 6c), zaobserwowano tworzenie się dendrytów, które przechodzą we wzrost komórkowo-dendrytyczny (rys. 6c) oraz jeziora mieszania się materiału (rys. 6b). Próbka została również oceniona pod kątem obecności artefaktów, takich jak pory, pustki czy przetopienia. W próbce po druku 3D z grubością warstwy 20 μm nie dostrzeżono istotnych rażących wad druku wymienionych wyżej. Zaobserwowano jedynie nieliczne pustki w postaci łańcuszków (rys. 7). Stwierdzono, że, pomimo niewielkiego

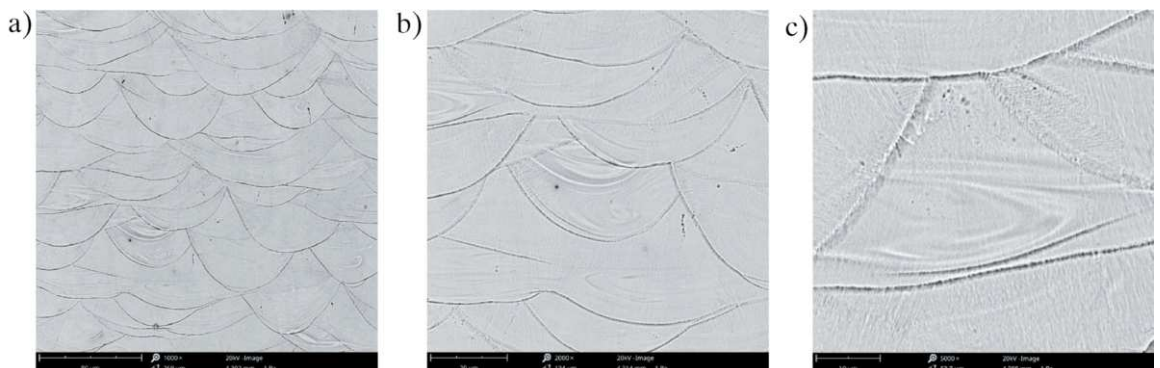
udziału pustek w próbce ze stopu Co-Cr-W-Mo będącego na poziomie około 2–4 w stosunku do całości obserwowanej mikrostruktury, świadczy to o nieprawidłowościach procesu DLMS, może być także problematyczne podczas wykonywania np. prób wytrzymałościowych czy późniejszej eksploatacji elementu, ponieważ obecne w stopie drukowanym pustki mogą stanowić potencjalne miejsca inicjacji mikropęknięć, wynikających z braku ciągłości materiału metalicznego. Zaplanowany i wykonany eksperyment obróbki cieplnej spowodował modyfikację mikrostruktury drukowanej próbki z wysokością warstwy 20 μm ze stopu Co-Cr-W-Mo (rys. 8). Obserwowano wyraźnie zarysowaną strukturę ziarnistą, bogatą w liczne wydzielania zlokalizowane zarówno wewnątrz ziaren, jak i na ich granicach (rys. 8b).

Porównując wydzielania wewnątrz ziaren z tymi znajdującymi się na ich granicach, stwierdzono, że mają one wydłużony kształt, większy wymiar oraz układają się w charakterystyczne łańcuszki (rys. 8c). Wydzielania we-

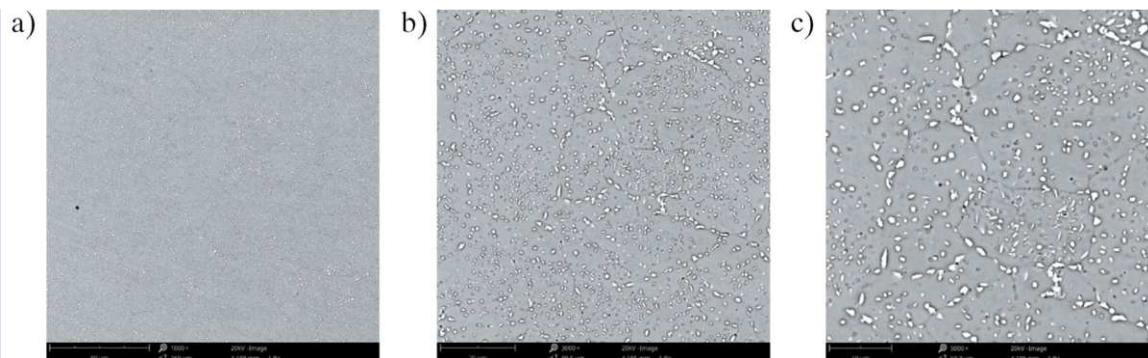


Rys. 7. Obrazy SEM próbki drukowanej ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku 20 μm – próbka niewyżarzana. Zdjęcia wykonano z powiększeniem: 5000 razy dla różnych miejsc na obszarze próbki (a i b)

Rys. 6. Obrazy SEM próbki drukowanej ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku 20 μm – próbka niewyżarzana. Zdjęcia wykonano z powiększeniem: 1000 razy (a), 2000 razy (b) i 5000 razy (c)



Rys. 8. Obrazy SEM próbki drukowanej ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku 20 μm – próbka wyżarzana. Zdjęcia wykonano z powiększeniem: 1000 razy (a), 3000 razy (b) i 5000 razy (c)



wewnątrz ziaren tworzyły konglomeraty różniące się między sobą kształtem, wielkością i dyspersją (rys. 8c). W celu identyfikacji składu chemicznego ujawnionych wydzieleni próbkę przeanalizowano z wykorzystaniem spektroskopii energodispersyjnej (EDS) (rys. 9).

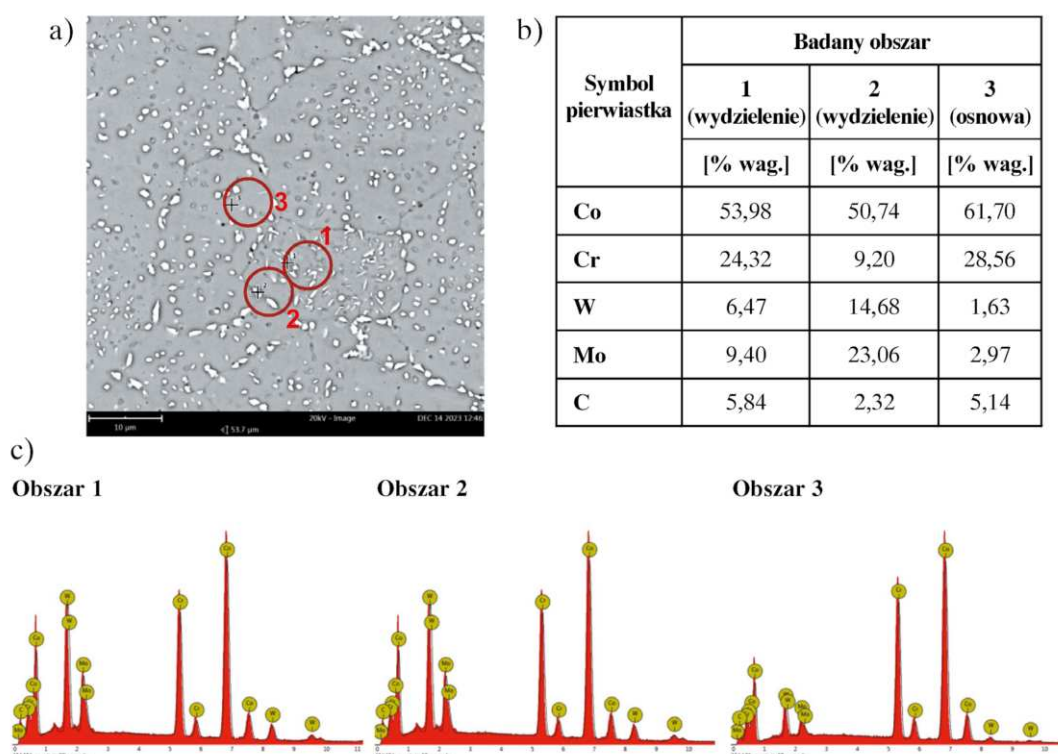
Zauważono, że wydzielena wewnątrz ziaren (rys. 9 – obszar 1) charakteryzują się podwyższoną zawartością chromu (Cr) oraz domieszkami molibdenu (Mo) i wolframu (W). Porównując skład chemiczny wydzieleni na granicach ziaren (rys. 9 – obszar 2), stwierdzono ponad dwukrotnie podwyższoną zawartość W i Mo przy zaniżonej wartości Cr. Segregacja pierwiastków stopowych, węglotwórczych do badanych obszarów 1 i 2 świadczyła o występowaniu faz węglkowych.

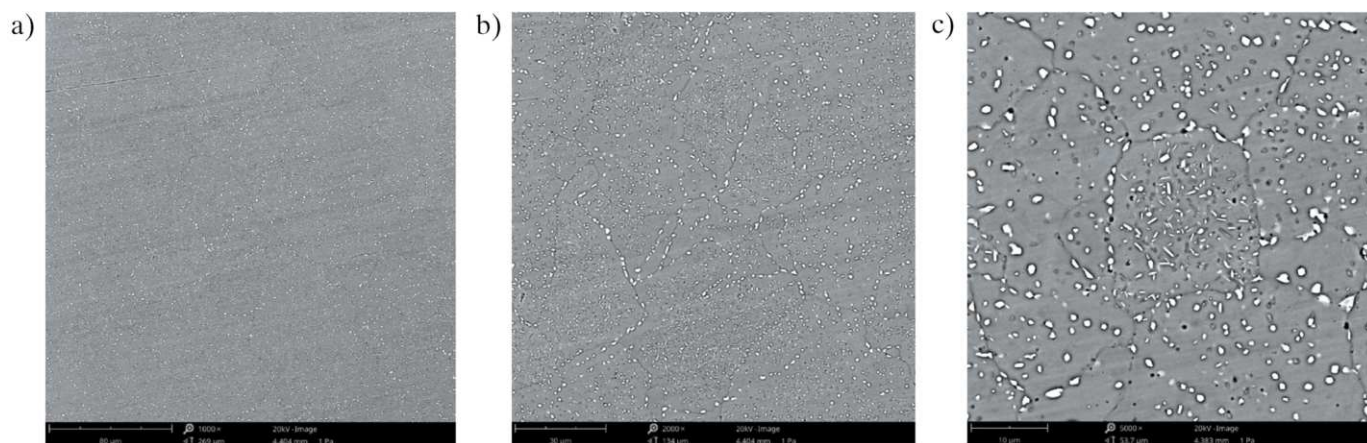
Na podstawie analizy EDS z mikroobszarów i literatury [10, 11] stwierdzono, że wydzielena wewnątrz ziaren mogą być typu: MC , M_2C , M_7C_3 z przewagą węgla typu M_{23}C_6 , zaś na granicach występują fazy węglkowe typu MC , M_2C i M_7C_3 . Należy zaznaczyć, że określona zawartość węgla w badanej próbce (rys. 9) nie była badaniem jednoznaczny, a jedynie szacunkowy ze względu na problematyczność określenia tego pierwiastka w badaniu EDS (C jest pierwiastkiem z grupy lekkich).



Rys. 10. Obrazy SEM próbki drukowanej ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku 30 μm – próbka niewyżarzana. Zdjęcia wykonano z powiększeniem 1000 razy (a), 2000 razy (b) i 5000 razy (c)

Rys. 9. Obraz SEM (a) oraz ilościowa zawartość pierwiastków (b) wraz z widmami rentgenowskimi (c) drukowanej próbki ze stopu Co-Cr-W-Mo z wysokością warstwy 20 μm poddanej wyżarzaniu w 1150°C przez godzinę





Rys. 10. Obrazy SEM próbki drukowanej ze stopu Co-Cr-W-Mo o wysokości warstwy druku 30 µm – próbka niewyżarzana. Zdjęcia wykonano z powiększeniem: 1000 razy (a), 2000 razy (b) i 5000 razy (c)

Mikrostruktura przypominająca kształt łuski ryby, jaka powstała w stopie (o wysokości warstwy druku 30 µm) w wyniku działania wiązki lasera podczas procesu DMLS, wydaje się mieć większe łuski w porównaniu z próbką o grubości warstwy druku wynoszącej 20 µm (rys. 10). Widoczne są różne fronty krystalizacji dendrytów, a drobna mikrostruktura dendrytyczna przechodzi w strukturę komórkowo-dendrytyczną.

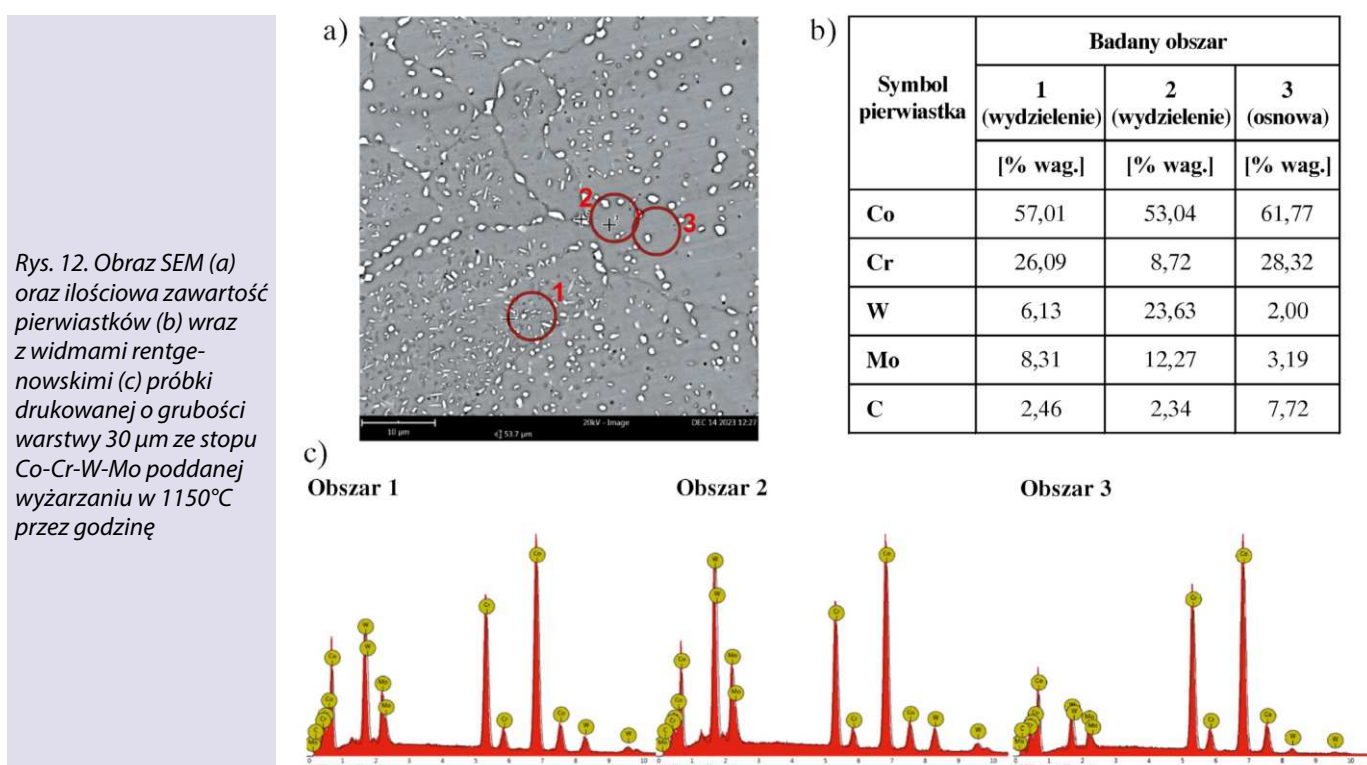
Przeprowadzony zabieg termiczny (wyżarzanie 1150°C/1 h) podobnie jak w przypadku próbki z warstwą druku 20 µm (rys. 8) spowodował zmianę mikrostruktury przypominającej łuskę ryby na ziarnistą z obecnością wydzieli węglkowych zlokalizowanych zarówno wewnątrz ziarna, jak i po jej granicach (rys. 11). Zauważono, że wydzielania te mają różnorodną postać (morfologię) ze względu na lokalizację w badanych stopie (rys. 11c). Te znajdujące się we wnętrzu ziaren są drobniejsze, przyjmowały bardziej wydłużoną, kanciastą formę (postać) i były one zorientowane w różnych kierunkach (rys. 11c).

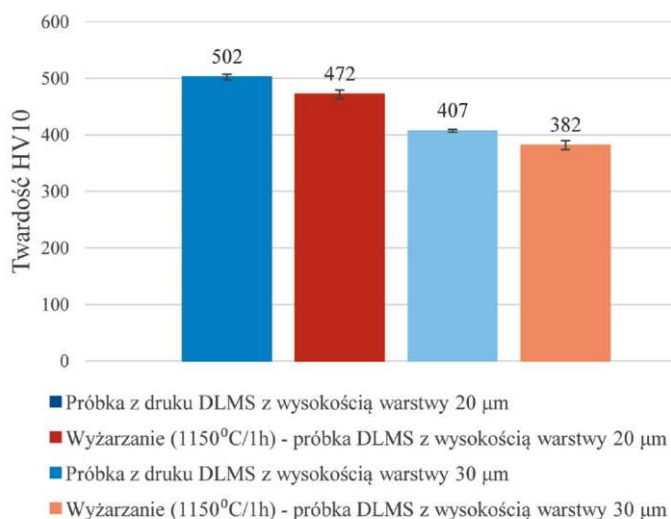
Należy dodać, że wydzielania po granicach ziaren były większe i przyjmowały postać zbliżoną do kulistej (sferoidalnej) i uformowaną w kształt łańcuszków (rys. 11b i c).

Na rysunku 12 przedstawiono analizę EDS z ujawnionych wydzieli w badanej próbce stopu Co-Cr-W-Mo. Analiza składu chemicznego potwierdziła obecność faz węglkowych. Podobnie jak w przypadku próbki z wysokością druku warstwy 20 µm (rys. 9) obserwowano segregację W i Mo do obszarów ujawnionych wydzieli (rys. 12b). Zauważono jednak różnicę – nastąpiło odwrócenie zawartości W i Mo, choć nadal stwierdzono, że pierwiastki te tworzą fazy węglkowe typu MC, M_2C , M_7C_3 , z przewagą węgla typu $M_{23}C_6$ w wydzieleniach wewnątrz ziaren. Na granicach ziaren nadal wskazano obecność faz węglkowych typu MC, M_2C i M_7C_3 .

WYNIK POMIARÓW TWARDOŚCI

Na podstawie analizy średnich twardości zmierzonych metodą Vickersa (HV10) zaobserwowano spadek twardo-





Rys. 13. Zestawienie średnich wartości twardości Vickersa (HV10) dla próbek drukowanych metodą DMLS ze stopu Co-Cr-W-Mo oraz próbek poddanych wyżarzaniu w temperaturze 1150°C/h

ści próbek po wykonanej obróbce cieplnej w stosunku do próbek Co-Cr-W-Mo drukowanych metodą DMLS z wysokością warstwy 20 µm i 30 µm (rys. 13). Próbka drukowana ze zmiennym parametrem (wysokość warstwy 20 µm) wykazywała wyższą średnią twardość niż próbka drukowana z wysokością warstwy 30 µm. Różnica pomiędzy grubością druku w materiale rodzimym prawdopodobnie spowodowana była grubością przetopu przechodzącej wiązki lasera i „gęstością” ściegu przetopu. Według danych literaturowych obróbka cieplna sprzyja wydzielaniu się faz węglkowych zarówno na granicach, jak i wewnątrz ziarna. Wydzielenia te różniły się wielkością, dyspersją i morfologią (kształtem). Okazało się, że proces DLMS pozwolił uzyskać próbki o mikrostrukturze bardziej stabilnej i jednorodnej pod względem jednorodności oraz podwyższonej twardości. Pomimo że w obu badanych próbkach (tj. po wysokości druku warstwy 20 µm i 30 µm poddanych obróbce cieplnej) istniały fazy węglkowe, które, jak podaje literatura, powinny umacniać stop, to w tym przypadku wydzielenia te nie były równomiernie ułożone w całej objętości stopu, co mogło mieć wpływ na pomiar i wynik końcowy badania. Znaczenie dla rezultatów miało nie tylko rozmieszczenie faz węglkowych (wewnątrz ziarna lub na jej granicach), ale także ich wielkość, typ i szeroko rozumiana morfologia. Dodatkowo należy zauważyć, że pomiar twardości był wynikiem penetracji wgłębnika (HV) obejmującym zarówno osnowę stopu, jak i drobne wydzielenia węglkowe. Ostateczny wynik twardości będzie w dużym stopniu zależał od udziału objętościowego węglków i osnowy w obszarze objętym przez wgłębnik podczas pomiaru.

WNIOSKI

Próbki wykonane metodą druku 3D w technice DLMS, z uwzględnieniem zmiennego parametru, jakim była wysokość warstwy druku (20 µm i 30 µm), oraz przeprowadzony w ramach badań eksperymentalnych, umożliwiły szczegółową analizę i wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Próbki 3D wydrukowane metodą DLMS były zwarte,

jednorodne bez widocznych wad i artefaktów. Przejścia (ścieżki) przetopienia warstwy proszków w wyniku działania wiązki lasera kształtem przypominały „łuski ryby” o mikrostrukturze dendrytycznej przechodzącej w komórkowo-dendrytyczną z frontami krystalizacji w różnych kierunkach.

- 2) W przypadku próbki z wysokością warstwy 20 µm ujawniono mikrostrukturę podziarnową przypominającą łuski ryby, czego nie zaobserwowano w próbce z wysokością warstwy druku 30 µm.
- 3) Porównując mikrostrukturę próbki z wysokością druku warstwy wynoszącej 30 µm do próbki z wysokością warstwy 20 µm, zaobserwowano zmianę jakościową w morfologii materiału, który wykazał tendencję do powstania w wyniku przetopienia laserowego wydłużonych kształtem jeziorek.
- 4) Obserwacje SEM wraz z analizą EDS potwierdził skład chemiczny badanego stopu Co-Cr-W-Mo. Wyżarzanie w temperaturze 1150°C przez godzinę spowodowało wydzielanie się faz węglkowych zarówno na granicy, jak i wewnątrz ziaren o zwiększonej zawartości wolframu, molibdenu i chromu. Na podstawie danych literaturowych stwierdzono, że było to spowodowane segregacją węglkotwórczych pierwiastków wolframu (W), molibdenu (Mo), a także chromu (Cr) do obszarów granicznych i wnętrza ziarna. Powstałe fazy węglkowe były typu MC, M_2C , $M_{23}C_6$ oraz M_7C_3 , które stanowiły umocnienie stopu.
- 5) Porównując próbki z wysokością druku warstwy 20 µm i 30 µm poddanych wyżarzaniu, zaobserwowano, że wydzielenia wewnątrz ziaren w próbce wysokością druku warstwy odpowiednio 30 µm charakteryzowały się zróżnicowanym kształtem, dyspersją i wielkością. Miały one kształt drobnych wydłużonych wydzieleni faz węglkowych przypominających igły, zaś na granicach morfologiczne fazy węglkowe miały kształt globularnych wydzieleni.
- 6) Stwierdzono, że próbki drukowane z wysokością warstwy 20 µm zarówno przed obróbką cieplną, jak i po niej charakteryzowały się wyższą twardością w porównaniu z próbkami z druku z warstwą 30 µm.

Literatura u autora

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w książce pt. Nauka – technika – technologia [Dokument elektroniczny] : seria wydawnicza AGH, T. 9. Kraków : Wydawnictwa AGH, 2024. S. 5-20.

Dr inż. Joanna Augustyn-Nadzieja¹, Wiktoria Gut²

1 – Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Metalii i Informatyki Przemysłowej, Kraków

2 – Akademia Górniczo-Hutnicza, Koło Naukowe Promat, Koło Naukowe Powierzchnia, Wydział Inżynierii Metalii i Informatyki Przemysłowej, Kraków

Podstawy badań stomatologicznych: zdjęcia zewnątrzustne – cefalometryczne (cefalogram)

PIOTR MALISZ, ANNA DUBIS, HALINA MIZGALSKA-TRACZYK



Zdjęcie cefalometryczne (*cephalometric radiograph*) jest zewnątrzustnym zdjęciem diagnostycznym obrazującym część twarzową czaszki (tkanki kostne i miękkie), służącym do pomiarów tych struktur.

Zdjęcia cefalometryczne są wykonywane w dwóch projekcjach:

1. projekcja boczna (cefalometr boczny profilowy, LL z ang. *latero-lateral projection*; rys. 1) – wykonywana częściej;
2. projekcja tylnoprzodna (cefalometr tylnoprzodny, PA, z ang. *postero-anterior projection*, rys. 2) – wskazana do wykonania w przypadku asymetrii twarzy.

Jest to podstawowe standardowe badanie w ortodoncji służące do oceny struktur kostnych, zębowych oraz ich relacji względem tkanek miękkich. Zdjęcia cefalometryczne są wykonywane ze wskazań ortodontycznych w celu zaplanowania leczenia oraz jego długofalowego monitorowania. Analiza cefalometryczna służy do oceny wzrostu i rozwoju kości i uzębienia u dzieci wymagających leczenia ortodontycznego [1].

Zdjęcie to wykonywane jest również ze wskazań protetycznych do oceny uzyskanego efektu leczenia przy zastosowaniu protez zębowych oraz oceny skuteczności leczenia schorzeń stawów skroniowo-żuchwowych przy użyciu np. szyny relaksacyjnej. Wskazaniem chirurgicznym do wykonywania diagnostyki cefalometrycznej jest planowanie leczenia przed operacją ortognatyczną lub korekcją rozszczepów podniebienia. Coraz częściej wykorzystuje się zdjęcia cefalometryczne również w laryngologii do obrazowania dróg powietrznych w przypadkach bezdechu sennego.

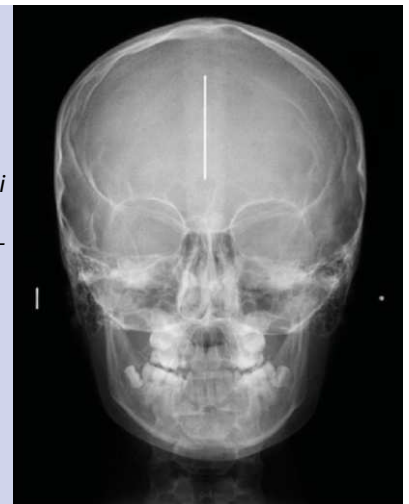
W związku z wymogami ustawy Prawo Atomowe [2] (z dnia 29 listopada 2000 r. – tekst jednolity Dz. U. z 2017 r., poz. 576) została stworzona wzorcowa procedura radiologiczna: radiografia cefalometryczna („Radiografia, boczne czaszki do analizy cefalometrycznej” kod główny: 1.017, ICD 9: 87.121.101). W każdej pracowni radiologicznej na podstawie procedur wzorcowych muszą zostać opracowane procedury robocze [3]. Nie ma jeszcze opracowanej procedury wzorcowej dla zdjęcia cefalometrycznego tylnoprzodnego i osiowego (podbródkowo-osiowego [4]).

Zdjęcie cefalometryczne wykonywane jest przez osobę uprawnioną (lekarz dentysta, technik elektroradiolo-

Rys. 1. Cefalometr boczny profilowy – widoczne kości części twarzowej czaszki, kręgosłup szyjny oraz profil tkanek miękkich twarzy, nakładka nosowa ze skalą, uchwyty uszne, Źródło: zbiory własne



Rys. 2. Cefalometr tylnoprzodny – widoczne kości części twarzowej czaszki, głównie żuchwa, oba stawy skroniowo-żuchwowe, nakładka nosowa ze skalą, uchwyty uszne. Źródło: zbiory własne



gii/elektroradiolog) wyłącznie na podstawie pisemnego skierowania lekarza prowadzącego.

Aparat cefalometryczny jest obecnie częścią (przystawką) aparatu pantomograficznego i może być zamontowany na kolumnie aparatu po prawej lub po lewej stronie (rys. 3). Ustawienie przystawki determinuje rodzaj wykonywanych zdjęć cefalometrycznych bocznych na: prawolewe lub lewo-prawe (w zależności od kierunku padania promienia centralnego wiązki promieniowania RTG), a co za tym idzie – pojawienie się cienia prawej lub lewej strony trzonu i gałęzi żuchwy. Odcinek żuchwy bardziej oddalony od detektora ulega pozornemu powiększeniu nawet do 20% [5].



Rys. 3. Przystawka cefalometryczna do aparatu pantomograficznego. Źródło: zbiory własne

Do niedawna w Polsce technika zdjęć cefalometrycznych była znana pod nawą: „tele-RTG” lub „tele-X”.

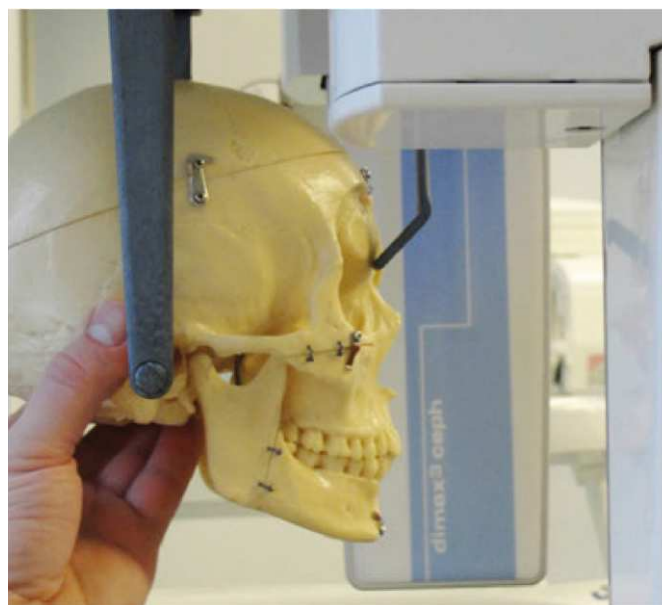
Zdjęcia cefalometryczne wykonywane są ze zwiększoną odległością ognisko – detektor, zastosowanie techniki odległościowej minimalizuje nierównomierne powiększenie prawej i lewej strony struktur części twarzowej czaszki na obrazie. Odległość pomiędzy źródłem promieniowania RTG a linią pośrodkową pacjenta w cefalometrii wynosi najczęściej 150 cm. Standardowo detektor promieniowania znajduje się około 180 cm od źródła promieniowania i średnio 30 cm od linii pośrodkowej czaszki (projekcja boczna) lub płaszczyzny czołowej przechodzącej przez otwory słuchowe zewnętrzne (projekcja tylnoprzodna). Zakres odległości źródło – detektor został zawarty w procedurze wzorcowej i wynosi od 120 do 200 cm. W przystawkach aparatów analogowych jest możliwa regulacja odległości pomiędzy wózkiem kasety a pacjentem. Powoduje to płynne ustawienieżądanego powiększenia obrazu w zakresie od 1,09 do 1,3 razy. Z kolei aparaty cyfrowe nie mają możliwości takiej regulacji, dzięki temu wytwarzają stałe powiększenie obrazu rzędu 10% (1:1,1). Dla lekarzy ortodontów bardziej praktyczne jest analizowanie zdjęć cefalometrycznych posiadających stałe, znane powiększenie, zwłaszcza w przypadkach analizy porównawczej (follow-up).

Przygotowanie pacjenta do zdjęcia cefalometrycznego, uwzględniające zasady ochrony radiologicznej, polega na poinformowaniu o rodzaju badania rentgenowskiego oraz sposobie jego przeprowadzenia, konieczności pozostania w bezruchu podczas jego trwania. Należy zdjąć wszystkie rzeczy i metalowe ozdoby z badanej okolicy, a także ruchome protezy zębowe i epitezy. Podobnie jak w pantomografii, stosuje się fartuch ochronny bez kryzy na tarczycę.

Zdjęcia cefalometryczne są wykonywane w pozycji stojącej lub siedzącej (u pacjentów niepełnosprawnych na wózku inwalidzkim). Głowa pacjenta jest unieruchomiona w kraniostatie (zwanym inaczej cefalostatem), wyposażonym w parę uchwytów usznych oraz w pojedynczy uchwyt nosowy. Stabilizacja ułożenia czaszki jest trójpunktowa (otwory słuchowe zewnętrzne i nasada

nosa; rys. 4). Uchwyty zamontowane są na ruchomej tarczy z podziałką kątową, co umożliwia ich obrót od 0 do 90 stopni (skokowo co 10 stopni). W projekcji bocznej tarcza jest ustawiona w ten sposób, aby płaszczyzna strzałkowa pośrodkowa była równoległa do detektora. Obrót tarczy o 90 stopni umożliwia ułożenie płaszczyzny czołowej pacjenta równoległe do detektora (projekcja tylnoprzodna).

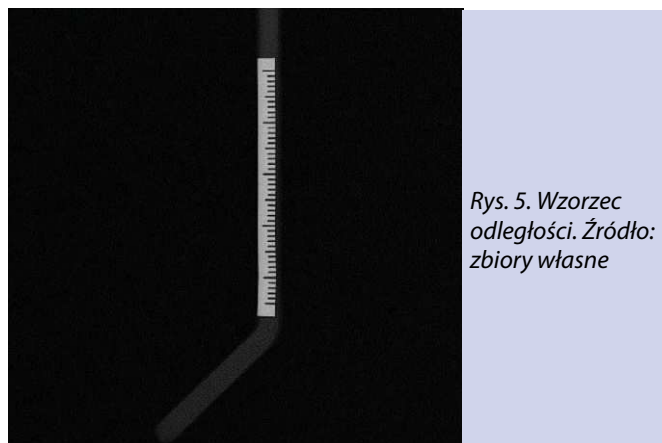
Uchwyty uszne są wykonane z materiału przeziernego dla promieniowania RTG (najczęściej jest to tworzywo sztuczne lub odporniejsze mechanicznie włókno szklane) i zakończone tzw. oliwkami w kształcie stożków. Oliwki uszne poprzez wprowadzenie do otworów słuchowych zewnętrznych przytrzymują głowę pacjenta. W oliwkach



Rys. 4. Ustawienie modelu czaszki w kraniostatie cyfrowego aparatu pantomograficznego. Źródło: zbiory własne

usznych są zamontowane pierścienie i kulki wykonane z metalu (widoczne na zdjęciach RTG), które służą do kalibracji ustawienia kraniostatu.

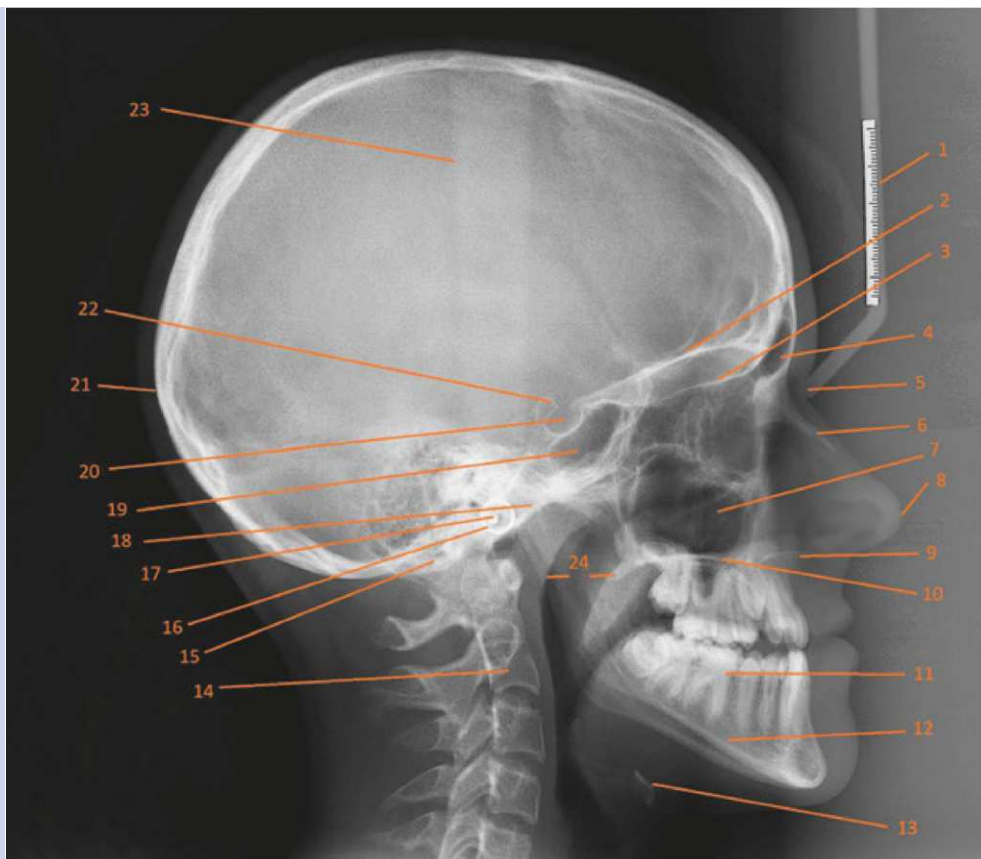
Nakładka na nos posiada, również widoczny na zdjęciu, zatopiony metalowy wzorec odległości (rys. 5) służący do określenia powiększenia obrazu. Zdjęcia w projekcji bocznej wykonane bez wzorca są bezwartościowe, ponieważ nie jest możliwe porównanie pomiarów odległości i wykonanie analizy cefalometrycznej. Końcówka nakładki nosowej powinna być umieszczona na nasadzie



Rys. 5. Wzorec odległości. Źródło: zbiory własne

Rys. 6. Cefalometr boczny profilowy – na radiogramie uwidoczniono cienie oraz wybrane punkty cefalometryczne (kostne i skórne): 1 – nakładka nosowa z wzorcem, 2 – dno przedniego dołu czaszki, 3 – sklepienie oczodołu, 4 – zatoka czołowa, 5 – punkt cefalometryczny skórny Nasion, 6 – kość nosowa, 7 – zatoka szczękowa, 8 – punkt cefalometryczny skórny Pronasale, 9 – kość nosowa przedni, 10 – podniebienie twarde, 11 – pierwszy ząb trzonowy żuchwy, 12 – trzon żuchwy, 13 – kość gnykowa, 14 – trzon kręgu szyjnego C2, 15 – wyrostek sutkowaty, 16 – pierścień oliwki usznej, 17 – metalowa kulka oliwki usznej oraz punkt cefalometryczny kostny Auriculare, 18 – głowa żuchwy, 19 – zatoka klinowa, 20 – siodło tureckie oraz punkt cefalometryczny kostny Sella, 21 – punkt cefalometryczny kostny Opistocranion, 22 – wyrostki pochyle tylne kości klinowej, 23 – cień uchwyty usznego, 24 – powietrze w drogach nosogardzieli.

Źródło: zbiory własne



nosa (skórny punkt cefalometryczny zwany nasion). Przy ustawieniu pacjenta do zdjęć cefalometrycznych wykorzystuje się tzw. płaszczyznę frankfurcką (inaczej oczodołowo-uszną środkową) wyznaczoną przez punkty leżące na brzegu podoczodołowym (kostny punkt cefalometryczny *infraorbitale*) i otworze słuchowym zewnętrznym (kostny punkt cefalometryczny *porion*).

Obie podstawowe projekcje cefalometryczne: boczna profilowa oraz tylnoprzódna wymagają odpowiedniego ustawienia głowy pacjenta: płaszczyzna frankfurcka przebiega poziomo i równolegle do podłogi, a płaszczyzna strzałkowa pośrodkowa – pionowo do poziomu podłogi [6]. Do ustawiania płaszczyzny frankfurckiej głowy pacjenta w poziomie służy wysunięcie nakładki nosowej góra-dół oraz przyciski poruszające kolumną aparatu w górę lub w dół (w niektórych modelach aparatów, dla wygody pozycjonowania pacjenta, są one powtórzone na ramieniu przystawki cefalometrycznej).

Poprawne wykonanie procedury cefalometrycznej zawsze wymaga ustawienia zgryzu pacjenta w zwarcie – pełnym zaguzkowaniu. Niepoprawne ustawienie zgryzu stanowi przyczynę częstego powtarzania zdjęć. Na rys. 6 przedstawiono i zidentyfikowano cienie uwidocznione na przykładowym zdjęciu cefalometrycznym bocznym profilowym.

W przeszłości do uwidocznienia tkanek miękkich na zdjęciu cefalometrycznym bocznym profilowym wykonywano dwie ekspozycje: jedną wiązką „utwardzoną” (uwidocznienie kości) i drugą wiązką promieniowania „miękkiego” (uwidocznienie skóry), uzyskując dwa zdjęcia nakładane na siebie na negatoskopie. Drugi sposób polegał na „obrysowywaniu” nosa i warg papką barytową w linii pośrodkowej przy zastosowaniu pojedynczej

ekspozycji. Obecnie zdjęcia cefalometryczne w formie analogowej są wykonywane na błonie rentgenowskiej umieszczonej w kasecie zawierającej ekrany wzmacniające i wymagają ustawiania głębokości filtra tkanek miękkich przez osobę obsługującą aparat RTG. Promieniowanie pierwotne, ograniczone dożądanego rozmiaru, przechodzi przez kolimator pierwotny i aluminiowy klin umieszczony na brzegu wózka kasety ustawionej na drodze wiązki pierwotnej (rys. 7). Na obrotowej tarczy kraniostatu (nad nasadą nakładki nosowej) znajduje się milimetrowa skala. Po nałożeniu nakładki nosowej technik odczytuje z niej odległość w milimetrach i przenosi odczyt do panelu sterowania. W ten sposób, jeszcze przed wykonaniem ekspozycji, ustawiana jest głębokość wysunięcia klina osłabiającego promieniowanie dla tkanek miękkich.

W obrazowaniu cyfrowym filtr tkanek miękkich ustawiany jest po wykonaniu zdjęcia RTG w czasie komputerowej obróbki obrazów (ang. *postprocessing*). Ze względu na technologię (analogową, cyfrową lub tzw. analogową „ucyfrowioną”) detektory służące do otrzymywania zdjęć cefalometrycznych można podzielić na:

1. układ błona rentgenowska – kasetę wyposażoną w dwa ekrany wzmacniające (w systemach analogowych; czułość rejestratora obrazu 400). Kasetę o rozmiarze: 18 x 24 cm jest umieszczana w statywie kraniostatu pionowo asymetrycznie w zdjęciach bocznych i symetrycznie w zdjęciach tylnoprzódnych. Natomiast kasetę 24 x 30 cm – ułożoną poziomo służy do zdjęć bocznych, gdy chcemy uwidocznnić tylny punkt na czaszce;
2. płytki PSP (skrót od ang. *Photostimulable Phosphor Plate*) w kasetach o takich formatach jak w aparatach analogowych (w „ucyfrowionych” systemach analogo-



Rys. 7. Analogowy aparat pantomograficzny z przystawką cefalometryczną: ustawiony w trybie cefalometrycznym – wiązka pierwotna przechodzi w części przez klin aluminiowy umieszczony na brzegu wózka kasety. Źródło: zbiory własne

wych – po wykonaniu ekspozycji płytki są skanowane laserowo);

3. detektory cyfrowe: CCD (skrót od ang. *charge-coupled device*) lub CMOS (skrót od ang. *complementary metal-oxide semiconductor*) – wielkość pola obrazowania dobierana za pomocą doboru odpowiedniego kolimatora pierwotnego.

Ze względu na zasadę działania cyfrowe aparaty z przystawkami cefalometrycznymi można podzielić na dwie grupy:

1. aparaty skanujące głowę pacjenta wąską wiązką promieniowania (na zasadzie „skanografii”) – detektor ma postać linijki i skanuje obiekt, kierując się w stronę wiązki promieniowania ograniczoną przez szczelinę kolimatora wtórnego – czas skanowania rzędu 10-20 sekund;
2. aparaty wykonujące pojedynczą ekspozycję w krótkim czasie (tak jak w aparatach ogólnodiagnostycznych) –



Rys. 8. Części metalowe oliwek usznych uwidocznione na cefalogramie
Źródło: zbiory własne

system obrazowania składa się wtedy ze wzmacniacza obrazu oraz kamery (np. CCD) – czas skanowania rzędu ułamków sekundy.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. (Dz. U. z 2017 r., poz. 884 – § 9, załącznik nr 6) w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej, aparaty RTG podlegają okresowej kontroli. Dla aparatu z przystawką cefalometryczną są wykonywane testy podstawowe:

1. co miesiąc – test powtarzalności ekspozycji lampy RTG;
2. co 6 miesięcy – test rozdzielczości przestrzennej detektora (wysoko- i niskokontrastowego).

Jeżeli cyfrowy aparat pantomograficzny z przystawką do wykonywania zdjęć cefalometrycznych jest wyposażony w dwa detektory (jeden w części pantomograficznej, drugi w kranioście) testy dla obu detektorów należy wykonywać oddzielnie.

Testy podstawowe są wykonywane przez pracowników upoważnionych do obsługi urządzeń radiologicznych. Na bieżąco można monitorować stan kalibracji przystawki cefalometrycznej poprzez obserwację położenia metalowych elementów zatopionych w uchwytach usznych (patrz Fot. 8), które obrazują się na cefalogramach.

LITERATURA

- [1] A. Urbaniak: Wpływ zwężenia górnych dróg oddechowych na budowę twarzowej części czaszki oraz występowanie wad zgryzu u pacjentów kwalifikowanych do leczenia ortodontycznego, praca doktorska, Gdański Uniwersytet Medyczny, 2013.
- [2] Ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. – tekst jednolity Dz. U. z 2017 r., poz. 576.
- [3] Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 10 listopada 2015 r. w sprawie ogłoszenia wykazu wzorcowych procedur radiologicznych z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej (Dz. Urz. Min. Zdrow. z 2015 r., poz. 78).
- [4] submentovertex w skrócie SMV.
- [5] T.K. Różyło: Zdjęcia cefalometryczne, [w:] I. Różyło-Kalinowska, T.K. Różyło: Współczesna radiologia stomatologiczna, Wyd. Czelej, Lublin 2012, 97.
- [6] F.R. Karjodkar: Textbook of Dental and Maxillofacial Radiology, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2nd Edition, 229.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie „Inżynier i Fizyk Medyczny” nr 2/2028, s. 93-96.

Mgr Piotr Malisz^{1,2}, dr Anna Dubis¹, mgr Halina Mizgalska-Traczyk¹

1 – Zakład Elektroradiologii, Instytut Fizjoterapii, Wydział Nauk o Zdrowiu UJ CM, Kraków

2 – Pracownia Diagnostyki Obrazowej Uniwersyteckiej Kliniki Stomatologicznej w Krakowie

Tomografia wiązki stożkowej – wybrane aspekty

DAVID AEBISHER, ŁUKSZ WOJTAS, KLAUDIA DYNAROWICZ, ADRIAN TRUSZKIEWICZ

Tomografia CBCT (ang. *Cone Beam Computer Tomography*) zmieniała podejście do diagnostyki i leczenia okolicy szczękowo-twarzowej. Możliwości, jakie posiada, są dobrą alternatywą dla klasycznej tomografii komputerowej z wiązką wachlarzową (KT). W dzisiejszej dobie systemy CBCT są złotym standardem w obrazowaniu stomatologicznym. Artykuł ten prezentuje wybrane aspekty systemów CBCT. Można w nim znaleźć również porównanie zasady działania KT i CBCT. Te bardzo podobne systemy mają jednakże pewne różnice o których należy pamiętać przy ich wykorzystywaniu.



Tomografia komputerowa to metoda diagnostyczna, która na stałe wpisała się do świata medycyny. Dzisiejsza medycyna czerpie pełnymi garściami z dobrodziejstw tej metody w każdej z jej specjalności. Ta metoda pozwalająca zaglądać do wnętrza ludzkiego ciała pozwala odpowiedzieć na ogromną liczbę pytań i umożliwia lekarzom postawienie diagnozy wszędzie tam, gdzie jest ocena morfologiczna struktur ludzkiego ciała.

Należy jednak pamiętać, iż rentgenowska tomografia komputerowa (KT) jest jedną z wielu metod diagnostycznych, które umożliwiają ocenę wnętrza obiektu bez jego dekompozycji. Opracowana w latach 40. XX wieku przez Godfreya Hounsfielda (1919-2004) i Allan M. Cormack (1924-1998) metoda oddaje nieocenione usługi dzisiejszej medycynie. Podstawą jej działania jest prześwietlenie ludzkiego ciała wiązką promieniowania rentgenowskiego w czasie obrotu wokół niego zespołu: lampa-pauza-detektor. Wielokrotne prześwietlenie badanej objętości pod różnymi kątami pozwala na akwizycję danych cyfrowych potrzebnych do obliczenia obrazu będącego odwzorowaniem wnętrza dowolnego obiektu. W tym miejscu należy dodać, iż do powstania tej metody przyczynili się również polscy matematycy ze sławnej szkoły lwowskiej. Mowa tutaj o Stefanie Kaczmarzu (1895-ok.1939), matematyku który stworzył podwaliny pozwalające na opracowanie algorytmów rekonstrukcji obrazów tomografii komputerowej w oparciu o uzyskane danych numeryczne. Prace tego polskiego matematyka zaowocowały opracowaniem metody rozwiązywania układów równań,

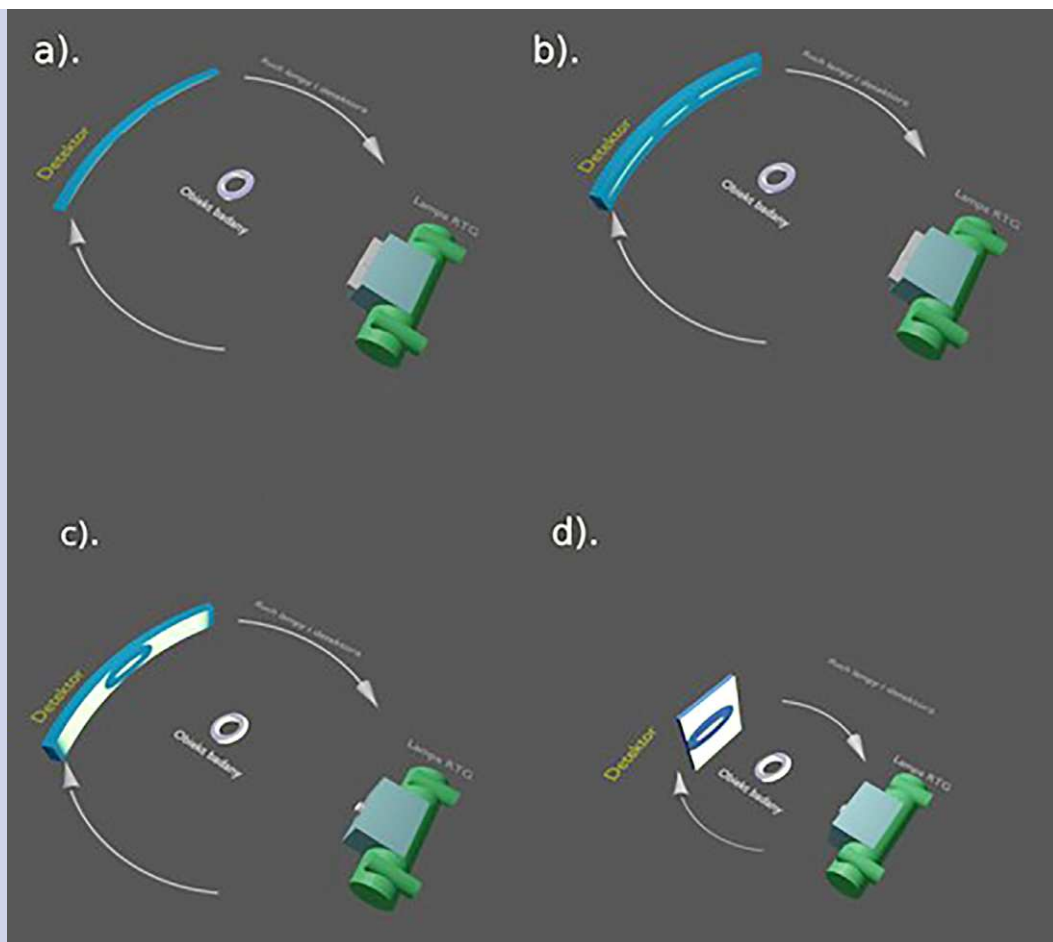
w wyniku których powstały pierwsze algorytmy rekonstrukcji KT. Należy dodać, iż obecnie okoliczności jego śmierci nie są bliżej znane. Szerzej o tym polskim matematyku można przeczytać w pozycji [1]. Godfrey Hounsfield i Allan McLeod Cormack za swoje prace otrzymali w 1979 roku nagrodę Nobla.

Rentgenowska tomografia komputerowa ma również swoje wady. Do najpoważniejszej należy obciążenie pacjenta szkodliwym i rakotwórczym promieniowaniem rentgenowskim. Inżynierowie wiodących światowych producentów sprzętu rentgenowskiego dokładają wszelkich starań, aby zmniejszyć ilość promieniowania rentgenowskiego, jakie musi zostać wyemitowane w kierunku ludzkiego ciała, koniecznego do powstania obrazu. Zaawansowanie metod matematycznych, zmiany konstrukcyjne w zakresie budowy lampy rentgenowskiej, jak również układów detekcji promieniowania rentgenowskiego przyczyniają się wydatnie do zmniejszenia dawki, jaką otrzymuje pacjent w trakcie badania tomografii komputerowej. Jednakże należy powiedzieć, iż aby powstał obraz tomograficzny konieczną jest pewna dawka promieniowania rentgenowskiego. Ta dawka, w porównaniu z dawką, jaką otrzymuje pacjent w trakcie prześwietlenia płuc, jest wielokrotnie większa, jednakże korzyści, jakie otrzymuje pacjent w wyniku akwizycji obrazów tomograficznych, są bardzo duże.

Na rys. 1 przedstawiono schematycznie zasadę działania tomografu komputerowego wykorzystującego różne rodzaje układów detekcyjnych. Lampa rentgenowska emituje promieniowanie w kierunku obiektu badanego. W tomografach komputerowych konstrukcje lamp są oparte o wirującą anodę. Jest to związane z koniecznością dostarczenia do badanego obiektu właściwego, stosunkowo dużego natężenia promieniowania rentgenowskiego.

Po przeciwległej jego stronie znajduje się detektor. Pierwotnie były to detektory gazowe, obecnie są to detektory oparte o kryształy scyntygraficzne i fotodiody półprzewodnikowe. Kryształ zamienia promieniowanie rentgenowskie na światło widzialne, fotony zakresu widzialnego światła wpływają na prąd fotodiody. Następnie sygnał ten po wzmocnieniu jest przetwarzany w przetwornikach analogowo-cyfrowych do reprezentacji cyfrowej tegoż sygnału. Reprezentacja cyfrowa sygnału stanowi dane wejściowe algorytmów numerycznych pozwalających na obliczenie obrazu. Moduł detektora składa się z matrycy pojedynczych detektorów ułożonych rzędami. Liczba tych rzędów mówi o rzędowości tomo-

Rys. 1. Zasada działania tomografu komputerowego
 a). z wiązką wachlarzową,
 b). z wiązką wachlarzową z użyciem szerokiego detektora,
 c). z wiązką, w której występują również efekty wiązki stożkowej i szerokim detektorze,
 d). z wiązką stożkową, detektor jest przesunięty względem promienia centralnego (opracowanie własne)



grafu komputerowego. Każdy rząd składa się z mniejszych elementów, których w systemach medycznych jest kilkadziesiąt. Tak duża liczba jest wymagana ze względu na konieczność zapewnienia właściwej rozdzielczości rekonstruowanego obrazu. Ogólnie liczba pojedynczych elementów, będących detektorami w całym module, może wynosić od kilku do kilkuset tysięcy w zależności od rozmiaru detektora.

Zasadniczo tomografia CBCT nie różni się zbytnio od tomografii klasycznej wykorzystującej wiązkę wachlarzową. W obu przypadkach z generowania promieniowania odpowiada lampa rentgenowska, a za odbiór detektor. W obu przypadkach zespół ten: lampa-detektor porusza się wokół głowy pacjenta. Jednakże w tomografii klasycznej, a szczególnie przy założeniu wąskiego detektora, mamy do czynienia z wiązką wachlarzową.

Kształt jest niejako wycięty układem kolimacyjnym z wiązki stożkowej i do detektora dochodzi wachlarz promieniowania - rys. 1 a) b). Opracowanie tomografii spiralnej z tablicą detektorów o dużej ilości rzędów wymusiło odejście od poprzednich koncepcji. Konsekwencją wielorzędowości (ang. *Multi-Slice Computed Tomography* - MSCT) i skanu spiralnego było znaczne zwiększenie szybkości badań KT. Ale rozszerzenie rozmiaru detektora zostało okupione koniecznością opracowania nowych algorytmów rekonstrukcyjnych, które to algorytmy uwzględniają zjawiska związane z wiązką promieniowania rentgenowskiego uformowaną w stożek – rys. 1 c). Pewną rekompensatą trudności związanych z nowym algorytmem, ale także koniecznością zapewnienia większych mocy obliczeniowych systemów komputerowych,

jest fakt poprawy sprawności urządzeń. W rozwiązaniu poprzednim w wiązkę wachlarzową układy kolimacji dokonywały wycięcia znakomitej większości wiązki, pozostawiając tylko i wyłącznie wąski jej wachlarz. Nowe podejście do KT pozwoliło wykorzystać znacznie większą część wiązki, a więc większa część energii jest przetwarzana na obraz. Tutaj należy zaznaczyć, iż w przypadku bardzo szerokiego detektora inżynierowie musieli zmierzyć się ze zjawiskiem niejednorodności wiązki - rys. 1 d). Prezentuje układ lampa-detektor w tomografii stożkowej. Jako że tomografia ewoluowała, zwiększając m.in. szerokość detektora, to trzeba powiedzieć, iż problemy z szerszego kąta wiązki promieniowania stały się również jej udziałem. Generalnie o tomografii ze stożkową wiązką promieniowania mówimy, gdy wiązka staje się rozbieżna.

Systemy ze stożkową wiązką promieniowania rentgenowskiego są szeroko stosowane w stomatologii. Aparaty CBCT w porównaniu z klasyczną tomografią komputerową (KT) posiadają mniejszy kontrast, jeśli chodzi o obrazowanie tkanek miękkich [6]. Jest to związane ze zwiększonym szumem, rozbieżnością wiązki stożkowej artefaktami przynależnymi detektorowi płaskiemu.

Sam szum jest zjawiskiem, które występuje zawsze w każdym procesie pomiaru. Stosowanie elektronicznych układów pomiarowych powoduje, iż każdy wynik obarczony jest dodatkową wartością której pochodzenie jest związane ze zjawiskami zachodzącymi np.: w tranzystorach i ma związek z temperaturą. Do tego należy dodać również zaokrąglenia, jakie są nieuniknione w realizacji algorytmów numerycznych. Dodatkowymi źródłami szumu są szumy kwantowe [8, 9]. W kontekście szumu na-

leży wspomnieć, iż systemy CBCT pracują wykorzystując mniejszy prąd lampy RTG. To powoduje, iż urządzenia te posiadają niższy stosunek sygnał-szum w porównaniu z klasyczną tomografią komputerową. Szum jest zjawiskiem, którego nie można uniknąć. Będzie on zawsze. Można go jednakże niwelować poprzez poprawę parametrów elektroniki czy też zastosowanie nowoczesnych materiałów. W ostatnim czasie do redukcji szumu została również zaangażowana sztuczna inteligencja. W pracy [12] autorzy pokazują wyniki swoich prac nad odszumianiem obrazów tomografii stożkowej.

Artefakty, które są obecne w tomografii wiązki stożkowej wynikają z kilku źródeł. Są wynikiem rozbieżności pomiędzy rzeczywistością a modelem matematycznym [7]. Powstają one na skutek rozbieżności pomiędzy rzeczywistym układem pomiarowym a założeniami modelu matematycznego. Do najważniejszych należy zaliczyć niepożądane zmiany w obrazie związane z utwardzeniem wiązki, objętością cząstkową, aliasingiem, jak również ruchem pacjenta. W katalogu artefaktów metody CBCT znajdują się również artefakty pierścieniowe, jak również artefakty związane z elementami o dużej gęstości.

Mówiąc o dużej gęstości, nie sposób wspomnieć o artefaktach związanych z metalowymi elementami w przestrzeni badanej. Do tych elementów należy zaliczyć korony czy też protezy obrazowane w CBCT, ale również implanty i duże protezy, np. stawu biodrowego uwidaczane w MSCT. W tym przypadku sam artefakt jest łatwy do identyfikacji z uwagi na charakterystyczne „promienie” rozchodzące się od przedmiotu metalowego. Konsekwencją tego zjawiska jest bardzo często, a w przypadku dużych mas metalu zawsze, całkowita utrata obrazu

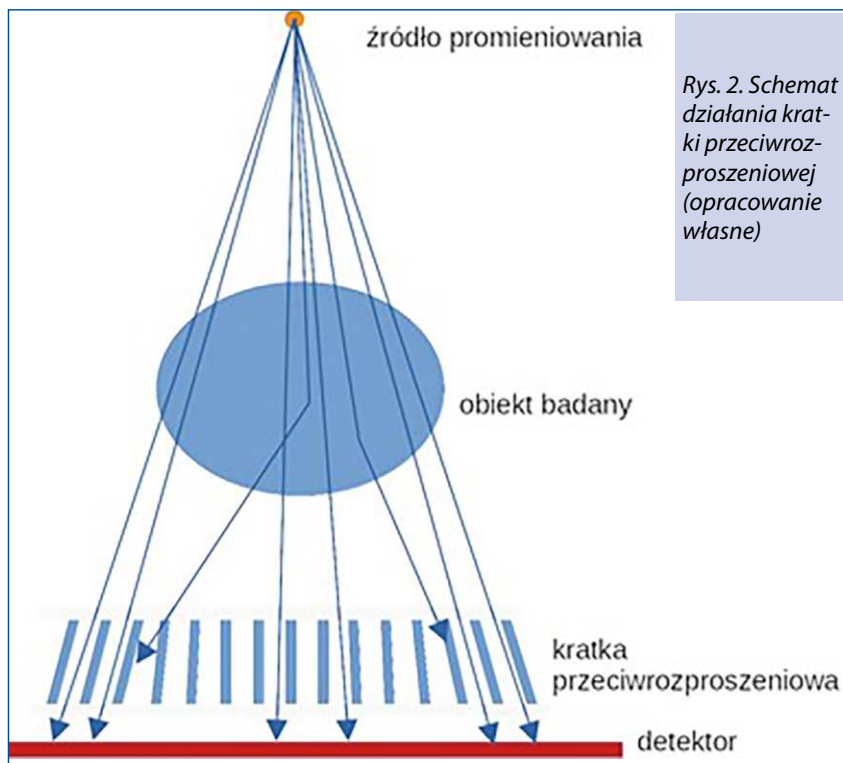
w bezpośrednim sąsiedztwie protezy. Zjawisko jest tym większe, im większa jest masa. Pewnym rozwiązaniem jest tomografia dwuenergetyczna, której algorytmy pozwalają na zdecydowaną poprawę sytuacji. Jednakże nie zawsze systemy tomograficzne są w taką funkcjonalność wyposażone. W tej dziedzinie AI również zdaje się uwiadamiać swój wpływ. Świadczy to tym praca [14], w której to algorytmy sztucznej inteligencji zostały zaprzężone do redukcji artefaktów metalowych w CBCT.

Przywołane tutaj zjawisko powstawania artefaktów pierścieniowych związane jest z samym detektorem i jego ustawieniem w samym aparacie. Zmiana polegająca na tym, iż środek obrotu nie leży na linii ognisko – panel cyfrowy, powoduje, iż pełne obrazowanie kątowe występuje jedynie dla środkowej części FOV. Może to powodować artefakty. Algorytmy rekonstrukcyjne zakładają prostopadłość wiązki promieniowania do osi obrotu. Założenie to jest prawdziwe w przypadku, w którym mowa jest o tomografii komputerowej z pojedynczym detektorem. Dla systemów wielorzędowych założenie to jest założeniem do końca prawdziwym. W przypadku CBCT jest ono nieprawdzie, a dokładność spada wraz ze wzrostem kąta rozbieżności wiązki [17].

Jednym z najbardziej oczywistych zjawisk, jakie występują w obrazowaniu rentgenowskim, jest zjawisko rozproszenia promieniowania. Polega ona na tym iż rozproszony foton przemieszcza się trajektorią inną niż powinien. Dociera on do szeroko rozumianego detektora w innym miejscu aniżeli dotarłby, gdyby zjawisko rozproszenia nie wystąpiło. Konsekwencją jest to i wywołuje on efekt na detektorze w miejscu, w którym nie powinien. Odnosząc się do przykładowego detektora scyntylacyjnego można obrazowo powiedzieć, iż zwiększa jego świecenie, a tym samym zwiększa elekt elektryczny danego elementu detekcyjnego, do którego on dotarł a „nie był dla niego przeznaczony”. W badaniach rentgenowskich z użyciem – wcześniej błon medycznych, a obecnie – detektorów cyfrowych stosuje się kratki przeciwrozproszeniowe, które to redukują fotony przemieszczające się pod innymi kątami niż tymi, które są równoległe do listów kratki. Promieniowanie rozproszone przeczy podstawowej koncepcji w radiologii, iż rejestrowane są tylko fotony poruszające się w linii prostej od ogniska do komórki detektora. Powoduje to konieczność ustawienia źródła promieniowania w odpowiedniej odległości od kratki, tzn. odległości ogniskowej kratki. W tomografii komputerowej stosuje się takie rozwiązania jednakże nie eliminują one całości rozproszenia. Schemat działania kratki przeciwrozproszeniowej został przedstawiony na rys. 2. W pracy [15] badacze opisują zastosowanie kratki przeciwrozproszeniowej w połączeniu z metodami iteracyjnymi celem poprawy jakości obrazów uzyskiwanych z systemów CBCT. Zwracają uwagę na fakt, iż poprawa ta może odbyć się bez zwiększania dawki, jaką otrzymuje pacjent. Jest to wniosek ważny z uwagi na fakt, iż każde zastosowanie kratki przeciwrozproszeniowej osłabia wiązkę promieniowania docierającą do detektora.

Bardzo ważną grupą artefaktów, które są generowane w czasie badania, to ruch pacjenta, a ogólnie mówiąc ruch obiektu badanego. Generalnie ruch jest wrogiem obrazo-





Rys. 2. Schemat działania kratki przeciwrozproszeniowej (opracowanie własne)

w stronę prześwieczonego obiektu jest większa, jeśli chodzi o jej widmo, jest przesunięta w stronę wyższych energii, ale i posiada znacznie mniejsze natężenie. W odpowiedzi na zjawisko utwardzenia wiązki w obrazie mogą objawiać się jako smugi czy też ciemniejsze obszary.

Artefakty aliasingu związane są z twierdzeniem Nyquista. Mówi ono o tym, iż aby odtworzyć dokładnie przebieg częstotliwości próbkowania musi być większa niż dwukrotność najwyższej częstotliwości w sygnale. Częstotliwości Nyquista określone wymiarem woksela [16]. Aliasing jest skutkiem reprezentacji sygnału przez ciąg wartości mierzonych w funkcji czasu lub też w tym przypadku w funkcji długości w sposób niejednoznaczny.

Oprócz artefaktów łańcuchowo uwidoczniających się w uzyskiwanych obrazach występują takie, które nie są łatwo dostrzegalne. Trzeba pamiętać, iż np. w stomatologii rekonstrukcji podlega tylko niewielka część twarzy.

wania medycznego w znakomitej większości modalności i badań diagnostycznych. Wyjątek stanowią badania, w których obserwuje się przepływ lub też przemieszczanie się kontrastu w przeliku. Tomografia komputerowa, jak i rezonans magnetyczny są modalnościami, w których do niedawna ruch pacjenta powodował często konieczność powtórzenia diagnostyki. Ciągły rozwój technik diagnostycznych, zwiększenie mocy wykorzystywanych jednostek obliczeniowych powoduje, iż powstały algorytmy, które to zjawisko minimalizują lub w pewnym zakresie ograniczają. Od kilku lat następuje rozwój metod związanych ze sztuczną inteligencją (AI). Również w tej dziedzinie odciska ona swoje piętno. W pracach [10, 11] autorzy donoszą o opracowaniu algorytmu do redukcji artefaktów ruchowych w tomografii komputerowej. Pewnym nowum wydaje się podejście badaczy [13], którzy w swej pracy nad redukcją artefaktów ruchowych wykorzystali wymiar fraktalny beleczkowania kości.

Innymi grupami artefaktów są te związane z utwardzeniem wiązki jak również z aliasingiem.

Utwardzenie wiązki związane jest z przejściem promieniowania rentgenowskiego przez materiał o dużej gęstości. Materiały takie działają jak filtry. Część wiązki niskoenergetyczna jest mocniej tłumiona, co powoduje widma wiązki w kierunku wyższych energii. Zjawisko utwardzenia wiązki zachodzi w każdym rodzaju tomografii wykorzystującej promieniowanie rentgenowskie. W systemach wielorządowej tomografii komputerowej inżynierowie wprowadzają korektę kalibracji, dodatkową filtrację czy też funkcje programistyczne pozwalające na korektę utwardzenia wiązki. Najprostszą metodą jest utwardzenie wiązki na samym początku, a więc przez zwiększenie filtracji. Konsekwencją jest wprowadzenie zmniejszenia udziału promieniowania miękkiego, ale również zmniejszeniu ulega natężenie wiązki w części odpowiadającej wyższym energiom. W ostateczności wiązka kierowana

Uogólniając, obraz w CBCT powstaje w oparciu o przeświecenie zarówno tkanek obrazowanych, jak również tkanek je otaczających. Detektory odbierają sygnał, który przechodzi przez całość obiektu, np.: twarzoczaszki, i całość obiektu ma wpływ na jego parametry. Rekonstrukcja jest wykonywana tylko dla niewielkiego tego obszaru objętego promieniowaniem. Praktycznie nie ma łatwego sposobu na eliminację tego zjawiska. Algorytmy oparte na transformacji Radona zakładają, iż całość tłumienia występuje w objętości jak jest rekonstruowana. Naruszenie tego założenia doprowadzi do pojawienia się artefaktów rozciągających się od środka rekonstruowanego obrazu. Istnieją metody matematyczne minimalizacji tego efektu, ale nie można ich usunąć całkowicie.

W tomografii komputerowej każdy piksel opisany jest poprzez wartość wyrażoną w jednostkach Hounsfielda (j.H.). Skala ta rozpoczyna się w punkcie -1000j.H. i jest to wartość dla powietrza, drugą charakterystyczną wartością jest 0j.H. i jest to wartość dla wody. Obrazowane tkanki posiadają inne wartości tłumienia, które są określane na podstawie liniowych współczynników tłumienia odpowiednio dla badanej tkanki i wody.

Skala Hounsfielda jest przyjęta do opisywania wartości pikseli w obrazowaniu medycznym w systemach KT. Nieco inaczej jest w przypadku systemów CBCT. Tutaj zaznaczają się istotne różnice. Ich konsekwencją jest fakt istnienia rozbieżności między pomiarami wartości szarości uzyskanymi za pomocą CBCT a jednostką Hounsfielda (HU) uzyskaną z wielodetektorowej tomografii komputerowej. Wyniki są uzależnione od lokalizacji rejonu zainteresowania (ROI, ang. *region of interest*), jak również rozmiar okna (ang. *field of view* - FOV,). Podstawowym problemem, z którego wynikają rozbieżności jest duży kąt stożka wiązki promieniowania rentgenowskiego. Owocuje to artefaktami związanymi z rozproszeniem

promieniowania, a to jest źródłem znacznych błędów niejednorodności przestrzennej j.H. W opublikowanej w 2024 r. pracy [2] badacze stwierdzają, iż wiele dostępnych na rynku tomografów CBCT wyświetla wartości jedynie w skali szarości (GV).

Jednostki Hounsfielda nie obrazują bezwzględnej gęstości materiału, niemniej jednak można przy ich pomocy określać gęstość kości. Autorzy pracy [14] dokonali obszernej oceny możliwości stosowania HU do oceny kości, wykorzystując CBCT.

PODSUMOWANIE

Systemy CBCT mają już ugruntowaną pozycję w świecie radiologii stomatologicznej. Systemy te potrafią obrazować okolice twarzoczaszki, oddając nieocenione usługi dla stomatologów. Należy jednak w podsumowaniu powiedzieć, iż badanie to może i zawiera szereg informacji, które dla stomatologa będą nieistotne z jego punktu widzenia. Wskazano jest, aby obrazy te były oceniane przez lekarza radiologa. To wskazanie staje się koniecznością w chwili, w której stomatolog podejrzewa zmiany w części ciała nie będącej rejonem jego zainteresowania i wystąpią u niego trudności w interpretacji obrazu. Zdarza się, iż obrazy CBCT mogą uwidaczniać np. procesy rozrostowe, które przeoczone przez stomatologa mogą mieć dramatyczne konsekwencje dla pacjenta.

Tak więc nowoczesne systemy diagnostyczne skądinąd doskonale obrazujące wnętrze ludzkiego ciała posiadają również swoje wady. Należy więc korzystać z nich w sposób odpowiedzialny i ze świadomością ich ograniczeń.

LITERATURA

1. Lech Maligranda, Stefan Kaczmarz (1895 -1939). *Roczniki Polskiego Towarzystwa Matematycznego, Seria Vi: Antiquitates Mathematicae 1* (2007).
2. 15. Hu Y, Xu S, Li B, Inscoe CR, Tyndall DA, Lee YZ, Lu J, Zhou O. Improving the accuracy of bone mineral density using a multisource CBCT. *Sci Rep*. 2024 Feb 16;14(1):3887.
3. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1979/cormack/facts/> - ostatni dostęp: 25.11.2024r.
4. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1979/hounsfield/facts/> - ostatni dostęp: 25.11.2024r.
5. <https://byc-matematykiem.pl/stefan-kaczmarz-nauczycielem-szkoly-sredniej/> - ostatni dostęp: 25.11.2024r.
6. Venkatesh E, Elluru SV. Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017 Dec 2;51(3 Suppl 1):S102-S121. doi: 10.17096/jiufd.00289. PMID: 29354314; PMCID: PMC5750833.
7. Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, Schoemer E. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011 Jul;40(5):265-73. doi: 10.1259/dmfr/30642039. PMID: 21697151; PMCID: PMC3520262.
8. Tu SJ, Shaw CC, Chen L. Noise simulation in cone beam CT imaging with parallel computing. *Phys Med Biol*. 2006 Mar 7;51(5):1283-97. doi: 10.1088/0031-9155/51/5/017. Epub 2006 Feb 15. PMID: 16481694; PMCID: PMC1995743.

9. Strid KG. Significance of quantum fluctuations in roentgen imaging. *Acta Radiol Oncol*. 1980;19(2):129-38. doi: 10.3109/02841868009130144. PMID: 6254334.

10. Lin Z, Wang Y, Bian Z, Ma J. [A deep blur learning-based motion artifact reduction algorithm for dental cone-beam computed tomography images]. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2024 Jun 20;44(6):1198-1208. Chinese. doi: 10.12122/j.issn.1673-4254.2024.06.22. PMID: 38977351; PMCID: PMC11237304.

11. Zhang Z, Hao Y, Jin X, Yang D, Kamilov US, Hugo GD. Fast motion-compensated reconstruction for 4D-CBCT using deep learning-based groupwise registration. *Bio-med Phys Eng Express*. 2024 Dec 23;11(1):015030. doi: 10.1088/2057-1976/ad97c1. PMID: 39602831; PMCID: PMC11667241.

12. Dehdab R, Brendlin AS, Grözinger G, Almansour H, Brendel JM, Gassenmaier S, Ghibes P, Werner S, Nikolaou K, Afat S. Enhancing Cone-Beam CT Image Quality in TIPSS Procedures Using AI Denoising. *Diagnostics (Basel)*. 2024 Sep 9;14(17):1989. doi: 10.3390/diagnostics14171989. PMID: 39272773; PMCID: PMC11394631.

13. Khubrani YH, Geha H, Katkar RA, Maghsoodi-Zahedi T, Moore W, Abdelkarim AZ. Efficacy of the CALM® Algorithm in Reducing Motion-Induced Artifacts in CBCT Imaging: A Fractal Dimension Analysis of Trabecular Bone. *Dent J (Basel)*. 2024 Aug 19;12(8):262. doi: 10.3390/dj12080262. PMID: 39195106; PMCID: PMC11352799.

14. Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, Mupparapu M. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable? *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140238. doi: 10.1259/dmfr.20140238. PMID: 25315442; PMCID: PMC4277442.

15. Stankovic U, Ploeger LS, van Herk M, Sonke JJ. Optimal combination of anti-scatter grids and software correction for CBCT imaging. *Med Phys*. 2017 Sep;44(9):4437-4451. doi: 10.1002/mp.12385. Epub 2017 Aug 2. PMID: 28556204.

16. Zhao B, Zhao W. Three-dimensional linear system analysis for breast tomosynthesis. *Med Phys*. 2008 Dec;35(12):5219-32. doi: 10.1118/1.2996014. PMID: 19175081; PMCID: PMC2673606.

17. Molteni R. Prospects and challenges of rendering tissue density in Hounsfield units for cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013 Jul;116(1):105-19. doi: 10.1016/j.oooo.2013.04.013. PMID: 23768878.

**dr hab. n. med. Prof. UR David Aebisher¹,
dr n. o zdr. inż. Adrian Truszkiewicz¹,
mgr inż. Łukasz Wojtas²,
mgr inż. Klaudia Dynarowicz³**

1– Kolegium Nauk Medycznych Instytut Nauk Medycznych – Zakład Fotomedycyny i Chemii Fizycznej, Rzeszów
2 – Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 2 im. Św. Jadwigi Królowej w Rzeszowie

3 – Kolegium Nauk Medycznych Instytut Nauk Medycznych – Zakład Biochemii i Chemii Ogólnej, Rzeszów

Optident

Producent urządzenia

Carestream
DENTAL

CS 8200 3D

Najszersze spektrum pól obrazowania na rynku

Nowa odsłona kompaktowego tomografu

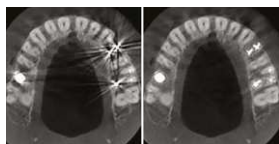
LOW DOSE



Doskonałe obrazy 2D przy jeszcze
niższej dawce

Dostarcza obrazy 2D z imponującą ostrością,
a teraz z 50% niższą dawką dzięki nowemu
oprogramowaniu.

CS MAR



Redukcja metalowych artefaktów

Wyjątkowa i unikalna technologia CS Mar
pozwala na żywo redukować metalowe artefakty.

AI INSIGHT



Uwolnij moc sztucznej inteligencji

AI Insight zapewnia dentystom,
nowe, potężne narzędzie do analizy
i raportowania panoramicznych
zdjęć rentgenowskich.

NOWOŚĆ
2025



Hala Dunaj | Stoisko D56

Badanie prototypu indukcyjnego urządzenia do podgrzewania ferromagnetycznego narzędzia do modelowania termicznego woskowych form stomatologicznych

ALEKSANDER GAŚIORSKI, ZDZISŁAW POSYŁEK, SŁAWOMIR KURPASKA



Protetyka jest dziedziną wiedzy z pogranicza medycyny oraz techniki, zajmującą się uzupełnianiem ubytków tkankowych, narządowych lub czynnościowych przy pomocy sztucznego materiału zastępczego, czyli protez. Szczególne znaczenie znalazła w szeroko pojętej dentystyce, gdzie wykonuje się w różny sposób protezy zębowe.

Wśród wielu obecnie stosowanych metod szczególne znaczenie znalazła metoda „wytapianych modeli”, czyli stara „metoda traconego wosku” (zwana również „cire perdue” lub „na wosk tracony”). Proces odlewania tą metodą pozwala uzyskiwać produkty o nietypowych kształtach ze stosunkowo dużą precyzją. Sama metoda odlewania polega na precyzyjnym wykonaniu przestrzennego woskowego wzorca odlewane go przedmiotu. Odpowiednio ukształtowany wzorec zostaje umieszczony w specjalnym materiale ogniotrwałym (masie formierskiej). Następnie, po stwardnieniu masy formierskiej, w dowolny sposób usuwa się wosk (np. wypłukując gorącą wodą), wosk może zostać użyty ponownie. Proces zalewania uzyskanej formy odlewniczej materiałem (np. metal, materiał syntetyczny) można prowadzić różnymi metodami: w sposób grawitacyjny, podwyższonego ciśnienia lub próżni. Ponieważ model formowany jest w jednym kawałku i tym samym dokładnie odwzorowuje postać odlewane go przedmiotu w całości, możliwe staje się wytwarzanie odlewów o bardzo skomplikowanych kształtach. Po rozbiciu formy otrzymany odlew zazwyczaj poddaje się oczyszczeniu i szlifowaniu [3].

HISTORIA SZTUCZNYCH ZĘBÓW [1]

Już w starożytnym Egipcie piętnaście wieków przed naszą erą starożytni dentyści wykonywali zastępniki brakującego uzębienia, które mocowali za pomocą złotych drutów do istniejących zębów. Zastępniki wykonywano z ludzkich zębów, przypuszcza się, że były to zęby niewolników. Na ziemi włoskiej w VII wieku przed naszą erą, Etruskowie mocowali w miejsce braków na złote paski

mocowane do innych zębów odpowiednio oszlifowane zęby cieląt. Implanty te były bardzo drogie, a ich posiadania świadczyło o zamożności właściciela. W IV wieku przed naszą erą grecki lekarz Hipokrates radził, aby w miejsce brakujących zębów wstawiać nowe wykonane z rogów zwierzęcych, kości słoniowej lub zębów rekina, a do istniejących zębów mocować je metalowymi nitkami. W przedkolumbijskiej Ameryce, niektóre plemiona używały protez zębowych wykonanych z odpowiednio obrobionych kłów wilczych. Wstawiane były w miejsce braków, chyba ze względów estetycznych, bo do gryzienia się nie nadawały. Majowie w VII wieku naszej ery do wyrobu zastępników zębów zaczęli stosować odpowiednio obrobione kamienie, muszle a także metal, które częściowo wrastały w szczękę. W Europie aż do początków XVIII wieku stosowano metody podobne do tych proponowanych przez Hipokratesa. W 1689 roku pojawił się w Europie opis mocowania zębów zwierzęcych (uzyskanych z obróbki zęba hipopotama) ćwiekiem do korzenia. Za początek współczesnej protetyki przyjmuje się jednak rok 1755, kiedy nadworny dentysta króla Fryderyka Wielkiego, Philips Pfaff (ur.1713 r.; zm.1766 r.) opublikował „Rozprawę o zębach ciała ludzkiego i ich schorzeniach”. W pracy tej opisano wykonanie gipsowych modeli szczęk na podstawie woskowych odcisków. W tym czasie w Niemczech artyści rzeźbiarze wykonywali protezy zębowe z drewna na podstawie sporządzonych przez lekarza zwymiarowanych rysunków. W Anglii w 1766 roku rozpoczęto produkcję protez zębowych z porcelany. W okresie poprzedzającym rewolucję francuską znany w Paryżu dentysta Nicolas Dubois de Chemant (ur.1753 r.; zm.1824 r.) wytwarzał sztuczne szczęki całkowicie wykonane z porcelany. W 1791 roku opatentował je w Anglii, uzyskując wyłączność na ich produkcję na 14 lat. W 1797 roku opublikował rozprawę o implantach dentystycznych, w której opisał wiele mostków i protez. Seryjną produkcję porcelanowych protez rozpoczęto w 1825 roku w Filadelfii, a popyt na nie wzrastał w Stanach Zjednoczonych oraz w Europie.

Pięciokrotny wzrost spożycia cukru w latach 1850- 1880 spowodował gwałtowny wzrost próchnicy zębów. Niedługo po 1880 roku zaczęto wykonywać imitację korzenia zębego, mimo to zęby nie trzymały się zbyt mocno. W 1934 roku bułgarski chirurg Hans Ablow przytwierdził na stałe ząb do szczęki za pomocą śruby wykonanej ze stopu wipli (stop niklu i żelaza). Od 1952 roku śruby wykonane z wipli zaczęto zastępować śrubami tytanowymi. Tytan po pewnym czasie wchodzi w fuzję z kością szczęki i jest niemożliwy do usunięcia. W ten sposób mocuje się dziś do szczęki sztuczne zęby, często wykonane metodą traconego wosku.

METODA TRACONEGO WOSKU

Odlewanie metodą traconego wosku jest procesem znanym już ponad 5000 lat temu i służył on w Egipcie, Chinach oraz na Półwyspie Indochińskim do wyrobu biżuterii i figurek. Na terenie Europy metoda ta rozwinęła się w Grecji, w epoce brązu. Na ziemiach polskich ta technika odlewnicza stosowana była do wyrobu narzędzi z brązu około 3000-4000 lat temu. W średniowieczu, w którym wystąpiło duże zapotrzebowanie na wyroby kształtowe, nastąpił gwałtowny rozwój tej metody. W okresie nowożytnym, ta technika odlewania była stosowana nie tylko w Europie, ale również w innych częściach świata.

Woski zaczęto stosować w stomatologii na początku osiemnastego wieku, początkowo używano wosku pszczelego w celu pobrania wycisków, następnie zaczęto stosować różne rodzaje mas woskowych dostosowanych do konkretnych celów. Do produkcji precyzyjnych odlewów użytkowych (implanty i narzędzia dentystyczne), proces ten stosowano od końca XIX wieku [4]. W trakcie drugiej wojny światowej oraz po jej zakończeniu uruchomiono na świecie wiele przemysłowych odlewni wyrobów precyzyjnych, pracujących tą metodą, wytwarzając gotowe przedmioty oraz części, których, ze względu na bardzo skomplikowane kształty, nie można otrzymać inną metodą. Dzisiaj tą metodą produkuje się odlewy dla przemysłu lotniczego, zbrojeniowego, maszynowego, motoryzacyjnego, elektronicznego, optycznego i na potrzeby medycyny. W dalszym ciągu metodą traconego wosku wykonuje się biżuterię i wyroby artystyczne. Obecnie, przy produkcji masowej często sięga się po zastosowanie drukarek 3D do wytwarzania modeli woskowych w procesie odlewania tą metodą [4].

PRZYGOTOWANIE INDYWIDUALNYCH WOSKOWYCH FORM ODLEWNICZYCH

Wosk jest miękkim materiałem, w którym łatwo, posiadając niezbędne narzędzia, wyrzeźbić najdrobniejsze nawet szczegóły, a jednocześnie jest wystarczająco spójnym, żeby w normalnych warunkach, nie ulegać odkształceniom. Wykazuje on dość znaczną rozszerzalność cieplną oraz sprężystość, co nie zawsze jest korzystne w czasie modelowania. Wosk odlewniczy otrzymywany jest w procesie komponowania stearyny, parafiny oraz odpowiednich wosków syntetycznych, kopolimerów oraz barwnika i jest zabarwiany na ciemne kolory. Charakteryzuje się występowaniem okresu przejściowego pomiędzy stanem stałym a ciekłym, w stanie tym jest bardzo pla-



Rys.1. Widok typowych narzędzi ferromagnetycznych do kształtowania wosku (zdjęcie reklamowe jednej z firm produkujących narzędzia tego typu)

styczny i pozwala się łatwo formować. W okresie przejściowym rozróżnia się trzy fazy: zmniejszenie twardości i łamliwości, wosk staje się plastyczny, wygina się i pozwala właściwie formować, wosk zmienia kolor, co sygnalizuje zmniejszenie jego plastyczności, wosk zaczyna się topić, zwykle przy temperaturze niższej niż 80°C.

Woski odlewnicze, które używane są do modelowania koron zębów lub płyt protez mają dość szeroką rozpiętość okresu plastyczności i zwykle do kształtowania modelu są lekko podgrzewane. Do kształtowania powierzchni wosku używa się odpowiednio ukształtowanych końcówek narzędzi o różnych kształtach pokazanych na rysunku 1. Plastyki woskowego modelu dokonuje się odpowiednio podgrzanym narzędziem. Po ostatecznym zakończeniu modelowania, model musi otrzymać dodane standardowe elementy z wosku, które utworzą kanał wlewowy i ewentualne kanaliki odpowietrzające.

Wykonywanie odlewów uzupełnień protetycznych lub części protez dentystycznych (wkładów, koron, mostów, szkieletów protez ruchomych) metodą traconego wosku wymaga dopracowania kształtu modelu woskowego wytworzonego przemysłowo do rzeczywistych wymiarów pacjenta. Precyzyjne wykonanie modelu w wosku wymaga czasem talentu rzeźbiarskiego, precyzji i cierpliwości. Jeżeli odlewy wykonywane są z metalu (szlachetnego) wówczas osoba wykonująca model musi wziąć pod uwagę to, że metal po ostudzeniu podlega kurczeniu. Gdy odlew się nie uda, straconą bezpowrotnie pracę człowieka włożoną w dopracowanie modelu trzeba powtórzyć.

INDUKCYJNE URZĄDZENIE DO PODGRZEWANIA FERROMAGNETYCZNEGO NARZĘDZIA DO MODELOWANIA TERMICZNEGO WOSKU

Podgrzewanie narzędzi do modelowania termiczne- go wosku najczęściej realizowane dotychczas było w

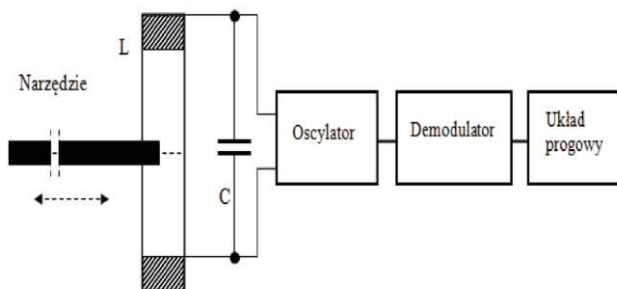
płomieniu lampy naftowej, na maszynie spirytusowej lub w płomieniu gazowym. Wadą takiego podgrzewania jest to, że na narzędziu mogą gromadzić się osady będące wynikiem palenia się materiału. Osady te, w czasie modelowania mogły zostać przeniesione na wosk. Elektryczne urządzenia służące do podgrzewania narzędzi do modelowania termicznego wosku pojawiły się wraz z powszechnym zastosowaniem prądu elektrycznego. Podgrzewano spiralą wykonaną z drutu oporowego płytkę grzejną, do której dotykowo lub zbliżeniowo przykładano nagrzewane narzędzie.

Urządzenia indukcyjne stosowane są od wielu lat w różnych dziedzinach działalności człowieka [2]. Zbudowane urządzenie zasilane jest z sieci jednofazowej i w czasie pracy z narzędziem ferromagnetycznym pobiera moc rzędu $P=130$ [W] przy prądzie sieciowym równym $I=0,8$ [A]. Współczynnik mocy urządzenia podczas pracy wynosi $\cos\varphi=0,69$. Niski współczynnik mocy spowodowany jest występowaniem wyższych harmonicznych pochodzących od impulsowego prądu doładowywania kondensatora znajdującego się za prostownikiem

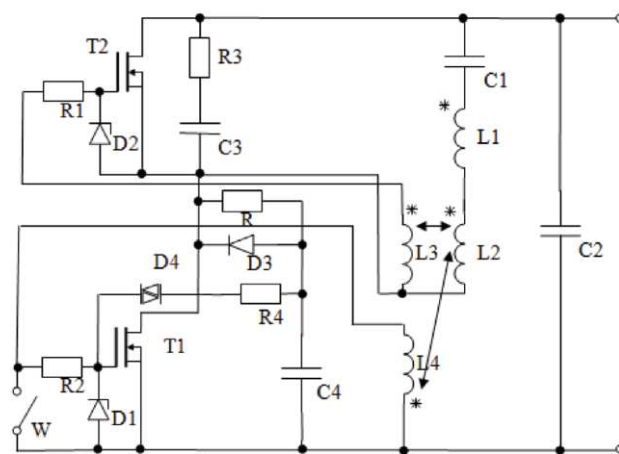
Działanie urządzenia może być regulowane zmienno-czasowo (czasem wypełnienia impulsu w trakcie cyklu czterosekundowej pracy). Nominalnie czas nagrzewania wynosi 3[s] a czas przerwy 1[s]. Urządzenie uruchamiane jest poprzez wsunięcie w cewkę wzbudnika końcówki medycznego narzędzia ferromagnetycznego, powodując załączenie przekaźnika sterującego. Styki zwierne przekaźnika powodują załączenie napięcia zasilania dla układu scalonego typu 555, a jednocześnie styki rozwiernie poprzez wyjście przekaźnika astabilnego powodują blokadę i odblokowanie tranzystora T1 w układzie generatora samowzbudnego, powodując generację przebiegów sinusoidalnych o częstotliwości równej 43,1 [kHz] w założonych przedziałach czasowych.

Jako czujnik indukcyjny zostały wykorzystane własności układu scalonego typu TCA505BG firmy Siemens, który jako czujnik indukcyjny jest wykorzystywany w różnych typu urządzeniach.

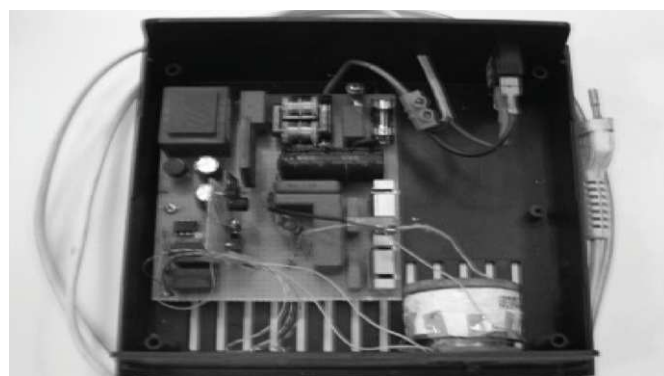
W normalnych warunkach czujnik indukcyjny reaguje na trzpień ferromagnetyczny zbliżający się do rezonansowej cewki indukcyjnej powodując wyłączenie urządzenia, poprzez odstrojenie się układu rezonansowego. Na rys. 2 przedstawiono zasadę działania czujnika generacyjnego działającego na zasadzie odstrojenia od częstotliwości rezonansowej. Po wsunięciu elementu ferromagnetycznego do otworu następuje zmiana indukcyjności cewki



Rys. 2. Schemat blokowy działania czujnika działającego na zasadzie odstrojenia od częstotliwości rezonansowej



Rys. 3. Schemat elektryczny zastosowanego generatora samowzbudnego w testowanym urządzeniu

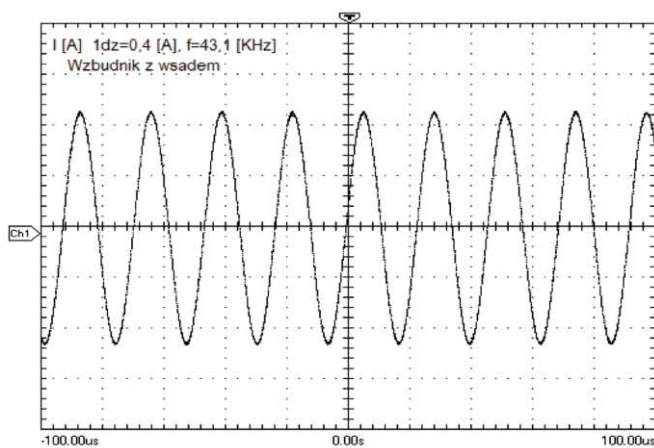


Rys. 4. Widok wnętrza prototypu urządzenia

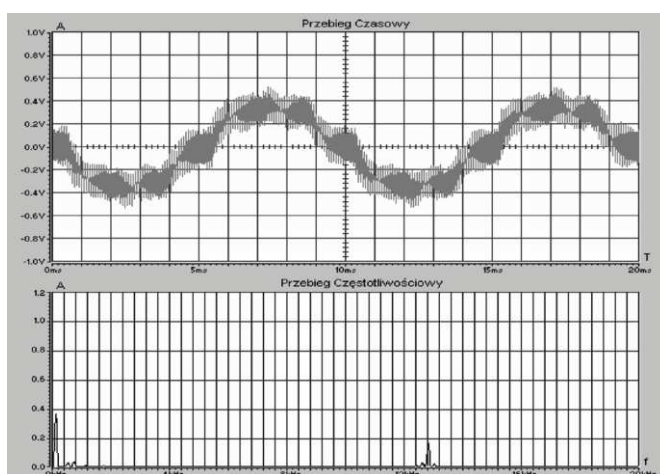
powodując odstrojenie od częstotliwości rezonansowej i zadziałanie układu załączającego generator samowzbudny poprzez odłączenie wyłącznika „W”. Dodatkowo na układzie scalonym 555 został opracowany układ czasowy, który działa w cyklu czterosekundowym. Sygnalizacja czasu zadziałania i przerwy czasowej sygnalizowane są odpowiednimi diodami typu LED. Zielony LED sygnalizuje stan pracy, a czerwony LED czas przerwy. Istnieje możliwość regulacji tych czasów. Po wyjęciu rozgrzanego elementu ferromagnetycznego indukcyjne urządzenie przechodzi w stan gotowości. Urządzenie pracuje do mo-



Rys. 5. Narzędzie ferromagnetyczne umieszczone w otworze prototypu urządzenia. Widoczne wyłożenie otworu materiałem silikonowym



Rys. 6. Przebieg prądu wzbudnika z wsadem ferromagnetycznym



Rys. 7. Wykres przebiegu prądu sieciowego w funkcji czasu wraz z rozkładem na harmoniczne. Skalowanie 100 [mV] odpowiada 1[A]

mentu dojścia temperatury narzędzia do punktu „Curie”. Powyżej punktu „Curie” urządzenie indukcyjne przechodzi w stan gotowości, a generator zostaje wyłączony. Schemat elektryczny zaproponowanego generatora samowzbudnego w testowanym urządzeniu został przedstawiony na rysunku 3. W samowzbudnym generatorze wykorzystano 2 tranzystory typu IRF840, tworzące układ przełączający obwód rezonansowy z trójzwojennym



Rys. 8. Rozgrzana do czerwoności końcówka pilnika do żelaza umieszczona w otworze prototypowego urządzenia indukcyjnego

transformatorem generującym impulsy wyzwalające układy bramkowe tych tranzystorów. Wyłącznik „W” realizuje funkcję czujnika indukcyjnego oraz działającego w sposób ciągły układu wyłączania i załączania z regulowanym czasem przerw. W układzie czasowym zastosowany został układ typu 555 pracujący jako przerzutnik astabilny z częstotliwością roboczą 0,25 [Hz] tj. z okresem czasu T równym 4 [s]. Generator samowzbudny zasilany jest bezpośrednio napięciem sieciowym 230 [V]. Po wyprostowaniu napięcia sieciowego za pomocą układu prostowniczego w układzie mostka Graetza oraz wygładzeniu tętnień na kondensatorze elektrolitycznym o pojemności 100 [μ F] i napięciu znamionowym 450 [V], z którego zasilany jest bezpośrednio układ generatora samowzbudnego. Głównym obwodem rezonansowym generatora jest szeregowe połączenie elementów $C1$ i $L1$. Dodatkowo w tym szeregowym obwodzie rezonansowym umieszczono transformator na rdzeniu ferrytowym z trzema uzwojeniami o tej samej liczbie zwojów równej 4. Ten trójzwojennowy transformator służy do odpowiedniego w czasie wysterowania tranzystorów $T1$ i $T2$ typu IRF840. Tranzystory te przełączane naprzemiennie generują przebieg sinusoidalny o częstotliwości około 43 [KHz].

Część elektroniczna urządzenia została umieszczona w typowej skrzynce plastikowej o wymiarach 170 x 170 x 75 [mm], w której wykonany został otwór o średnicy ok. 40 [mm]. Otwór ten pozwala na wsunięcie ferromagnetycznego narzędzia przygotowanego do podgrzania. Wi-

REKLAMA



Scharf Instruments



Narzędzia stomatologiczne
i chirurgiczne

scharf.pl

✉ biuro@scharf.pl

☎ 509 618 885

dok wnętrza prototypu urządzenia pokazano na rysunku 4. Otwór został wyłożony silikonem odpornym na wysoką temperaturę, co zapobiega odkształceniu plastikowej obudowy. Ferromagnetyczne narzędzie wsuwane jest na ok. 35 [mm] w głąb otworu, a nagrzewana jest sama jego końcówka (rys.5). Wraz z liczbą cykli, w czasie których narzędzie znajduje się w otworze, rośnie temperatura podgrzewanej końcówki narzędzia, a wykonanie narzędzia nie powoduje wzrostu temperatury części uchwytowej.

Zbyt długie przetrzymanie narzędzia w urządzeniu powoduje rozgrzanie jego końcówki do czerwoności, co może spowodować zniszczenie narzędzia.

Do pomiarów przebiegów prądu zastosowano cęgi (kleszcze) prądowe typu HZ56 firmy HAMEG. Przebieg prądu wzbudnika, pokazany na rysunku 6 zarejestrowano za pomocą przystawki rejestrującej typu SDS200 (rys. 5). Natomiast wykres przebiegu prądu sieciowego w funkcji czasu wraz z rozkładem na harmoniczne zarejestrowano przystawką oscyloskopową typu NOC2K firmy MKEiA (rys. 7).

WNIOSKI

Urządzenie zostało sprawdzone praktycznie i jego działanie jest niezawodnie dla różnego rodzaju ferromagnetycznych narzędzi stomatologicznych. Urządzenie jest tanie w wykonaniu i w zasadzie bezobsługowe. Przy prawidłowej pracy jest również bezpieczne dla użytkownika. Do podstawowych zalet urządzenia należy: oszczędność energii elektrycznej (pracuje tylko po włożeniu do otworu grzewczego końcówki narzędzia), możliwość regulacji temperatury podgrzania przez przetrzymanie narzędzi w otworze grzewczym urządzenia przez kilka cykli oraz jego niewielkie gabaryty. Po zbudowaniu modelu podgrzewacza i po przeprowadzeniu podstawowych badań praktycznych, autorzy doszli do wniosku, że może ono również służyć do szybkiego miejscowego grzania końcówek różnych podłużnych przedmiotów ferromagnetycznych do wysokich temperatur rzędu 800°C. W obecnym rozwiązaniu może być stosowane wszędzie tam,

gdzie należy podgrzać końcówkę wydłużonego przedmiotu ferromagnetycznego. Autorzy nie widzą również przeciwwskazań aby otwór, w którym przebiega proces grzania, miał charakter przelotowy, a sam podgrzewany ferromagnetyczny materiał poruszał się w nim wolnym ruchem. Na rysunku 8 pokazano prostokątną końcówkę długiego ferromagnetycznego pilnika do żelaza rozgrzaną do czerwoności po 5 cyklach pracy urządzenia.

LITERATURA

- [1] Duda S.; Z dziejów sztucznej szczęki, Ale Historia, Tygodnik Historyczny, Nr 7(109), Poniedziałek 17 lutego 2014, s. 5.
- [2] Gąsiorski A., Posyłek Z., Drózd T., Prototypowe stanowisko laboratoryjne do badania topliwości popiołu metodą rurową, Przegląd Elektrotechniczny, 91 (2015), n.1, 144-147, ISSN 0033-2097.
- [3] Hohmann A., Hielscher, W., Lehrbuch der Zahntechnik, Band 1-3 (Anatomie, Kieferorthopädie, Prothetik, Werkstofftechnik), Quintessence Publishing, 2012, s.1308, ISBN 978-3-86867- 143-8.
- [4] Syrek H., Zastosowanie drukarek 3D do wytwarzania modeli woskowych w procesie odlewania metodą tracowego wosku, Nafta-Gaz, LXIX(2013), n. 12, 929-935, ISSN 0867-8871.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie „Przegląd Elektrotechniczny”, R. 95, nr 1/2019, s. 45-48.

dr inż. Aleksander Gąsiorski¹, dr inż. Zdzisław Posyłek¹, prof. dr hab. inż. Sławomir Kurpaska²,

1 – Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Katedra Elektrotechniki, Częstochowa

2 – Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Kraków

REKLAMA



Zeskanuj kod QR lub wejdź na e-sprzetstomatologiczny.pl





Motywacja do bezpiecznej pracy w gabinetach stomatologicznych

JERZY LEWANDOWSKI, AGNIESZKA MARKOWSKA-DYNER, MARTA NICIEJEWSKA



Lekarze stomatolodzy są wystawieni na szereg zagrożeń zawodowych, które powodują, że ich praca niesie za sobą znaczące ryzyko utraty zdrowia. Są oni narażeni przede wszystkim na czynniki biologiczne, chemiczne oraz psychofizyczne. Nierzadko gabinetem stomatologicznym zarządza właściciel, który również jest lekarzem stomatologiem. Jak wynika z badań, w gabinetach stomatologicznych temat bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia jest dość często bagatelizowany. Wiele z nich nie posiada w swej dokumentacji oceny ryzyka zawodowego, czy nawet szkoleń wstępnych pracowników w nich zatrudnianych. Rodzi się zatem pytanie, jaki poziom bezpieczeństwa pracy istnieje w gabinetach stomatologicznych, które po 1989 roku zostały w Polsce w pełni sprywatyzowane?

Można założyć, że w każdej organizacji, w każdym przedsiębiorstwie – nawet najmniejszym – bezpieczeństwo pracy istnieje, chociażby przez wzgląd na wymogi prawne, przepisy, normy. Aby pracownicy wykonywali swoją pracę bezpiecznie, zarówno przez wzgląd na zdrowie własne, jak i pacjentów, potrzeba motywatora do osiągnięcia jakiegoś minimum w tym zakresie. Literatura przedmiotu wskazuje wiele przykładów metod i narzędzi motywujących pracowników do bezpiecznej i bezwypadkowej pracy.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań ankietowych, przeprowadzonych w częstochowskich gabinetach stomatologicznych, dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy lekarza stomatologa oraz metod i narzędzi motywujących do bezpiecznej i bezwypadkowej pracy, stosowanych przez właścicieli gabinetów.

BEZPIECZEŃSTWO PRACY W GABINETACH STOMATOLOGICZNYCH

Bezpieczeństwo pracy powinno być wartością autoteleliczną, najważniejszą spośród innych wartości, zarówno dla pracownika, jak i pracodawcy. Wbrew pozorom, ma ono również wymiar ekonomiczny, choć w polskich przedsiębiorstwach – zwłaszcza w najmniejszych podmiotach gospodarczych – pokutuje przekonanie, że wszelkie działania podnoszące poziom bezpieczeństwa pracy niosą za sobą tylko koszty. Są jednak takie firmy i tacy pracodawcy, którzy w bezpieczeństwie pracy i ochronie zdrowia pracowników potrafią dostrzec wymierne efekty i korzyści.

Konkursy dotyczące tzw. „dobrych praktyk”, które co



roku są organizowane m.in. przez Centralny Instytut Ochrony Pracy w Warszawie, wybierają spośród firm działających na terenie Polski takie, które efektywnie zarządzają bezpieczeństwem pracy poprzez wdrażanie autor-skich programów promujących bezpieczne i higieniczne warunki pracy. Często są to programy, które można z powodzeniem zastosować w innych przedsiębiorstwach.

„Dobre praktyki” w zakresie podnoszenia poziomu bezpieczeństwa pracy i kształtowania świadomości pracowników są bardzo dobrym przykładem dla najmniejszych podmiotów gospodarczych, w których z powodzeniem można je zastosować. Niestety mikro i małe przedsiębiorstwa często borykają się z bardzo przyziemnymi zjawiskami, takimi jak utrzymanie firmy na rynku, pozyskanie klientów, utrzymanie konkurencyjności itp. Inwestowanie w bezpieczeństwo pracy odchodzi na plan dalszy.

Do mikro (od 1 pracownika do 9) oraz małych przedsiębiorstw (od 10 do 49 pracowników) należą w Polsce gabinety stomatologiczne, które po 1989 roku zostały prawie w 100% sprywatyzowane [41]. Od tego czasu obserwowano dynamiczny wzrost liczby gabinetów stomatologicznych w Polsce [42]. Obecnie Główny Urząd Statystyczny donosi o tendencji spadkowej, jeśli chodzi o liczbę gabinetów stomatologicznych w Polsce. W roku 2016 gabinetów stomatologicznych było 4326. Dla porównania – w roku 2012 gabinetów stomatologicznych w Polsce funkcjonowało prawie pięć tysięcy [43]. Z tego też powodu brak rzetelnych informacji dotyczących poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w prywatnej praktyce stomatologicznej.

Istniejące pozycje literaturowe dotyczą raczej identyfikacji zagrożeń zawodowych, z jakimi lekarz stomatolog

ma do czynienia w swojej pracy. Brak jednak badań o szerokim zakresie w tej grupie zawodowej, pracującej w prywatnych gabinetach stomatologicznych.

Bardzo często praca lekarza stomatologa wykracza poza kompetencje związane z wyuczonym zawodem. Nierzadko bowiem lekarz stomatolog jest również właścicielem gabinetu stomatologicznego czy pracodawcą dla innych stomatologów i pomocniczego personelu medycznego. Wówczas jego wiedza musi również dotyczyć zarządzania kapitałem pracowniczym, ale także wymagań bezpiecznej organizacji pracy oraz podstawowych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w trakcie jej wykonywania. Organizacja gabinetu stomatologicznego podlega bardzo podobnym zasadom jak organizacja innych gabinetów medycznych.

Obecnie nie ma przepisów, które w sposób indywidualny i odrębny dotyczyłyby chociażby wymagań przestrzeni pracy dla gabinetów stomatologicznych. Akty prawne, które jeszcze jakiś czas temu obowiązywały, definiowały bardzo szczegółowo wszelkie parametry pomieszczeń przeznaczonych na praktykę lekarską. Podstawowe zasady organizacji gabinetu stomatologicznego oraz zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w tym gabinecie określają między innymi:

- Ustawa z 26 czerwca 1974 roku Kodeks Pracy [44],
- Ustawa z 15 kwietnia 2011 roku o działalności leczniczej [45],
- Ustawa z 5 grudnia 2008 roku o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi [46],
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [47],
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 26 czerwca 2012 roku w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą [48],
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [49],
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 30 czerwca 1984 roku w sprawie bhp w poradniach i pracowniach stomatologicznych [50].
- Przeciętny lekarz stomatolog nie posiada wiedzy z zakresu ogólnie pojętego bezpieczeństwa i higieny pracy. Nie posiada też kompetencji menedżerskich. W jaki zatem sposób funkcjonują gabinety stomatologiczne w tych dwóch obszarach?

W niniejszym artykule dokonano identyfikacji zagrożeń występujących w pracy lekarzy stomatologów oraz analizy i oceny znajomości metod wykorzystywanych do motywowania pracowników w prywatnych gabinetach stomatologicznych do bezpiecznych zachowań oraz bezwypadkowej pracy.

ZAGROŻENIA ZAWODOWE W PRACY LEKARZA STOMATOLOGA

Praca lekarza stomatologa (w tym pomocniczego personelu stomatologicznego) wiąże się z szeregiem zagrożeń zawodowych, które są wynikiem codziennej niemalże ekspozycji na czynniki fizyczne, chemiczne, biologiczne i



psychofizyczne. Również czynniki niebezpieczne charakteryzują środowisko pracy lekarzy stomatologów [51].

Praca zawodowa lekarza stomatologa wymaga przyjęcia pozycji stojącej lub siedzącej. Lekarz stomatolog zawsze zmuszony jest do pochylenia i skręcenia kręgosłupa, przyjmuje zatem przez większość czasu wykonywania pracy pozycję wymuszoną [52]. Efektem jest nadmierny nacisk na jedne tkanki, a rozciąganie tych po przeciwnej stronie. Jest to najistotniejsza przyczyna dolegliwości bólowych oraz zniekształceń w układzie kostno-stawowym. Pomimo wprowadzenia do użytkowania nowoczesnych foteli stomatologicznych typu Unit, praca stomatologa wciąż wiąże się z przyjmowaniem przez lekarza stomatologa pozycji ciała, które niesie za sobą duże obciążenie statyczno-dynamiczne mięśni kończyn górnych. Chodzi przede wszystkim o prawą rękę, ramiona, obręcz barkową i mięśnie tułowia [53]. Praca lekarza stomatologa to także utrzymywanie znacznej koncentracji uwagi, ale również precyzji ruchów i dokładności. Te wszystkie wymagania powodują duże obciążenie wzroku. Dodatkowo na narząd wzroku lekarza stomatologa wpływa światło nadfioletowe pochodzące z lamp utwardzających wypełnienia zębowe [54].

Ekspozycja na czynniki zagrażające zdrowiu i życiu lekarzy stomatologów zależy m.in. od narzędzi, przy pomocy których lekarz stomatolog wykonuje swoje zadania pracownicze. Do takich narzędzi należą m.in. szybkoobrotowe wiertła turbinowe, osiągające od 7000 do 12000 obrotów na minutę. Są one źródłem miejscowych drgań mechanicznych, które oddziałują na kończyny górne [55].

Lekarze stomatolodzy narażeni są również na wpływ substancji szkodliwych dla układu oddechowego. Są to przede wszystkim substancje chemiczne, takie jak preparaty wypełniające, rozpuszczalniki, detergenty, antyseptyki, leki, trucizny, eter etylowy, ciecze łatwopalne itp. Mogą one powodować również uczulenia skóry i podrażnienia śluzówki [56]. Praca lekarza stomatologa to bezpośredni kontakt z materiałem potencjalnie zakaźnym pacjenta. Ślina, strumień powietrza wydechowego, materiał odkrztuszany z dróg oddechowych – to wszystko powoduje, że błony śluzowe układu oddechowego, spojówki i rogówki lekarzy stomatologów mają kontakt ze wspo-

mnianym materiałem zakaźnym [57]. Zakażenia krwiopochodne niosą za sobą ryzyko zakażenia się m.in. wirusem zapalenia wątroby typu B i C czy wirusem HIV [58].

Wśród zagrożeń zawodowych w pracy lekarzy stomatologów są również zagrożenia psychofizyczne. Praca lekarza stomatologa to przeważnie praca w statyce, która determinuje nierzadko pozycję wymuszoną i nieergonomiczną. Skutkami pracy są zwyrodnienia układu szkieletowego stomatologów, zwłaszcza w obrębie barkowym oraz prawej kończyny górnej. Dolegliwości mięśniowo-szkieletowe towarzyszą stomatologom codziennie. Oczywiście istnieją rozwiązania ergonomiczne (choćby praca przy pomocy unitów) ale nie są one w stanie w pełni wyeliminować tego rodzaju zagrożenia z pracy lekarza stomatologa.

W omawianej grupie jako „nowe i pojawiające się” zagrożenia wymienia się zagrożenia psychospołeczne, które przede wszystkim dotyczą sytuacji związanych z kontaktem z klientem zewnętrznym gabinetu stomatologicznego – pacjentem. Roszczeniowe nastawienie pacjenta do lekarza stomatologa, agresja słowna i fizyczna – to zagrożenia, z którymi lekarz stomatolog nie umie sobie radzić. O ile jest on w stanie je zidentyfikować, to w ogóle nie jest przygotowany do odpowiedniego zachowania czy reakcji na nie.

Praca w gabinecie stomatologicznym jest specyficzna. Wymaga bowiem od pracodawcy nie tylko dbania o bezpieczeństwo i ochronę zdrowia klienta wewnętrznego – czyli pracowników, ale również o bezpieczeństwo i ochronę zdrowia klienta zewnętrznego – pacjentów. Bezpieczeństwo, jako jedna z podstawowych potrzeb człowieka, wydaje się być niezbędnym elementem dbania o pracownika w organizacji. Dzięki niej tworzy się środowisko pracy, w którym rozwijają się właściwe postawy pracowników wobec bezpieczeństwa. To z kolei prowadzi do zmniejszenia ryzyka zawodowego. Wysoki poziom kultury bezpieczeństwa prowadzi również do zwiększenia motywacji do pracy, wyższej satysfakcji i zaangażowania pracowników w bezpieczną i bezwypadkową pracę.

MOTYWATORY DETERMINUJĄCE ZACHOWANIA BEZPIECZNE W GABINETACH STOMATOLOGICZNYCH – STUDIUM PRZYPADKU

Literatura z zakresu zarządzania potencjałem pracowniczym sugeruje wiele metod, które z powodzeniem mogą być stosowane w procesie motywowania pracowników. Motywować można kapitał pracowniczy w wielu obszarach pracy zawodowej. Można motywować do efektywnej pracy, do zwiększenia siły i zaangażowania, do większej współpracy między pracownikami itp. Można również motywować do bezpiecznych zachowań w miejscu pracy.

Według Encyklopedii Zarządzania, motywowanie to proces ale również jedna z funkcji zarządzania, która reguluje zachowania pracowników, które to z kolei są niezbędne do osiągnięcia celów przedsiębiorstwa [59]. Proces motywacji zawsze powinien rozpoczynać się od zaspokojenia potrzeb podwładnych.

Z. Jasiński określa motywowanie jako oddziaływanie na pracowników przez różne formy i środki, w taki spo-

sób, by zachowania pracowników były zgodne z wolą kierującego i zmierzały do zrealizowania postawionych mu zadań [60].

T. Kotarbiński na temat motywacji przedstawił myśl, która w bardzo obrazowy sposób przedstawia istotę motywacji, a brzmi ona następująco: „Chodzi o to, by człowiek robił chętnie to, co robić musi, by tego, co robić musi, nie robił dla tego, że musi, by w robieniu tego, co musi, znalazł upodobanie i dzięki temu pracę swą usprawnił wielokrotnie, okazując hojność w oddaniu się jej” [61].

E. Skrzypek określiła motywację jako „siłę wewnętrzną, która pozwala osiągnąć sukces w każdej dziedzinie życia, (...) gwarantuje wspaniałą współpracę w zespole i możliwość realizacji trudnych celów, (...) to umiejętność wykorzystania energii dla rozwoju człowieka” [62].

W częstochowskich gabinetach stomatologicznych dokonano badania ankietowego, dotyczącego bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy lekarzy stomatologów oraz metod motywowania do bezpiecznej i bezwypadkowej pracy stosowanych przez pracodawców. Łącznie przebadano 15 gabinetów stomatologicznych, zatrudniających do 9 pracowników (mikroprzedsiębiorstwa). Za główne obszary zagrożeń, które mają największy wpływ na poziom bezpieczeństwa pracy w gabinetach stomatologicznych, respondenci wskazywali:

- zagrożenia psychofizyczne, wynikające z pozycji ciała przyjmowanej podczas pracy (78% respondentów),
- zagrożenia biologiczne, związane głównie z narażeniem pracowników na patogeny krwiopochodne czy płyny ustrojowe (63% respondentów),
- zagrożenia fizyczne, zwłaszcza te związane z ekspozycją respondentów na zapylenie materiałem dentystrycznym w wyniku obróbki mechanicznej (43% respondentów),
- zagrożenia psychospołeczne, wynikające głównie z postawy roszczeniowej pacjentów (25% respondentów).

Niepokojący jest fakt, iż respondenci nie potrafili wskazać działań minimalizujących poziom ryzyka zawodowego. Brak wiedzy w tym obszarze to sygnał, że, o ile z racji rodzaju wykształcenia i znajomości zagrożeń zawodowych respondenci są świadomi zagrożeń zawodowych, na które są narażeni, to niestety nie znają sposobów ich minimalizowania. Zadaniem każdego pracodawcy jest kształtowanie bezpiecznych warunków pracy dla swoich podwładnych, a owe kształtowanie to również dostarczanie wiedzy, dotyczącej właśnie minimalizowania potencjalnych zagrożeń zawodowych. Ten obszar – w częstochowskich gabinetach stomatologicznych – jest zaniedbany.

Kolejnym tematem zbadanym przy pomocy kwestionariusza ankietowego w częstochowskich gabinetach stomatologicznych były metody motywowania do bezpiecznej i bezwypadkowej pracy lekarzy stomatologów przez pracodawców. Okazuje się, że głównym motywatorem dla lekarzy stomatologów jest system nagród i kar (przede wszystkim materialnych), ze szczególnym uwzględnieniem kar. W badanych gabinetach stomatologicznych najczęściej stosuje się system kar za niewłaściwe i niebezpieczne zachowania pracowników. I choć są one wskazywane bardzo rzadko, niepokojące jest to, że



nagrody – jako motywator – praktycznie nie istnieją. Częstym błędem w stosowaniu nagród i kar jest niedostrzeżenie pożądanego zachowania i przez to nienagradzanie osób, które postępują bezpiecznie. Błędem jest również spóźnione karanie, np. za zachowanie, które już doprowadziło do wypadku. Takie postępowanie, które funkcjonuje w badanych gabinetach stomatologicznych, wskazała ponad połowa respondentów. Kara nie jest prostym przeciwieństwem nagrody. Otrzymanie bowiem nagrody pokazuje, co należy robić w przyszłości, aby ją ponownie otrzymać. Kary mają niestety zdolność do blokowania – ale na krótko – niepożądanych zachowań.

Rekomendacje w obszarze motywowania do bezpiecznych i bezwypadkowych zachowań w gabinetach stomatologicznych dla pracodawców można odnieść do kwestii sposobu stosowania nagród i kar. Po pierwsze, zawsze należy je stosować z komentarzem, żeby otrzymująca osoba wiedziała, za co została nagrodzona czy też ukarana. Po drugie, zarówno nagrody, jak i kary należy stosować szybko, od razu po niepożądanym bądź pozytywnym zachowaniu. I po trzecie, zarówno nagroda, jak i kara, powinny być adekwatne do wielkości winy czy zasługi.

Należy również zwrócić uwagę, że w żadnym z badanych gabinetów stomatologicznych pracodawcy nie stosują innych niż system nagród i kar, metod motywowania do bezpiecznej i bezwypadkowej pracy. Ma to odzwierciedlenie w wynikach pierwszej części badania, które dotyczyło identyfikacji zagrożeń zawodowych i działalności minimalizującej ryzyko zawodowe. Brak wiedzy na temat działań profilaktycznych, czy działań kształtujących świadomość bezpiecznej pracy oraz odpowiedniej postawy pracowników, daje również wyniki w stosowaniu przez pracodawców bardzo prostych metod motywowania. Nie oznacza to, że są one złe. Jednak są one niewystarczające, jeśli zależy nam na bezpieczeństwie i zdrowiu największego kapitału organizacji, jaką są pracownicy.

PODSUMOWANIE

Kształtowanie bezpiecznych zachowań wśród pracow-

ników jest bardzo istotnym zagadnieniem, które można osiągnąć m.in. przez skuteczne wpływanie na motywację do bezpiecznej i bezwypadkowej pracy. W gabinetach stomatologicznych, w których pracodawcy powinni dbać o bezpieczeństwo i zdrowie pracowników, nie należy zapominać o bezpieczeństwie i ochronie zdrowia klientów zewnętrznych, jakimi są pacjenci. Specyfika środowiska pracy gabinetów stomatologicznych determinuje odpowiednie działania profilaktyczne oraz bezpieczne zachowania wszystkich pracowników. Trzeba pamiętać, iż sukces profilaktyczny w dążeniu do poprawy bezpieczeństwa pracy w każdym przedsiębiorstwie – w gabinecie stomatologicznym również – w dużej mierze zależy od działań przypisujących dużą wartość zdrowiu i życiu własnemu oraz innym ludzi. Bez odpowiedniego nastawienia, bez odpowiedniej postawy wszystkich członków zespołu pracowniczego nie będzie bowiem możliwe osiągnięcie tego, co jest wartością autoteliczną – zapewnienie wymaganego poziomu bezpieczeństwa. Stosowanie natomiast prostych, ale nierozwijających i krótkotrwałych motywatorów do bezpiecznych zachowań pracowników, działa tylko w sytuacji kontroli. Sukcesem organizacji jest uzyskanie takiego stanu, w którym wszyscy pracownicy wykonują swoją pracę w zgodzie z przepisami i normami bezpieczeństwa i higieny pracy, nawet wtedy, gdy są w pełni przekonani o braku jakiegokolwiek kontroli. Aby ten stan osiągnąć, należy kształtować postawy pracowników przede wszystkim przy pomocy motywatorów pozamaterialnych.

PRZYPISY

- [41] Wróblewski M., Powołanie czy biznes?, <http://medicus.lublin.pl/2010/10/post-589/>, data dostępu: 12.01.2019 r.
- [42] Ławniczek-Wałczyk A., Gołofit-Szymczak M., Cyprowski M., Górny R., Szkodliwe czynniki biologiczne w gabinetach stomatologicznych, [w:] Bezpieczeństwo Pracy, Wyd. CIOP-PIB, Warszawa, 9/2012, s. 20.
- [43] Główny Urząd Statystyczny, Zdrowie i ochrona zdro-

wia w 2016 r., GUS, Warszawa 2017.

[44] Dz. U. z 1998 r. nr 21, poz. 94 ze zm. – Dział X.

[45] Dz. U. z 2011 r., nr 112, poz. 654 ze zm.

[46] Dz. U. z 2008 roku, nr 234, poz. 1570.

[47] Dz. U. z 2002 roku, nr 75, poz. 690 ze zm.

[48] Dz. U. z 2012 roku, poz. 739.

[49] Dz. U. z 2003 roku, nr 169, poz. 1650 ze zm.

[50] Dz. U. z 1984 roku, nr 37, poz. 197.

[51] Ulewicz R. i in., Wybrane aspekty zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracy, Wyd. SMJiP, Częstochowa 2015.

[52] Płocki J. i in., The effect of ergonomics in dentistry on the occurrence of pain in the cervical neck region of the spine, *Studia Medyczne*, 31/1, 2015, s. 35-41.

[53] Lewczuk E. i inni, Zawodowe zagrożenia zdrowotne w gabinetach stomatologicznych, *Medycyna Pracy* 53 (2) Łódź, 2002, ss. 161-165.

[5] Bzdęga I. i in., Oświetlenie stanowiska pracy lekarza stomatologa w aspekcie szacowania ryzyka zdrowotnego [w:] *Nowiny Lekarskie*, 76/4, 2007, ss. 327-330.

[55] Gola M., Owecka M., Choroby występujące u techników dentystycznych, *Nowiny Lekarskie*, 82/2, 2013, ss. 176-180.

[56] Tenderowicz K. i in., Jak bezpiecznie i higienicznie świadczyć usługi w gabinecie stomatologicznym? Poradnik dla gabinetów stomatologicznych, Wyd. PIP, Kraków 2015.

[57] Ławniczek-Wałczyk A. i in., Szkodliwe czynniki biologiczne w gabinetach stomatologicznych, [w:] *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, 2012, Nr 9, ss. 20-23.

[58] Gołofit-Szymczak M., Górny R., Narażenie pracowników opieki zdrowotnej na patogeny krwiopochodne, *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, 2019, Nr 1, ss. 15-18.

[59] Encyklopedia zarządzania, Motywowanie pracowników, https://mfiles.pl/pl/index.php/Motywowanie_pracownikow, data dostępu: 12.12.2018 r.

[60] Mazur M., Motywowanie pracowników jako istotny element zarządzania organizacją, *Nauki Społeczne* 2(8), 2013, ss. 156-182.

[61] Kozłowski W., Zarządzanie motywacją pracowników, Wyd. Fachowe CeDeWu, Lublin 2009.

62 Tamże.

LITERATURA

[1] Bzdęga I. i inni, Oświetlenie stanowiska pracy lekarza stomatologa w aspekcie szacowania ryzyka zdrowotnego, *Nowiny Lekarskie*, 76/4, 2007, s. 327-330.

[2] Ustawa z 26 czerwca 1974 roku Kodeks Pracy, Dz. U. z 1998 r. nr 21, poz. 94 ze zm. – Dział X.

[3] Ustawa z 15 kwietnia 2011 roku o działalności leczniczej, Dz. U. z 2011 r., nr 112, poz. 654 ze zm.

[4] Ustawa z 5 grudnia 2008 roku o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi, Dz. U. z 2008 roku, nr 234, poz. 1570.

[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. z 2002 roku, nr 75, poz. 690 ze zm.

[6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 26 czerwca 2012

roku w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą. Dz. U. z 2012 roku, poz. 739.

[7] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz. U. z 2003 roku, nr 169, poz. 1650 ze zm.

[8] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 30 czerwca 1984 roku w sprawie bhp w poradniach i pracowniach stomatologicznych, Dz. U. z 1984 roku, nr 37, poz. 197.

[9] Encyklopedia zarządzania, Motywowanie pracowników, https://mfiles.pl/pl/index.php/Motywowanie_pracownikow z dnia 12.12.2018 r.

[10] Główny Urząd Statystyczny, Zdrowie i ochrona zdrowia w 2016 r., GUS, Warszawa 2017.

[11] Gola M., Owecka M., Choroby występujące u techników dentystycznych, *Nowiny Lekarskie*, 82/2, 2013, ss. 176-180.

[12] Gołofit-Szymczak M., Górny R., Narażenie pracowników opieki zdrowotnej na patogeny krwiopochodne, *Bezpieczeństwo Pracy*, Nr 1 (568), Wyd. CIOP-PIB, Warszawa 2019, ss. 15-18.

[13] Kozłowski W., Zarządzanie motywacją pracowników, Wyd. Fachowe CeDeWu, Lublin 2009.

[14] Lewczuk E. i inni, Zawodowe zagrożenia zdrowotne w gabinetach stomatologicznych, *Medycyna Pracy* 53 (2) Łódź, 2002, ss. 161-165.

[15] Ławniczek-Wałczyk A. i inni, Szkodliwe czynniki biologiczne w gabinetach stomatologicznych, [w:] *Bezpieczeństwo Pracy*, Wyd. CIOP-PIB, Warszawa 2012, ss. 20-23.

[16] Mazur M., Motywowanie pracowników jako istotny element zarządzania organizacją, *Nauki Społeczne* 2(8), 2013, ss. 156-182.

[17] Płocki J. i inni, The effect of ergonomics in dentistry on the occurrence of pain in the cervical neck region of the spine, *Studia Medyczne*, 31/1, 2015, ss. 35-41.

[18] Tenderowicz K. i inni, Jak bezpiecznie i higienicznie świadczyć usługi w gabinecie stomatologicznym? Poradnik dla gabinetów stomatologicznych, Wyd. PIP, Kraków 2015.

[19] Ulewicz R., Klimecka-tatar D., Mazur M., Niciejewska M., Wybrane aspekty zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracy, Wyd. SMJiP, Częstochowa 2015.

[20] Wróblewski M., Powołanie czy biznes?, <http://medicus.lublin.pl/2010/10/post-589/>, data dostępu: 12.01.2019 r.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w Zeszytach Naukowych Politechniki Łódzkiej „Organizacja i Zarządzanie”, nr 1228, z. 73, 2019, s. 91-100.

prof. dr hab. inż. Jerzy Lewandowski¹, Agnieszka Markowska-Dyner¹, dr Marta Niciejewska²

1 – Politechnika Warszawska

2 – Politechnika Częstochowska

Model biznesu dla potrzeb zarządzania usługami medycznymi w zakresie stomatologii

KATARZYNA DOHN, KATARZYNA ŁYP, KATARZYNA MOCNY-PACHOŃSKA, HANNA HÜPSCH-MARZEC



Stomatologia to gałąź medycyny, która niemalże całkowicie została pozbawiona finansowego pośrednika, jakim jest Narodowy Fundusz Zdrowia. Efektem czego, świadczeniodawcy usług stomatologicznych nagle znaleźli się na trudnym i wymagającym rynku. Rynku, na którym do walki o pacjenta nie wystarczyło ugruntowane doświadczenie zawodowe. Równie ważnym stało się co najmniej wyróżniające się na tle pozostałych gabinetów, jego wyposażenie oraz wysoki standard obsługi klienta. Klienta, o coraz wyższej świadomości własnych potrzeb, oczekiwań i sposobu ich realizacji.

Celem artykułu jest zbadanie, czy istnieje zależność przyczynowo – skutkowa pomiędzy cechami określającymi standardy obsługi klienta z ostatecznym wyborem świadczeniodawcy usług stomatologicznych. Ponadto podjęto próbę opracowania modelu biznesowego usług stomatologicznych, którego zastosowanie pozwoli pacjentowi na wybór najkorzystniejszej oferty na rynku.

W celu opracowania modelu biznesu dla jednostki medycznej o profilu stomatologicznym należy wziąć pod uwagę następujące zmienne:

- Analizę potrzeb klientów/pacjentów, opartą w głównej mierze na ankietach konsumenckich.
- Analizę konkurencji.
- Wypracowanie elastycznej wewnętrznej strategii organizacji gwarantującej kompatybilność potrzeb pacjenta z proponowanymi rozwiązaniami gabinetu stomatologicznego.
- Opracowanie elastycznego modelu przychodów, który przyniesie wymierne korzyści finansowe inwestorom, przy jednoczesnym zachowaniu realnego poziomu cen oferowanych usług.

MODEL BIZNESU

Skutkiem wieloletnich badań nad zarządzaniem strategicznym jest wyłonienie dwóch istotnych obiektów. Jako pierwsza wyłoniła się strategia, natomiast jako kolejny wyłonił się model biznesu. Korzeni wspomnianych powyżej obiektów należy szukać zaczynając od istoty przedsiębiorczości. Zjawisko to zawsze było związane z gospodarowaniem. Zatem kluczową rolę odgrywa przedsiębiorca, który uznany został za pierwotne źródło przedsiębiorczości. A zatem cechy przedsiębiorcy są nierozdzielnie związane z cechami przedsiębiorczości.

Analiza zbioru cech pozwala wyłonić te z nich, które istotne są dla osiągnięcia założonego celu. Do tego podzbioru należy zaliczyć:

- Wykorzystywanie okazji.
- Zdolność do podejmowania ryzyka.
- Inteligencja w działaniu.
- Umiejętność pozyskania środków finansowych.
- Inicjowanie nowych możliwości.
- Dostosowywanie specjalizacji usług do potrzeb otoczenia.
- Oferowanie usług zgodnych z wymiarem wartości klienta.
- Zysk.

Podsumowując ten zbiór cech, warto zauważyć, że zawiera on związki zewnętrzne, łączące model biznesu z otoczeniem (zgodności celowej, przyczynowo-skutkowej, przystawania) i związki wewnętrzne, występujące pomiędzy segmentami modelu biznesu (przynależności celowej, przystawania, kompatybilności, zgodności wzajemnej i funkcjonalnej). Reasumując, można założyć, że przedsiębiorczość skierowana jest tutaj do wewnątrz przedsiębiorstwa, ale także ukierunkowana na otoczenie. Anektując wspomniany wyżej zbiór cech w przestrzeń usług stomatologicznych, należy zweryfikować przydatność i spójność poszczególnych jego elementów.

W ujęciu semantycznym zdefiniowanie istoty modelu biznesu, tworząc w tym celu jednoznaczną i jedynie słuszną definicję, wydaje się być niemożliwe. Stąd część badaczy wskazuje, że strategia rozwoju jest częścią modelu biznesu. Inni zaś uważają, że strategia konkurencji wchodzi w skład modelu biznesu. Nie ma nawet zgody co do składników tworzących model biznesu, czy ich niezbędnej ilości. Wydaje się, że wynika to z usiłowania wkomponowania w pojęcie modelu biznesu wszelkich spraw związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa. Jak uznaje autor, sytuacja ta jest skutkiem braku jednej uznanej teorii konsolidującej różnorodne obecnie podejścia w naukach o zarządzaniu.

Analizując istotę modelu w podejściu zarządczym, definiuje się jego konstrukcję w taki sposób, aby można było operatywnie manipulować zmiennymi wchodzącymi w jego skład. Natomiast uogólnionym obrazem najistotniejszych jego cech nazwał model biznesu J.A. Schumpeter.

Wniosek wyciągnięty z zaprezentowanych powyżej stanowisk definiuje model jako układ działający analogicznie jak przedsiębiorstwo i posiada określone uogólnienia

i uproszczenia, niezakłócające jednakże jego analogii. Kolejnym wnioskiem jest przekonanie, że budowanie modeli ma sens, bowiem manipulując zmiennymi, można obserwować wywołane wskutek manipulacji efekty.

Ostatnia dekada przyniosła wiele zmian w postrzeganiu źródeł sukcesu przedsiębiorstwa. Sukcesu opartego na kreacji wartości, których podwaliną są kapitał intelektualny, dysponowana technologia, zarządzanie wiedzą – siłą sprawczą innowacji – czy zagadnienia z zakresu zarządzania strategicznego.

Kreując wartość przedsiębiorstwa na jeden z głównych filarów kształtujących długookresowe procesy decyzyjne, skłania do uznania go (filara – wartość) za koło zamachowe uzyskanie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa. W szczegółowej postaci w ujęciu zasobowym uznaje się, że spośród wszystkich zasobów przedsiębiorstwa, jedynie wiedza i potencjał techniczno-technologiczny spełnia jednocześnie warunki wartościowości i rzadkości, niezbędne do tego, aby przewaga była trwała. Pogląd ten tylko częściowo wpasowuje się w realia sektora usług stomatologicznych. Bowiem specyfika tego sektora nakazuje uznać, że wymiar wartości dla klienta (pacjenta) nie ogranicza się do reprezentantów wartości wspomnianych powyżej. W sektorze tym ogromną rolę odgrywa również, a może szczególnie, wartość w postaci dostępności i jakości usług. Wnioskować zatem można, że wiedza i potencjał techniczno-technologiczny spełnia jedynie część warunków wartościowości dla tak specyficznego sektora. Równie ważnym jest zatem zidentyfikowanie katalizatorów zmian, oszacowanie ich wpływu na wymiar wartości modelu biznesu sektora usług stomatologicznych, a następnie zaimplementowanie zmian inicjujących pomnożenie wartości w segmencie wartości dla klienta tworzonego modelu biznesu. Należy tutaj podkreślić, że jest to dziedzina mocno uzależniona od indywidualnych postaw ludzi w nią zaangażowanych.

W otoczeniu działalności sektora usług stomatologicznych, szczególnego znaczenia nabiera właściwe zdefiniowanie segmentów schematu modelu biznesu, a następnie wyłonienie kluczowych elementów poszczególnych jego segmentów, aby po wprowadzeniu zmian, prawidłowo reagowały na dedykowane im nieustannie bodźce.

Zatem, umiejętne zdefiniowanie segmentów schematu modelu biznesu, uwzględniające delikatność połączeń przyczynowo-skutkowych pomiędzy jego elementami składowymi pozwoli na płynną realizację wcześniej opracowanych celów.

Opracowanie schematu modelu biznesu świadczeniodawcy usług stomatologicznych posłuży należytemu ogniskowaniu działań na rzecz poszukiwania nowych szans i właściwej organizacji działań.

Pojęcie modelu biznesu definiowane jest w wieloraki sposób, jednakże najcelniej w środowisko usług stomatologicznych wpasowuje się definicja określająca go jako obiekt konceptualny, opisujący prowadzenie biznesu poprzez artykułowanie logiki tworzenia wartości dla klienta i przechwytywania części tej wartości przez przedsiębiorcę. Tak zdefiniowane pojęcie modelu biznesu pozwala zwrócić uwagę na to jakże ważna jest logika tworzenia wartości dla klienta (pacjenta).

METODYKA BADAWCZA

Zakładając, że proponowany model biznesu ma dotyczyć zarządzania placówkami medycznymi o profilu stomatologicznym koniecznym jest określenie uwarunkowań rynkowych, w jakich podmioty te funkcjonują. W tym celu podjęto próbę przeprowadzenia badań, w ramach których zidentyfikowano najważniejsze elementy modelu z perspektywy klienta/pacjenta jako biorcy oferowanych usług. Przyjęto zatem następującą hipotezę badawczą:

„Składowe strategii obsługi klienta/pacjenta dotyczące poziomu dostępności do usług stomatologicznych mierzonego kosztem ich pozyskania oraz budowania więzi i relacji między dostawcą a biorcą usług stomatologicznych są związane z uwarunkowaniami charakteryzującymi model biznesu dla jednostki medycznej o profilu stomatologicznym”.

W celu zweryfikowania przyjętej hipotezy, przeprowadzono badania bezpośrednie, metodą wywiadu kwestionariuszowego wśród wybranych pacjentów gabinetów stomatologicznych zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego. Zgromadzenie niezbędnych danych wymagało przeprowadzenia badań ankietowych, metodą kwestionariuszową. Wielkość próby badawczej wyznaczono na poziomie 273 gabinety, opierając się na metodzie estymacji przedziałowej, wykorzystując wzór na wielkość próby postulowanej, przy założeniu: poziom ufności = 0,95, wielkości populacji = 945, szacowanej wielkości frakcji = 0,5, błędu maksymalnego = 0,05.

Biorąc pod uwagę wyznaczoną wielkość próby postulowanej, przygotowaną ankietę rozesłano do 300 gabinetów stomatologicznych zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego, z prośbą o przekazanie co najmniej 10 pacjentom każdego z gabinetów. Otrzymano 180 zwrotów, z czego pod uwagę wzięto 143 ankiety. Pozostałą część stanowiły błędnie wypełnione kwestionariusze.

WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych badań, które miały na celu potwierdzenie zaproponowanej hipotezy badawczej, uzyskano następujące wyniki badań.

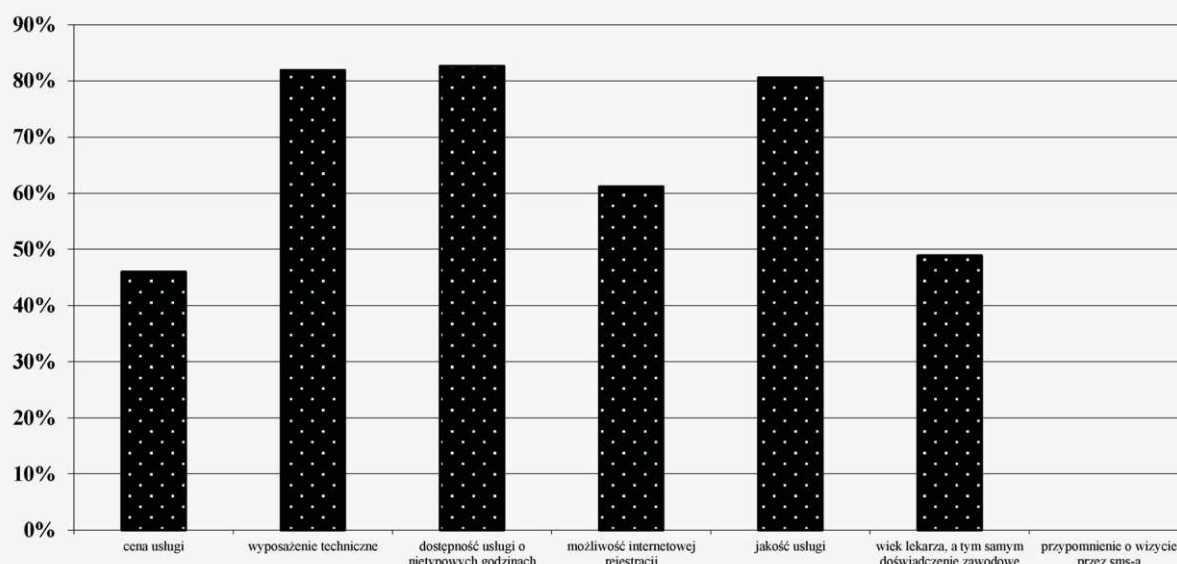
Elementem, który w głównej mierze przyczynia się do wyboru danej jednostki medycznej jest poziom dostępności usług, co przedstawiono na rys. 1.

Uzupełnieniem prawdziwości przyjętej hipotezy są wyniki odzwierciedlone na rys. 2 i 3, w których to „brak odczuwania bólu podczas zabiegu” staje się wiodącym czynnikiem kojarzonym z nowoczesnością technik stomatologicznych, ta natomiast z głównym powodem wyboru danego gabinetu stomatologicznego.

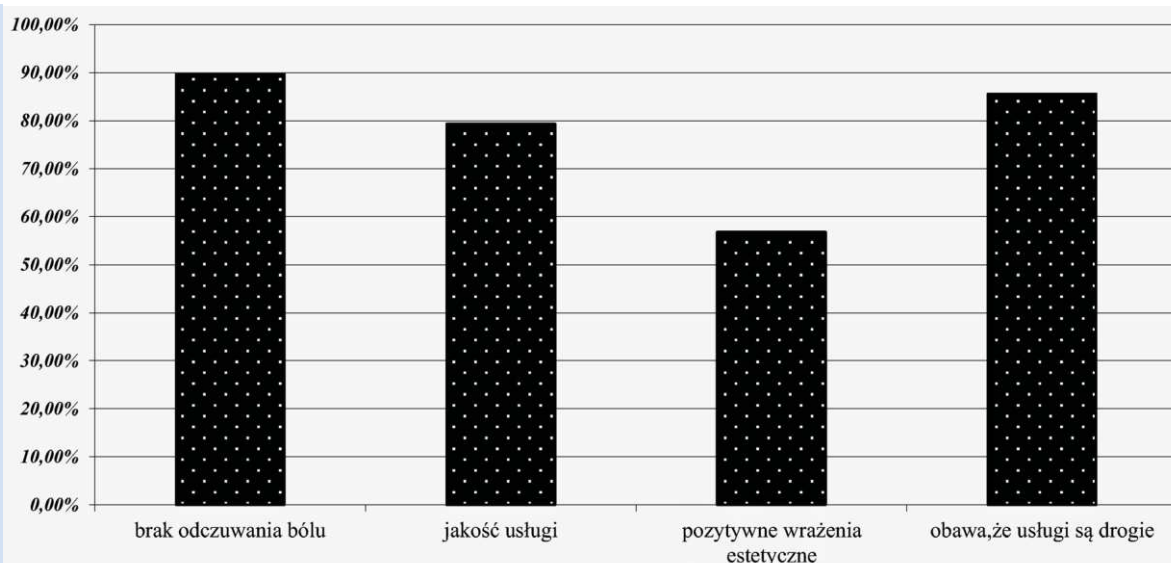
Reasumując wyniki badań należy zauważyć, że dominującymi czynnikami wyboru danego gabinetu stomatologicznego przez klienta/pacjenta są elementy zauważalne na wstępnym etapie zetknięcia się z danym gabinetem. Wyniki tego rodzaju stanowią istotną informację dla świadczeniodawców usług stomatologicznych.

Kolejnym uwiarygodnieniem przyjętej hipotezy jest odpowiedź ankietowanych na pytanie: Jakie elementy skłonią Pana/Panią do ponownej wizyty w danym gabi-

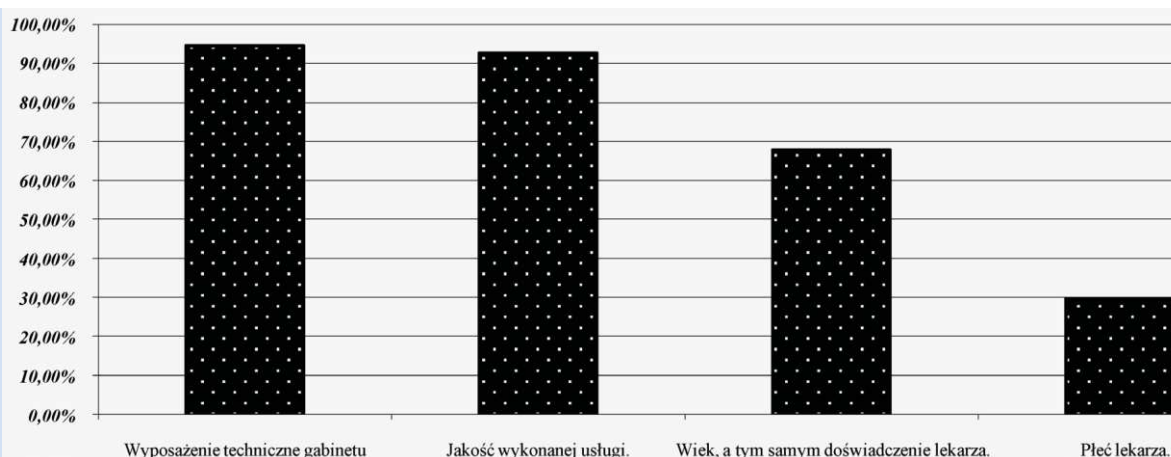
Rys. 1. Elementy decydujące o wyborze danej jednostki medycznej. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ankietowych



Rys. 2. Czynniki wyboru danej jednostki medycznej. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ankietowych



Rys. 3. Czynniki wyboru danej jednostki medycznej. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ankietowych



nie stomatologicznym? Pytanie było o tyle ciekawe, że nie proponowało żadnej odpowiedzi, a zestaw najczęściej oddawanych prezentuje rys. 4.

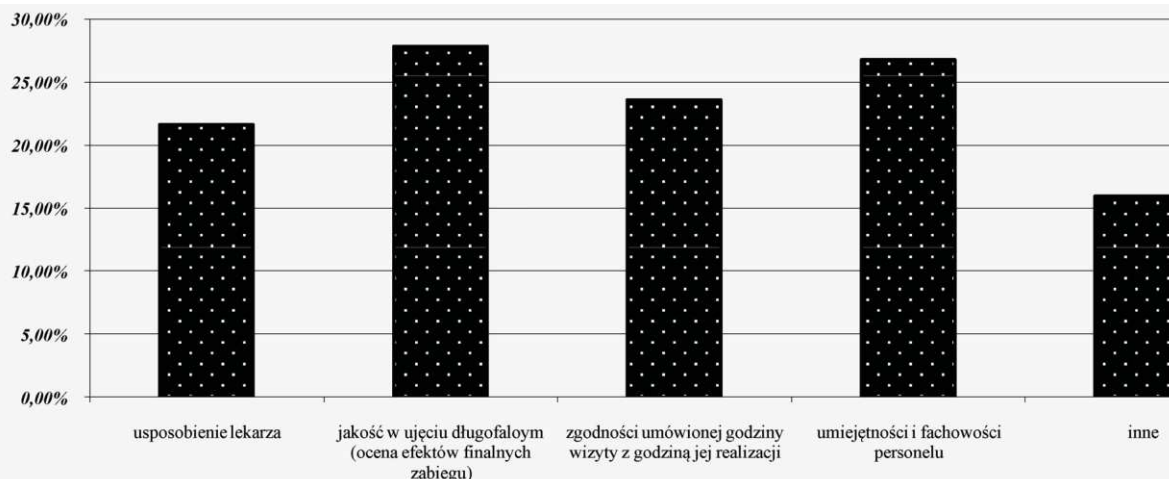
Biorąc pod uwagę zebrane opinie pacjentów, należy zauważyć, że większość pacjentów zwraca uwagę na czas oczekiwania na przyjęcie. Dlatego też, czas oczekiwania jest ważnym czynnikiem wpływającym na ocenę poziomu obsługi. Należy również podkreślić, że pozostałymi, równie istotnymi czynnikami mającymi wpływ na wybór

gabinetu stomatologicznego są reputacja lekarza oraz rekomendacje znajomych lub rodziny.

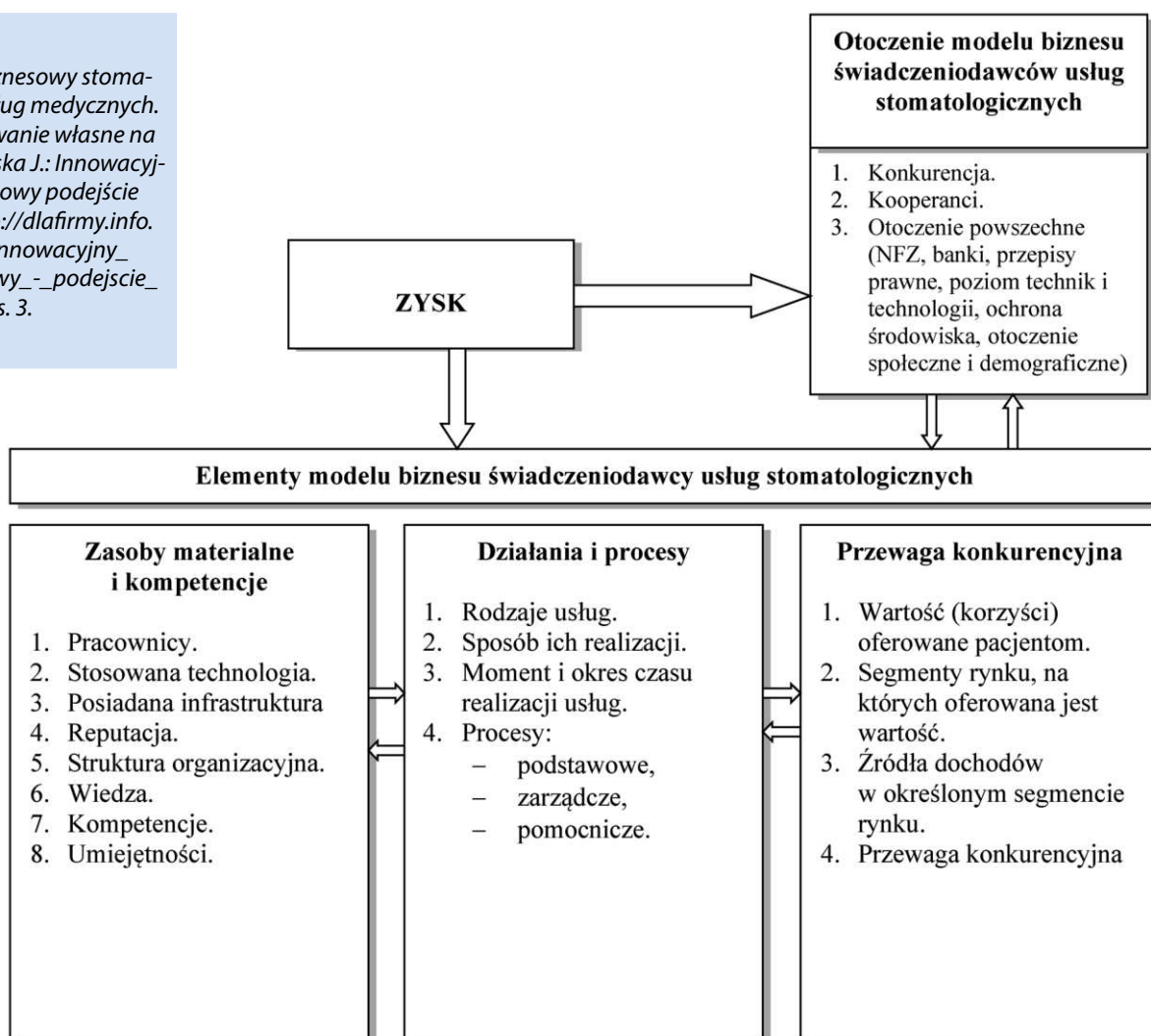
OPRACOWANIE MODELU BIZNESU DLA PLACÓWKI MEDYCZNEJ ŚWIADCZĄCEJ USŁUGI STOMATOLOGICZNE

Przeprowadzone badania empiryczne oraz badania literaturowe pozwoliły na przedstawienie propozycji modelu biznesowego dla placówki świadczącej usługi

Rys. 4. Wyniki badań potwierdzające prawdziwość przyjętej hipotezy. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ankietowych



Rys. 5. Model biznesowy stomatologicznych usług medycznych. Źródło: Opracowanie własne na podstawie Brzóska J.: Innowacyjny model biznesowy podejście praktyczne, http://dlafirmy.info.pl/articlesFiles/Innowacyjny_model_biznesowy_-_podejscie_praktyczne.pdf, s. 3.



medyczne w zakresie stomatologii (rys. 5). W zaproponowanym modelu ujęto trzy obszary wraz z cechami, które je reprezentują, a także oddziaływanie otoczenia. Otoczenie obejmuje zarówno otoczenie konkurencyjne, jak i otoczenie makroekonomiczne. Zasoby materialne i kompetencje tworzą wartość poprzez poziom realizacji usługi stomatologicznej (obsługi pacjenta). Bardzo istotną kwestią (o ile nie najważniejszą) jest właściwy przebieg całego procesu leczenia pacjenta, który to tworzy łańcuch wartości, a zatem korzyści dla wspomnianego pacjenta. Kształtowana w ten sposób przewaga konkurencyjna łączy się bezpośrednio z preferowanym przez

nich wyborem danego gabinetu stomatologicznego. Preferencje te mogą wynikać z cech wyróżniających dany podmiot (jakość posiadanego sprzętu i nowoczesność technik stomatologicznych, poziom dostępności do usług stomatologicznych mierzony kosztem ich pozyskania). Istotną kwestią są również źródła dochodów w zakresie realizowanych usług stomatologicznych o zróżnicowanym znaczeniu (nie tylko wynikających bezpośrednio z leczenia zachowawczego pacjentów, ale również oferowania im usług dodatkowych, np. w zakresie higieny, profilaktyki, chirurgii stomatologicznej, protetyki).

WNIOSKI

Dotychczasowa analiza badań kwestionariuszowych, uzupełniona wnioskami dotyczącymi strategii budowania więzi i relacji między dostawcą a biorcą usług stomatologicznych, finalnie wzbogacona o opracowany model biznesowy usług stomatologicznych rysuje ostateczny obraz, dający kompletny zestaw narzędzi, instrumentów i wskazówek niezbędnych dla realizacji długofalowych relacji z pacjentem. Z przeprowadzonej analizy wynika, że prawidłowe zsynchronizowanie poziomu zasobów materialnych, kompetencji zawodowych poszczególnych pracowników, wspomagane celowanymi działaniami, przyczyni się bezpośrednio do tworzenia wartości dla poszczególnych jednostek stomatologicznych. Determinują one bowiem jego rozwój i stabilną pozycję finansową oraz przewagę konkurencyjną na rynku. Te natomiast są gwarancją trwałości relacji dentysta – pacjent.

LITERATURA

[1] Amit R., Schoemaker P.: Strategic Assets and Organizational Rent. *Strategic Management Journal*, Vol. 14, Iss. 1, 1993.

[2] Barnes N.G., Mowatt D.: An examination of patient attitudes and their implications for dental service marketing. *Journal of Health Care Marketing*, Vol. 6, 1986, p. 60-63.

[3] Borowski J.: Value chain: a new theory of strategic management, *Optimum*. "Studia Ekonomiczne", nr 2(62), 2013.

[4] Brzóska J.: Modele biznesowe przedsiębiorstw energetycznych a wzrost bezpieczeństwa energetycznego. Zarządzanie przedsiębiorstwem inteligentnym. Wybrane zagadnienia. Gregorczyk S., Mierzejewska W. (red.). Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2016, s. 135-150.

[5] Brzóska J.: Modele biznesu a wykorzystanie innowacji w przedsiębiorstwach społecznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 78, Gliwice 2015, s. 51-67.

[6] Brzóska J.: Innowacje jako czynnik dynamizujący modele biznesowe. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014, s. 37.

[7] Brzóska J.: Innowacyjny model biznesowy podejście praktyczne, http://dlafirmy.info.pl/articlesFiles/Innowacyjny_model_biznesowy_-_podejscie_praktyczne.pdf, s. 3.

[8] Czakon W.: Sieci w zarządzaniu strategicznym. Oficyna Wolter Kluwer Business, Warszawa 2012, s. 12.

[9] Demil B., Lecocq X.: Business Model Evolution: In Search of Dynamic Consistency. *Long Range Planning*, Vol. 43, 2010, p. 227.

[10] Falencikowski T., Nogalski B.: Miejsce modelu biznesu w zarządzaniu strategicznym – podejście przedsiębiorcze. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica*, 4t. Metodologiczne aspekty zarządzania – wybrane zagadnienia, 2014, s. 305.

[11] Falencikowski T.: Modele biznesu w sektorze turystycznym – ujęcie relacyjne, [w:] Adamik A. (red.): Kształtowanie konkurencyjności i przewagi konkurencyjnej małych i średnich przedsiębiorstw. C.H. Beck, Warszawa 2011.

[12] Falencikowski T.: Spójność modelu biznesu. Koncepcja i pomiar. CeDeWu, Warszawa 2013.

cja i pomiar. CeDeWu, Warszawa 2013.

[13] Gopalakrishna P., Munnaleni V.: Influencing satisfaction for dental services. *Journal of Health Care Marketing*, Vol. 13(1), 1993, p. 16-22.

[14] Heszen-Niejodek I.: Promocja zdrowia – próba systematyzacji. *Promocja Zdrowia. Nauki Społeczne i Medycyna*, nr 5-6, 1995.

[15] Jabłoński M.: Kształtowanie modeli biznesu w procesie kreacji wartości przedsiębiorstw. *Difin*, Warszawa 2013, s. 191.

[16] Lega F.: Developing a marketing function in public healthcare systems: A framework for action. *Health Policy*, Vol. 78, 2006, p. 340-352.

[17] Magretta J.: Why Business Models Matter? *Harvard Business Review*, Vol. 80, No. 5, 2002.

[18] Matuszak A., Matuszak Z.: Określenie próby i jej liczności w badaniach pedagogicznych. *General and Professional Education*, Vol. 2, 2011, p. 37-38.

[19] Mintzberg H.: Zarządzanie. Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2013, s. 100.

[20] Piecuch T.: Przedsiębiorczość. Podstawy teoretyczne. PWE, Warszawa 2009, s. 15.

[21] Rogoziński K. (red.): Marketing usług profesjonalnych, t. 6. Usługi bogate w wiedzę. Informila, Poznań 2006, s. 122.

[22] Rokita J.: Zarządzanie strategiczne – tworzenie i utrzymanie przewagi konkurencyjnej. Dom Organizatora, Toruń 2007.

[23] Rudny W.: Model biznesowy a tworzenie wartości. Uniwersytet Ekonomiczny, Governance, Katowice 2013, s. 1.

[24] Schumpeter J.A.: Kapitalizm, socjalizm, demokracja. PWN, Warszawa 2009, s. 89.

[25] Słyszczak A.J., Marrison D.J., Andelman B.: Strefa zysku. PWE, Warszawa 2000.

[26] Smith W., Binns A., Tushman M.: Complex Business Models: Managing Strategic Paradoxes Simultaneously. *Long Range Planning*, Vol. 43, 2010, p. 450.

[27] Weissman Ch., Schroeder J., Elchallal U., Weiss Y., Tandeter H., Ziskrony R.Y.: Using marketing research concepts to investigate specialty selection by medical students. *Medical Education*, Vol. 46(10), 2012, p. 974-982.

[28] www.katowice.uw.gov.pl/download/26033.pdf.

[29] Zieleniewski J.: Organizacja i zarządzanie. PWN, Warszawa 1981, s. 45.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w Zeszytach Naukowych Politechniki Śląskiej, seria: „Organizacja i Zarządzanie”, z. XXX, 2018, s. 2-12.

**dr hab. inż. Katarzyna Dohn prof. PŚ¹,
dr inż. Katarzyna Łyp²,
Katarzyna Mocny-Pachowska³,
dr inż. Hanna Hüpsch-Marzec³**

1 – Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania, Administracji i Logistyki

2 – Uniwersytet Opolski

3 – Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

Specjalistyczne wyposażenie gabinetu stomatologicznego – klucz do sukcesu

ZNACZENIE SPECJALISTYCZNEGO WYPOSAŻENIA W GABINECIE STOMATOLOGICZNYM

Specjalistyczne wyposażenie gabinetu stomatologicznego stanowi fundament nowoczesnej praktyki dentystrycznej. Inwestycja w wysokiej jakości sprzęt nie tylko podnosi standard świadczonych usług, ale także bezpośrednio wpływa na:

- efektywność pracy stomatologa,
- komfort pacjenta,
- jakość diagnostyki i leczenia.

Nowoczesne gabinety stomatologiczne to prawdziwe centra technologiczne, gdzie każdy element wyposażenia ma swoje konkretne zastosowanie i znaczenie.

Ergonomiczne rozwiązania stomatologiczne to kolejny kluczowy aspekt wyposażenia gabinetu. Obejmują one:

- wygodne fotele dla pacjentów,
- ergonomicznie zaprojektowane narzędzia,
- funkcjonalne stanowiska pracy dla lekarzy.

Dzięki nim stomatolodzy mogą pracować wydajniej, minimalizując ryzyko problemów zdrowotnych związanych z długotrwałą pracą w jednej pozycji. To przekłada się na wyższą jakość usług i dłuższą karierę zawodową specjalistów.

ERGONOMIA I KOMFORT PACJENTA

Ergonomiczne rozwiązania stomatologiczne to nie tylko kwestia wygody, ale przede wszystkim bezpieczeństwa i efektywności leczenia. Nowoczesne fotele stomatologiczne posiadają:

- regulowane zagłówki,
- podłokietniki,
- systemy amortyzacji.

Dla stomatologa kluczowe są ergonomiczne taborety i odpowiednie oświetlenie, które minimalizują obciążenie kręgosłupa i oczu podczas długich zabiegów.

Bezpieczeństwo pacjentów w stomatologii to priorytet, który odzwierciedla się w każdym elemencie wyposażenia gabinetu:

- systemy sterylizacji narzędzi,
- materiały jednorazowego użytku,
- zaawansowane systemy filtracji powietrza.

Wszystko to ma na celu minimalizację ryzyka infekcji i zapewnienie pacjentom najwyższych standardów opieki. Nowoczesne gabinety inwestują również w systemy monitorowania stanu zdrowia pacjenta podczas zabiegów, co jest szczególnie istotne w przypadku pacjentów z grupy ryzyka.

BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA W PRAKTYCE STOMATOLOGICZNEJ

Bezpieczeństwo pacjentów w stomatologii to kluczowy aspekt każdej nowoczesnej praktyki dentystrycznej. W dzisiejszych czasach, gdy świadomość zagrożeń związanych z

infekcjami jest większa niż kiedykolwiek, gabinety stomatologiczne muszą spełniać najwyższe standardy higieny.

Dezynfekcja narzędzi stomatologicznych to proces, który wymaga szczególnej uwagi i precyzji. Obejmuje on:

- narzędzia,
- powierzchnie robocze,
- unity stomatologiczne,
- inne elementy wyposażenia gabinetu.

Nowoczesne gabinety inwestują w zaawansowane systemy dezynfekcji, takie jak autoklawy czy myjki ultradźwiękowe, które gwarantują skuteczne usuwanie mikroorganizmów. Regularne szkolenia personelu w zakresie najnowszych procedur higienicznych są nieodłącznym elementem zapewnienia bezpieczeństwa w praktyce stomatologicznej.

PROCEDURY DEZYNFEKЦИИ I STERYLIZACJI

Proces dezynfekcji narzędzi stomatologicznych to wieloetapowa procedura:

1. Wstępne oczyszczenie narzędzi bezpośrednio po użyciu.
2. Dokładne mycie, często z wykorzystaniem myjek ultradźwiękowych.
3. Właściwa dezynfekcja chemiczna lub termiczna, w zależności od rodzaju narzędzia.
4. Sterylizacja – finalny i najważniejszy etap.

W nowoczesnych gabinetach wykorzystuje się autoklawy klasy B, które za pomocą pary wodnej pod wysokim ciśnieniem eliminują wszelkie formy życia mikrobiologicznego. Proces ten jest monitorowany i dokumentowany, co pozwala na pełną kontrolę i weryfikację skuteczności sterylizacji.

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W STOMATOLOGII

Nowoczesny sprzęt stomatologiczny to fundament współczesnej praktyki dentystrycznej. Zaawansowane urządzenia stomatologiczne:

- usprawniają pracę lekarzy,
- podnoszą jakość i precyzję wykonywanych zabiegów,
- umożliwiają oferowanie szerszego zakresu usług.

Inwestycja w najnowsze technologie to kluczowy element rozwoju każdego gabinetu stomatologicznego. Dzięki temu stomatolodzy mogą skuteczniej diagnozować, planować leczenie i wykonywać zabiegi, co przekłada się na lepsze efekty terapeutyczne i większe zadowolenie pacjentów.

INNOWACYJNE NARZĘDZIA I URZĄDZENIA

Współczesna stomatologia przechodzi rewolucję dzięki zaawansowanym urządzeniom, które znacząco podnoszą jakość i efektywność leczenia. Wśród nich wyróżniają się:

- Skanery wewnątrzustne – umożliwiają tworzenie cyfrowych odwzorowań uzębienia, eliminując potrzebę tradycyjnych wycisków;

- Endometry – niezbędne w leczeniu kanałowym, pozwalają na precyzyjne określenie długości kanału korzeniowego;
- Mikroskopy endodontyczne – w połączeniu z endometrami umożliwiają wykonywanie skomplikowanych procedur z nieosiągalną wcześniej dokładnością.

Dzięki tym innowacjom, proces projektowania i wykonania uzupełnień protetycznych staje się szybszy i dokładniejszy, a skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów znacząco wzrasta.

ŚLEDZENIE NOWINEK TECHNOLOGICZNYCH

Dla stomatologa, chcącego utrzymać konkurencyjność swojego gabinetu, śledzenie nowinek technologicznych jest kluczowe. Aby być na bieżąco z najnowszymi trendami i innowacjami, warto:

- Regularnie uczestniczyć w konferencjach branżowych;
- Brać udział w specjalistycznych szkoleniach;
- Odwiedzać targi stomatologiczne.

Rozwój gabinetu poprzez implementację nowych technologii to proces ciągły i wymagający. Wymaga nie tylko inwestycji finansowych, ale także gotowości do ciągłego uczenia się i adaptacji nowych metod pracy. Jednak korzyści są znaczące:

- Zwiększenie efektywności pracy;
- Poszerzenie oferty usług;
- Poprawa komfortu pacjentów.

W erze cyfrowej stomatologii, gabinet wyposażony w najnowsze technologie jest przygotowany na wyzwania przyszłości.

SPECJALISTYCZNE NARZĘDZIA I AKCESORIA

Specjalistyczne narzędzia i akcesoria stanowią fundament nowoczesnego gabinetu stomatologicznego, umożliwiając wykonywanie precyzyjnych zabiegów i oferowanie szerokiego spektrum usług na najwyższym poziomie.

Inwestycja w wysokiej jakości sprzęt to:

- Gwarancja skuteczności leczenia;
- Zwiększenie zadowolenia pacjentów;
- Możliwość podejmowania się skomplikowanych przypadków;
- Oferowanie rozwiązań wcześniej nieosiągalnych.

NARZĘDZIA ENDODONTYCZNE I ICH ZASTOSOWANIE

Współczesna endodoncja opiera się na zaawansowanych technologicznie instrumentach, które umożliwiają precyzyjne opracowanie kanałów korzeniowych. Kluczowe narzędzia ujęto w tabeli 1.

Tabela 1. Kluczowe narzędzia endodontyczne i ich zastosowanie

Narzędzie	Zastosowanie
Pilniki rotacyjne	Skuteczne oczyszczenie i ukształtowanie kanału korzeniowego, nawet w przypadku skomplikowanej anatomii
Endometry	Dokładne określenie długości kanału, minimalizacja ryzyka przepchnięcia narzędzi poza wierzchołek korzenia
Mikroskopy endodontyczne	Doskonała wizualizacja pola zabiegowego, lokalizacja dodatkowych kanałów, usuwanie złamanych narzędzi

Zastosowanie tych zaawansowanych narzędzi znacząco podnosi skuteczność leczenia endodontycznego, zwiększając szanse na zachowanie zęba.

AKCESORIA DO FLUORYZACJI I WYBIELANIA

Nowoczesne gabinety stomatologiczne oferują zaawansowane metody fluoryzacji i wybielania, wykorzystując specjalistyczne akcesoria:

- Fluoryzacja:
 - o Specjalistyczne aplikatory,
 - o Łyzki i pianki do równomiernego rozprowadzenia preparatu,
 - o Systemy wykorzystujące technologię jontoforezy,
- Wybielanie:
 - o Lampy LED do aktywacji środka wybielającego,
 - o Specjalne osłony na dziąsła,
 - o Systemy łączące wybielanie z fluoryzacją,

Nowoczesne akcesoria do wybielania są projektowane z myślą o minimalizacji nadwrażliwości pozabiegowej, co znacząco podnosi komfort pacjenta.

PROTETYKA I ORTODONCJA W GABINECIE STOMATOLOGICZNYM

Protetyka i ortodoncja to kluczowe dziedziny współczesnej stomatologii, wymagające specjalistycznego wyposażenia gabinetu. Nowoczesne rozwiązania w tych dziedzinach obejmują:

- Skanery wewnętrzne;
- Drukarki 3D;
- Systemy CAD/CAM.

Dzięki tym narzędziom stomatolodzy mogą oferować pacjentom szybsze, precyzyjniejsze i bardziej komfortowe metody leczenia.

ROZWIĄZANIA PROTETYCZNE DLA ESTETYKI I FUNKCJI

Nowoczesne rozwiązania protetyczne łączą najwyższą funkcjonalność z perfekcyjną estetyką. Kluczowe elementy to:

- Zaawansowane materiały: ceramika pełnokonturowa, cyrkon;
- System CAD/CAM: cyfrowe projektowanie i wykonanie precyzyjnych uzupełnień;
- Implanty dentystyczne: nowoczesne systemy implantologiczne;
- Narzędzia do planowania 3D: zwiększenie precyzji zabiegów;
- Skaner CBCT: kompleksowa diagnostyka.

Gabinet wyposażony w te zaawansowane technologie

Tabela 2. Nowoczesne materiały stosowane w ortodoncji

Materiał	Korzyści
Zamki samoligaturujące	Skrócenie czasu leczenia, zwiększenie komfortu pacjenta
Łuki z pamięcią kształtu	Precyzyjne kontrolowanie ruchu zębów, mniejsza potrzeba regulacji
Mikroimplanty ortodontyczne	Umożliwiają skomplikowane ruchy zębów bez dodatkowych aparatów zewnątrzustnych

może zaoferować pacjentom kompleksową diagnostykę i leczenie implantologiczne na najwyższym poziomie, łącząc aspekty funkcjonalne z estetycznymi.

MATERIAŁY ORTODONTYCZNE I ICH ZNACZENIE

Współczesna ortodoncja wykracza daleko poza tradycyjne aparaty stałe. Nowoczesne materiały ortodontyczne umożliwiają korektę uzębienia w sposób dyskretny i komfortowy dla pacjenta. Systemy alignerów, wykonywanych z wykorzystaniem technologii druku 3D, rewolucjonizują podejście do leczenia ortodontycznego.

Gabinet wyposażony w zaawansowane technologie może oferować pacjentom spersonalizowane, niewidoczne aparaty ortodontyczne. Kluczowe elementy takiego gabinetu to:

- Skaner wewnątrzustny – umożliwia precyzyjne odwzorowanie uzębienia pacjenta;
- Oprogramowanie do planowania leczenia – pozwala

na dokładne zaplanowanie procesu korekcji;

- Drukarka 3D – służy do wytwarzania spersonalizowanych alignerów.

W ortodoncji stalej również obserwujemy znaczący postęp technologiczny. Nowoczesne materiały przyczyniają się do zwiększenia efektywności leczenia (tabela 2).

Gabinet ortodontyczny wyposażony w te innowacyjne rozwiązania może zapewnić pacjentom najwyższy standard leczenia, łączący skuteczność z minimalną ingerencją w codzienne życie. Nowoczesne materiały ortodontyczne nie tylko poprawiają estetykę leczenia, ale także znacząco wpływają na jego efektywność i komfort pacjenta.

Źródło: marketing-stomatologiczny.com

REKLAMA

Planmeca Pro50®

Nowy poziom unitów stomatologicznych



Dla prawo- i leworęcznych lekarzy



Ergonomiczny



Przyjazny dla użytkownika



Zwiększony komfort pacjenta



Łatwa kontrola zakażeń



KRAK DENT 10-12.04.2025, EXPO Kraków
Odwiedź nas na targach
STOISKO W89



AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR I SERWIS PLANMECA z najdłuższym stażem na polskim rynku

DENTEQ

denteq.pl • +48 22 258 58 06 • denteq@denteq.pl



PLANMECA

Projektowanie gabinetów i meble stomatologiczne

– zestawienie wybranych firm*



Nazwa dostawcy: BILL-DENT 2 Nazwa producenta: BILL-DENT 2 Adres strony internetowej: https://billdent2.pl/	W ofercie meblowej firmy BILL-DENT2 znajdują się obecnie asystory stomatologiczne i szafki ortodontyczne, na rynku lokalnym wykonujemy również małe, indywidualne projekty meblowe dla pracowni protetycznych czy gabinetów stomatologicznych.	
Nazwa dostawcy: medic DNA Nazwa producenta: DNA Architekci Adres strony internetowej: https://medic-dna.pl	Korzyści wyboru mebli medycznych MEDIC DNA: Oszczędność czasu, szybsze otwarcie przychodni. Gotowe moduły, indywidualna konfiguracja. Bogata kolorystyka pasująca do każdego klimatu wnętrza. Solidna jakość na długie lata. Niepalące się fronty zapewnią wrażenie czystości. Niepuchnące blaty odporne na zanieczyszczenia personelu i środki dezynfekujące. Atestowane materiały zgodne z wymogami sanepid. Niezawodne systemy BLUM. Łatwy montaż, jak z klocków. Czas realizacji do 4 tygodni od momentu ustalenia projektu.	
Nazwa dostawcy: ESDENT Dental Equipment Nazwa producenta: Dental Art. S.p.A Adres strony internetowej: https://esdent.pl/	Meble TAO to przede wszystkim bezpieczeństwo, wygoda i funkcjonalność. Metalowa konstrukcja (wraz z hermetycznymi szufladami) zapobiega wsiąkaniu skażonych substancji, jest łatwa w czyszczeniu i oznacza długą żywotność. Dzięki mobilnej tacy, zastępującej asystory i całkowicie wysuwowi szuflad, użytkownicy nie muszą wykonywać niewygodnych i niezdrowych ruchów. Taca może być używana w pracy duo i solo. TAO nie zajmuje wiele miejsca, a kolorystyczny system oznaczeń pozwala na lepszą organizację.	

* Zestawienie opracowano na podstawie materiałów własnych firm



Projektowanie gabinetów i meble stomatologiczne – zestawienie wybranych firm*

Nazwa dostawcy: KMS Szurkowski Sp.j. Nazwa producenta: KMS Szurkowski Sp.j. Adres strony internetowej: https://firma-szurkowski.com.pl/	Producent mebli medycznych, asystorów, mebli protetycznych, recepcji, sterylizacji i pomieszczeń socjalnych. Wyroby posiadają atest higieniczny dopuszczający do stosowania w pomieszczeniach medyczno-laboratoryjnych. Mebles wykonywane są na indywidualne zamówienie. Oferujemy różnorodne materiały, wykończenia i kolorystykę. Szczególnie dbamy o jakość i estetykę naszych wyrobów. Przy wykonywaniu projektów duży nacisk kładziemy na zachowanie zasad ergonomii z uwzględnieniem indywidualnych potrzeb przyszłego użytkownika.	
Nazwa dostawcy: Meble Morawiec Nazwa producenta: Meble Morawiec Adres strony internetowej: https://meblemorawiec.pl/	Od ponad 40 lat produkujemy meble na indywidualne zamówienia. Specjalizujemy się w zabudowach meblowych do gabinetów stomatologicznych, lekarskich, kosmetycznych. Zamówienia realizujemy na podstawie powierzonych projektów lub projektujemy sami. Działamy w zakresie kompleksowego wykończenia wnętrza od recepcji, poprzez biura, gabinety, poczekalnie. Można zamówić u nas pojedyncze asystory stomatologiczne. Specjalizujemy się również w blatach typu solid surface.	
Nazwa dostawcy: Ratyński Design & Build Sp. z o.o. / PWM Architektki Medic Nazwa producenta: Ratyński Design & Build Sp. z o.o. / PWM Architektki Medic Adres strony internetowej: https://ratynski.com.pl/ https://pwmarchitektki.pl/	Od wielu lat zdobywamy zaufanie klientów, oferując profesjonalne i kompleksowe rozwiązania w projektowaniu, realizacji oraz wyposażeniu obiektów medycznych. Nasza oferta to kompleksowa obsługa klienta od wyboru lokalu poprzez kompletny wielobranżowy projekt po finalną realizację inwestycji i jej wyposażenie. Nasza maksyma „Jeden kontakt – jeden wykonawca” gwarantuje ciągłość i spójność na każdym etapie procesu inwestycyjnego. RAZEM STWORZYMY TWÓJ GABINET.	
Nazwa dostawcy: SLS Meble Nazwa producenta: Runyes Medical Instrument Adres strony internetowej: https://mikran.pl/pl/	Propozycja przedsiębiorstwa to między innymi meble do gabinetu stomatologicznego. Zostały one wykonane z bardzo wytrzymałych materiałów i podzespołów, dzięki czemu mogą być użytkowane przez długi czas bez jakichkolwiek oznak zużycia oraz zniszczenia. Wyborowi podlegają takie aspekty, jak kolor frontów, rodzaj uchwytów i zawiasów czy też zastosowane systemy (na przykład cichy domyk). Meble charakteryzują się przede wszystkim wodoodpornością, łatwością czyszczenia, a ponadto także odpornością na zarysowania czy też niewrażliwością na działanie środków chemicznych. W ramach prowadzonych działań wykonujemy między innymi szafki, szuflady oraz blaty.	

* Zestawienie opracowano na podstawie materiałów własnych firm

Projektowanie gabinetów stomatologicznych

Aby stworzyć idealne miejsce dla osoby, która chce skorzystać z usług dentystrycznych, należy w pierwszej kolejności pomyśleć o dobrym zaprojektowaniu gabinetu. Projektowanie gabinetów stomatologicznych wymaga czasu oraz dokładności. Wszystko po to, aby pomieszczenie spełniało wszystkie wymagania prawne oraz aby było estetyczne i przyjazne dla pacjenta.



Urządzenie gabinetu stomatologicznego warto powierzyć profesjonalistom, którzy się na tym znają i na pewno pomogą stworzyć cudowną przestrzeń. W tym artykule zobaczysz, jak wybrać odpowiednie pomieszczenie. Zanim zaczniesz projektować i wybierzesz sklep stomatologiczny, który zaopatrzy cię w sprzęt – pokażemy ci, jak wygląda proces projektowania oraz przedstawimy ciekawe trendy!

PROJEKTOWANIE GABINETÓW STOMATOLOGICZNYCH – JAK WYGLĄDA TEN PROCES?

Jeśli chcesz stworzyć gabinet dentystyczny i marzysz o tym, aby był dostosowany do wszystkich potrzeb, najlepiej zlecić to zadanie specjalistom. Wtedy trzeba zacząć od wybrania odpowiedniego projektanta i wykonawcy całego projektu. Wszystko zaczyna się od rozmowy z osobami odpowiedzialnymi za zaprojektowanie wnętrza. Podczas takiej rozmowy przedstawisz swoje preferencje oraz warunki. Projektant na pewno przedstawi ci różne możliwości, które można wykorzystać.

Po dokładnej rozmowie projektant weźmie się do pracy i stworzy projekt, który powinien Cię zadowolić. Profesjonalista powinien stworzyć kilka możliwości – wliczając tu różne układy sprzętu, mebli oraz pomieszczeń. To pomoże ci wybrać najlepszą opcję. Oczywiście możesz zgłaszać swoje poprawki oraz elementy, które ci nie odpowiadają. Wszystko powinno być wzięte pod uwagę przez projektanta.

Projektowanie gabinetów stomatologicznych na pewno wymaga cierpliwości, aby wszystkie sprzęty znalazły odpowiednie miejsce. Jednak, jeśli zdecydujesz się już na konkretny plan, to można przejść do jego realizacji. W tej sytuacji wykonuje się projekt wykonawczy – jest to ostatnie stadium dokumentacji projektowej. Znajdą się na nim

wszystkie meble, ich ustawienie oraz wymiary. Co więcej, projektowana jest także podłoga czy sufit.

Po realizacji można w końcu przejść do wymarzonego momentu, czyli otwarcia nowego miejsca pracy. Oczywiście przed jego oficjalnym otwarciem musisz sprawdzić, czy projekt jest wykonany poprawnie oraz czy miejsce jest bezpieczne dla pacjentów. Jeśli tak, to wystarczy czekać na osoby, które będą chciały skorzystać z usług, które oferujesz.

PROJEKTOWANIE GABINETÓW STOMATOLOGICZNYCH – NA CO WARTO ZWRÓCIĆ UWAGĘ I OD CZEGO ZACZAĆ?

Gabinet – jego powierzchnia i lokalizacja

Jeśli decydujesz się na otwarcie własnego gabinetu dentystycznego, to twoim priorytetem na pewno jest znalezienie odpowiedniego budynku, w którym powstanie. Jest to podstawa, zanim zaczniesz projektować wnętrze oraz wybierzesz odpowiedni sklep stomatologiczny, aby zaopatrzyć się w odpowiednie sprzęty.

Na pewno wiele osób zastanawia się, czy ważna jest w tym przypadku lokalizacja gabinetu. Prawdą jest, że ludzie zawsze potrzebowali i potrzebują przyjaznego dentysty. Ból zęba jest jednym z najbardziej dokuczliwych bólów, które nie ustają łatwo.

Oczywiście można myśleć, że gabinet w centrum będzie najlepszym miejscem. Jednak trzeba powiedzieć wprost, że popularność i ilość pacjentów często nie zależy od lokalizacji, lecz od jakości usług. Jeśli jesteś dobrym dentystą, to wtedy nie jest ważne, gdzie masz swój własny gabinet dentystyczny.

Najważniejsze jest, aby wybrać odpowiedni budynek, który będzie posiadał wystarczającą ilość pomieszczeń, a także będzie przestrzenny, aby pomieścić wszystkie potrzebne sprzęty.

Jeśli chodzi o wymiary, to w przypadku jednego fotela stomatologicznego, powierzchnia powinna wynosić co najmniej 12m². Natomiast, jeśli chcesz posiadać więcej



niż jeden fotel, to musisz zwiększyć przestrzeń o kolejne 8 m². Wszystko po to, aby gabinet stomatologiczny był przestrzenny oraz komfortowy. Należy także zwrócić uwagę na wysokość pomieszczenia, która nie może być niższa niż 3,1 m². Taka wysokość zapewni odpowiednie warunki do pracy.

Gabinet – jakie pomieszczenia powinny się znaleźć w profesjonalnym gabinecie?

Odpowiedni metraż wnętrza nie jest jednak jedynym ważnym krokiem. Musisz także pomyśleć nad wszystkimi ważnymi pokojami. Posiadanie własnego pokoju z niezbędnym sprzętem, który dostarczy ci sklep stomatologiczny, nie wystarczy. Musisz także wydzielić inne pomieszczenia. Ważna jest poczekalnia połączona z recepcją, pomieszczenie socjalne oraz toalety dla personelu, oraz pacjentów.

Jeśli twoje wnętrze będzie posiadało wszystkie te niezbędne pomieszczenia, to możesz być pewien, że będzie komfortowe oraz przestronne. Podejdź do tego profesjonalnie i pomyśl, że ta przestrzeń będzie miejscem twojej pracy prawdopodobnie przez wiele lat.

Recepcja/poczekalnia to ważne miejsce dla pacjentów, którzy czekają na swój zabieg.

Wybór odpowiedniego sprzętu dentystycznego do gabinetu – sklep stomatologiczny

Projektowanie gabinetów stomatologicznych musi uwzględniać także ważne sprzęty dentystyczne, które zapewni ci sklep stomatologiczny. Tu także powinieneś wybrać odpowiedniego dostawcę, który zapewni Ci wszyst-



kie potrzebne elementy, do tego, aby uruchomić gabinet.

Przed wykonaniem zamówienia powinieneś sprawdzić sklep dentystyczny – opinie o nim oraz jakość produktów, które oferuje. Jeśli chcesz, aby pacjenci, wrócili do ciebie, to musisz być nie tylko profesjonalny i dokładny, ale także posiadać bezpieczny, sterylny i wysokiej jakości sprzęt.

Musisz zadbać o profesjonalny fotel stomatologiczny oraz specjalistyczne narzędzia do wypełnień, implantologii, ortodontyczne, chirurgiczne czy diagnostyczne.

Wybierz odpowiedni sklep dentystyczny, który zapewni ci doskonale narzędzia i przybory stomatologiczne do twojego gabinetu.

Meble do gabinetu stomatologicznego – jakie będą odpowiednie?

Sprzęt to nie wszystko, gabinet dentystyczny powinien być także wyposażony w meble, w których będzie możliwe przechowywanie wszystkich sprzętów do wykonywania różnych zabiegów.

Dlatego najlepszym wyborem do gabinetu stomatologicznego są meble, które można szybko odkazić oraz takie, które nie ulegają odkształceniu pod wpływem wody. Aby zachować sterylność i czystość w całym pokoju dentystycznym, dobrym pomysłem jest wybór mebli, na wysokich nóżkach. Ułatwi to sprzątanie na całej powierzchni i nawet pod meblami będzie można usunąć w prosty sposób zalegający kurz i inne zanieczyszczenia.

PROJEKTOWANIE GABINETÓW STOMATOLOGICZNYCH – ARANŻACJA WNĘTRZA

Kolor ścian

W gabinetach stomatologicznych najczęściej można spotkać się z jasnymi ścianami w kolorze białym, écru lub jasnoszarym. Królują już od dawna w takich pomieszczeniach i te trendy dalej się nie zmieniają.

Wprowadzają przyjemną atmosferę, a jak wiele osób wie, to ważne, ponieważ wizyta u stomatologa nie jest niczym przyjemnym. Czasami można spotkać się także z jasnozielonymi ścianami, ponieważ wpływają pozytywnie na samopoczucie oraz uspokajają.

W przypadku gabinetu dentystycznego warto zdecydować się na farbę, z której można łatwo usunąć plamę.

Podłogi w salonie dentystycznym

Do gabinetu dentystycznego warto dobrać także odpowiednią podłogę. Powinna być antypoślizgowa i odporna na różne środki chemiczne. Jednak najważniejsze jest, aby z podłogi było łatwo usunąć wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia.

Dlatego odradza się stosować deski czy panele podłogowe. Warto zdecydować się na płytki lub wykładzinę.

Duży sprzęt stomatologiczny w gabinecie

Mowa tutaj o profesjonalnym fotelu stomatologicznym. Sklep dentystyczny ma do wyboru wiele wzorów oraz kolorów. Co więcej, możesz wybrać, czy chcesz zakupić sam fotel, czy wyposażony już w sprzęt i lampę.

W przypadku fotela stomatologicznego trendy się nie zmieniają. Dalej najbardziej popularne kolory tego mebla to: zielony, szary, czarny lub błękitny. Te kolory idealnie wpasowują się w jasne wnętrza i tworzą wspólną całość z resztą aranżacji.

Meble do gabinetu stomatologicznego – recepcja/poczekalnia

Wspomnieliśmy już, jakie meble będą odpowiednie do gabinetu. Jednak projektowanie gabinetów stomatolo-





Źródło zdjęcia: Oficjalna strona projektanta wnętrz Medical Interiors

gicznych to także recepcja/poczekalnia. W tym przypadku warto pomyśleć o zakupie wygodnych sof lub foteli. W końcu to miejsce, gdzie ludzie oczekują na swoją kolej.

Warto zdecydować się na meble z materiałów, które będą miękkie. Jednak najważniejsze jest, aby były plamoodporne. Z takich tkanin łatwo zetrzeć zabrudzenia i doprowadzić mebel do idealnego stanu.

Powinieneś także pomyśleć o małym stoliku. Możesz położyć na nim ciekawe magazyny, które uprzyjemnią pacjentom czas przed zabiegiem. Należy także pamiętać o wieszaku na ubrania, aby każda osoba mogła powiesić kurtkę lub płaszcz.

Oświetlenie w gabinecie dentystycznym

Podczas projektowania istotne jest także oświetlenie. Pomieszczenie powinno być jasne i oświetlone w każdym kącie. Dotyczy to przede wszystkim gabinetu, w którym odbywają się zabiegi. Dentysta potrzebuje jasne miejsce do pracy. Zapewnia mu to lampa, która jest często w zestawie z fotelem stomatologicznym. Jednak to nie wystarczy. Podczas projektowania skup swoją uwagę także na odpowiednim rozmieszczeniu oświetlenia w pomieszczeniu.

Dodatki w gabinecie dentystycznym

Należy pamiętać, że gabinet dentystyczny to nie tylko sprzęt, ale także i dodatki. Oczywiście nie są to istotne elementy, bez których nie można się obejść, ale wprowadzają do pomieszczenia klimat i estetykę.

Do recepcji możesz wybrać przepiękne zielone rośliny, które wprowadzają przyjemną atmosferę do całego salonu. Na ścianach można powiesić tematyczne obrazy.

PROJEKTOWANIE GABINETÓW STOMATOLOGICZNYCH – PRZYKŁAD GABINETU

Jeden z przykładów gabinetu stomatologicznego możesz zobaczyć powyżej. Spełnia on wszystkie aspekty, o których wspomnieliśmy we wcześniejszych częściach artykułu.

Gabinet jest przestronny, można się po nim łatwo poruszać. Jasne kolory z ciemnymi dodatkami sprawiają wrażenie przytulnego i komfortowego miejsca. Meble wykonane są z materiału, z którego będzie łatwo usunąć zabrudzenia, a także je zdezynfekować. To samo tyczy się podłogi wykonanej z płytek.

Czarny fotel stomatologiczny ustawiony jest w centralnej części pomieszczenia. Dzięki temu dentysta może podejść do pacjenta z każdej strony.

W gabinecie jest wiele szafek, w których można przechowywać sprzęt i narzędzia stomatologiczne. Dzięki temu cała przestrzeń jest schludna i estetycznie się prezentuje.

Jak sam widzisz, projektowanie gabinetów stomatologicznych nie jest proste i na pewno wymaga czasu i dokładnego przemyślenia. Jednak nie jest to zadanie nie do wykonania. Dobrze jest zwrócić się o pomoc do specjalisty, który pomoże ci zaprojektować całe wnętrze. Weź sobie do serca aspekty, które poruszyliśmy w tym artykule. Stosując się do wskazówek, stworzysz nowoczesny gabinet stomatologiczny.

Źródło: www.wnetrzadlaciebie.com

Atestowane meble medyczne KMS

Lekarze, pracując w ciągu dnia wiele godzin w gabinecie przy pacjencie, powinni odpowiednio zadbać o swoje stanowisko pracy, by zminimalizować zbędne obciążenia.



Odpowiednio skonfigurowane zestawy meblowe, dostosowane do rodzaju pracy i odpowiednio umieszczone względem fotela zapewniają ergonomię i tworzą przyjazną atmosferę w gabinecie. Wszystkie narzędzia i środki higieniczne muszą być łatwo dostępne w odpowiedniej kolejności tak, aby ich pobieranie odbywało się intuicyjnie.

Przy projektowaniu uwzględniamy między innymi:

- czy lekarz pracuje sam, czy z asystą;
- jaki rodzaj zabiegów będzie wykonywany (stomatologia zachowawcza, endodoncja, implantologia, ortodoncja i inne);
- pozycja pacjenta w trakcie zabiegu;
- wiek pacjenta (dorośli, dzieci).

Powyższe informacje pozwolą projektantowi optymalnie przygotować ergonomiczną konfigurację mebli w danym gabinecie. Dobrze przygotowany projekt musi spełniać podstawowe cechy:

- narzędzia i materiały muszą być w zasięgu ręki lekarza w trakcie zabiegu, gdy pracuje sam;
- narzędzia i materiały muszą być w zasięgu ręki asysty, gdy lekarz pracuje z asystą;
- wszelkie działania związane z pobraniem narzędzi lub materiałów powinny być możliwe do wykonania bez odchodzenia od pacjenta oraz powinny ograniczać się do minimalnej ilości ruchów lekarza i asysty.

Aby utrzymać odpowiednią czystość i higienę w gabinecie, niezbędne jest wykonanie mebli stomatologicznych z odpowiednich materiałów zapewniających łatwość utrzymania czystości oraz skuteczność dezynfekcji, czyli gładkie powierzchnie zewnętrzne na bokach i frontach szafek.



Blaty robocze najlepiej pokryć laminatem HPL, płytami mineralnymi lub blachą kwasoodporną.

Dobre meble stomatologiczne dają możliwość wykorzystania wielu udogodnień, które w zdecydowany sposób ułatwiają pracę:

- kosze pod umywalkami otwierane automatycznie;
- baterie bezdotykowe, uruchamiane fotokomórką lub baterie kliniczne;
- umywalki i zlewy zintegrowane bez dodatkowych progów i krawędzi;
- oświetlenie wzdluzne montowane na szafkach wiszących, oświetlające blaty robocze;
- spowalnacze do szuflad i drzwi powodujące ciche zamykanie;
- wkłady do szuflad z podziałami uwzględniającymi specyfikę narzędzi i materiałów;
- szafki dolne wiszące, co ułatwia utrzymanie podłogi w czystości;
- otwieranie szafek i szuflad za pomocą fotokomórki, przycisku palcem lub docisku kolaniem;
- szafki wiszące na dozowniki do mydła, płynu dezynfekcyjnego, ręczników, masek i kubków.

Służymy Państwu ponad 30-letnim doświadczeniem w projektowaniu i produkcji mebli medycznych. W tym czasie wyposażyliśmy wiele placówek medycznych w całej Polsce, a także w innych krajach w Europie. Nasze meble posiadają atest dopuszczający gotowy produkt do stosowania w pomieszczeniach medyczno-laboratoryjnych. Zapewniamy fachowe doradztwo, przygotowanie projektów i dokładność wykonania. Zapraszamy do współpracy.

KMS SZURKOWSKI SP.J.
62-020 Swarzędz, ul. Wąska 5
tel. +48 61 65 11 224
tel. +48 61 81 72 407
biuro@firma-szurkowski.com.pl
www.firma-szurkowski.com.pl



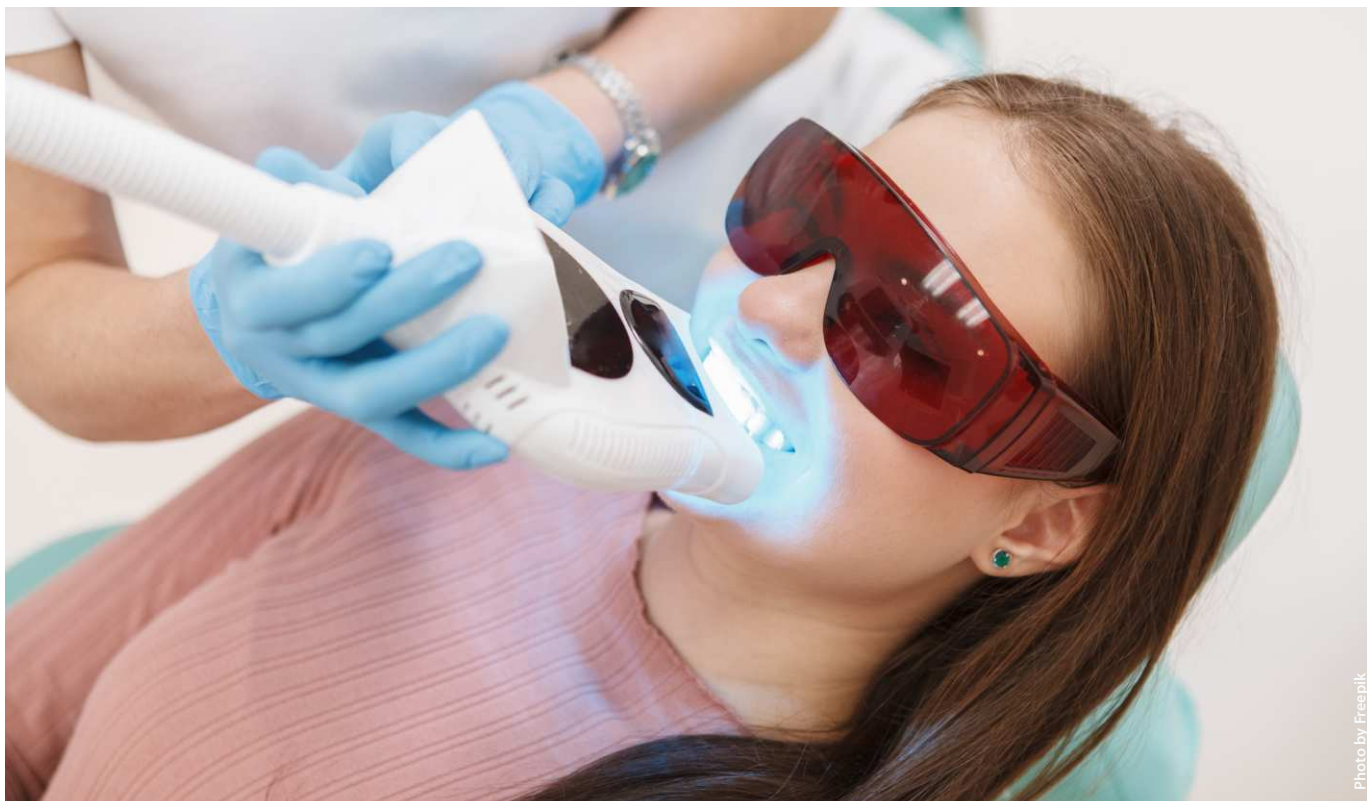


Photo by Freepik

Zastosowanie laserów w stomatologii

MARTA KONIECZNA, ARTUR RYCHARSKI, RENA WÓJCIK, JERZY REYMOND

Obecnie lasery zyskują coraz większą popularność w leczeniu stomatologicznym. Stosowane są one we wszystkich specjalnościach stomatologicznych tj. periodontologii, chirurgii stomatologicznej i szczękowo-twarzowej, ortodoncji, stomatologii zachowawczej. Dzięki minimalnej inwazyjności oraz dyskomforcie dla pacjenta, cieszą się bardzo dobrą tolerancją podczas leczenia. Stały rozwój technologiczny i coraz powszechniejszy dostęp do urządzeń laserowych wydaje się być powoli metodą równorzędną do konwencjonalnych metod leczenia.

Tabela 1. Źródła światła wykorzystywane w medycynie [1]

Lampy żarowe/halogeny	Sollux; Bioptron
Lampy plazmowe/światłówki	światłoterapia UVA; UVB
Lampy błyskowe	IPL; NIR PL
Półprzewodnikowe diody świecące (LED)	LLLT
Lasery	



We współczesnej medycynie i jej szczegółowych specjalnościach coraz częściej wykorzystuje się źródło światła jako narzędzie terapeutyczne. W zaawansowanych procedurach medycznych znajdują zastosowanie następujące źródła światła [1]:

1. Lampy żarowe/halogeny;
2. Lampy plazmowe/światłówki;
3. Lampy błyskowe;
4. Półprzewodnikowe diody świecące (LED);
5. Lasery.

Słowo LASER jest akronimem angielskiego zwrotu *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* tłum. pol. wzmocnienie światła poprzez wymuszoną emisję promieniowania.

Rozwój nauki i zainteresowań nad terapeutycznym użyciem światła w medycynie zaowocował wykryciem spójnej i wąskiej wiązki fali elektromagnetycznej. Pozwoliło to na stworzenie urządzeń emisyjnych zwanych laserami. Pierwszy laser został wykonany przez amerykańskiego badacza z Kalifornii - dr Theodora Mainmana, który w latach 60. XX wieku skonstruował laser rubinowy. W 1963 roku w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie rozpoczęto konstrukcję i wprowadzono do użytku laser helowo-neonowy oraz rubinowy.

Tabela 2. Podział laserów [1]

Lasery gazowe	CO ₂ 10 600 nm
	Argonowy 488/514 nm
	Excimer XeCl 308 nm
Lasery diodowe - półprzewodnikowe	632 nm
	808 nm
	940 nm
	980 nm
	1470 nm
Lasery na „ciałach stałych”	1710 nm
	Nd/YAG 1064 nm
	Erb/YAG 2940 nm
Lasery złożone	Holmowy 2100 nm
	KTP 532 nm (lampa błyskowa>Nd/YAG 1064nm>KTP 532 nm)
	Erb/Glass 1550 nm (laser diodowy 976 nm>
	Erg/Glass fiber 1540nm)
Lasery barwnikowe	Tulmowy 1940 nm (laser diodowy 793nm>Thulm/Glass fiber 1940 nm)
	585 nm
	650 nm

Od tego czasu rozwój nauki dotyczący laserów uległ znacznemu przyspieszeniu i skutkowało rozszerzeniem ich zastosowania w różnych dziedzinach medycyny, w tym stomatologii będącej tematem niniejszego opracowania.

PODZIAŁ LASERÓW

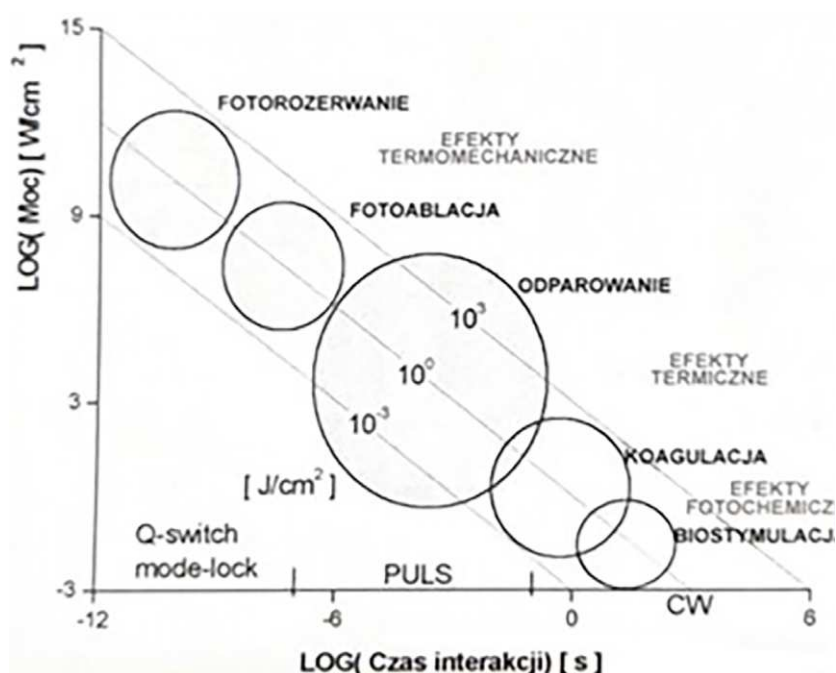
Najbardziej rozpowszechnioną cechą, ze względu na którą dokonujemy podziału urządzeń laserowych, jest kryterium aktywnego ośrodka lasera, tj. gaz, ciecz, ciało stałe i półprzewodnik. Rozróżniają one rodzaj emitowanej wiązki laserowej (tab.2).

Są to wiązki widzialne (np. laser argonowy) oraz niewidzialne, czyli podczerwień (np. CO₂, Ho:YAG, Er:YAG, Er-Cr:YSGG, Nd:YAG, dioda (arsenek galu)). Mają one szerokie zastosowanie w stomatologii.

Długość fali i właściwości optyczne konkretnej tkanki docelowej, określają rodzaj i zakres interakcji, która może wystąpić [2, 3].

DZIAŁANIE LASERA NA TKANKI

- Efekt fototermiczny - po absorpcji wiązki promieniowania laserowego przez komórki dochodzi do denaturacji białek i odparowania. Efekt ten jest uzależniony od rodzaju tkanki, ilości energii, która została dostarczona oraz czasu promieniowania.
- Efekt fotochemiczny - występuje bez nagrzania tkanek. Działanie opiera się na wysyłaniu krótkich impulsów o dużej mocy, co powoduje rozrywanie wiązań chemicznych. Dzięki temu dochodzi do rozkładu tkanek, ale bez uszkodzenia tkanek sąsiednich.
- Efekt fotojonizujący - występuje z efektem fotochemicznym. Dochodzi do jonizacji cząsteczek w tkance, na skutek działania krótkich impulsów o dużej mocy. Powstaje plazma, która absorbuje promieniowanie, co skutkuje eksplozją plazmy, a w konsekwencji powstanie uderzeniowej fali akustycznej. Niszczenie komórek ma charakter eksplozji.



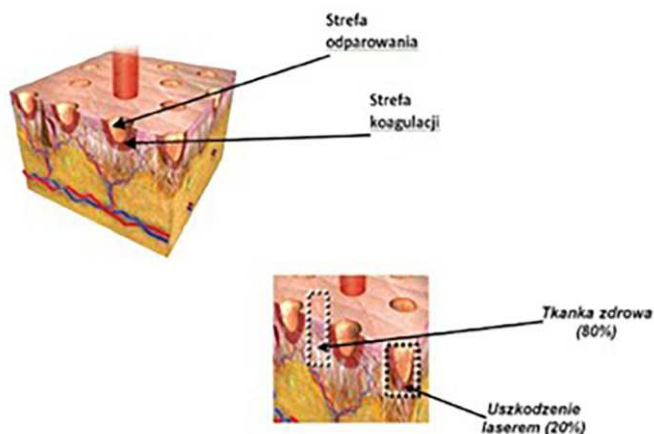
Efekty fotochemiczne
Efekty fotobiologiczne
FP < 500 mW/cm²
t ~ CW

Efekty fototermiczne
FP > 1 kW/cm²
t ~ 1 ms- CW (wiązka ciągła)

Efekt fotoablacyjny
FP > 1 MW/cm²
t ~ 1 μs - 999 μs

Efekt fotomechaniczny
FP > 100 W/cm²
t ~ 1 - 500 ns

Rycina 1. Wpływ lasera na tkanki [1]



Rys. 2. Głębokość absorpcji wiązki laserowej w tkankach [4]

- Efekt biostymulacji - w tym przypadku promieniowanie ma bardzo małą moc. Dochodzi do kumulacji ATP przez transport elektronów w łańcuchu oddechowym.

RODZAJE LASERÓW I ICH ZASTOSOWANIE W STOMATOLOGII

Laser CO₂ po raz pierwszy zastosowany na początku lat 70. XX wieku w chirurgii [5]. Fala lasera o długości 10 600 nm jest hydrofilna – działa już na głębokości 0,1 mm, co powoduje szybkie usuwanie tkanek miękkich oraz hemostazę, przy bardzo małej wnikliwości na głębokość lasera. Wadami są wysoki koszt oraz niszczenie tkanek twardych [5, 6, 7].

Laser argonowy o długości fali 488/514nm stosowany głównie do wybielania zębów, remineralizacji zębiny oraz polimeryzacji materiałów z żywicy odtwórczej [5].

Laser neodymowo-yag jest laserem, który znalazł zastosowanie w zabiegach na tkankach miękkich i twardych. Ma bardzo dobrą absorpcję, dzięki czemu używany jest w chirurgii do cięcia i koagulacji. Laser ten znalazł zastosowanie w terapii periimplantitis, ponieważ charakteryzuje się powinowactwem do tytanu i powoduje odkażanie powierzchni tytanowych [4, 5, 6]. Zastosowanie lasera nd-yag wraz z laserem erb-yag sprzyja niechirurgicznemu leczeniu zapalenia przyzębia [5].

Lasery erbowe - laser o dwóch długościach fali. Pierwsza to laser Er, Cr: YSGG (granat itrowo-skandowo-galowy) o długości fali 2780nm, drugi to laser o długości fali 2940nm [5]. Lasery te mają zastosowanie głównie w pracy na tkankach twardych, gdyż mają dobre powinowactwo do hydroksyapatytu. Charakteryzują się również hydrofilową naturą, można je stosować z powodzeniem również w tkankach miękkich o dużej zawartości wody [6].

Laser LLLT to laser biostymulacyjny. Działa wykorzystując światło czerwone o długości fali 600–700 nm i światło podczerwone o długości fali 770–1200 nm. LLLT może być stosowany zamiennie z laserem diodowym, ponieważ ma małą moc, a promień jest rozproszony. Nie powoduje przegrzania tkanek i wnika głęboko. W dobie obecnej wiedzy laseroterapia biostymulacyjna dedykowana po zabiegach chirurgicznych powinna znaleźć szerokie zastosowanie jako rutynowe działanie pozabiegowe.

Światło lasera niskoenergetycznego wspomaga mi-

crokrążenie, aktywuje metabolizm komórek oraz gojenie tkanek. Dzieje się to za sprawą produkcji białek obronnych (lizozym, interferon) zwiększenia ilości i aktywności fagocytarnej makrofagów i neutrofilów, zwiększenia aktywności i liczby limfocytów T odpowiedzialnych za odpowiedź komórkową oraz aktywacji odpowiedzi humoralnej [5, 7, 8].

Laser diodowy emituje długość fali optycznej zazwyczaj w zakresie od 810 do 980nm. Wykorzystuje oddziaływanie powstałej mieszaniny nadtlenków, karbamidu, mocznika i wodoru. Fale są absorbowane przez melaninę oraz hemoglobinę. Ma zastosowanie głównie w estetycznej korekcie dziąseł, ponieważ fala nie jest wchłaniana przez hydroksyapatyt, dzięki czemu ma bardzo dobre zastosowanie również w odsłanianiu zębów zatrzymanych, frenulektomii oraz w przypadku zapalenia błony śluzowej tj. fotostymulacji w gojeniu aft i opryszczki [5, 6].

Laser diodowy z powodzeniem może być stosować u pacjentów z rozrusznikiem serca oraz stosujących leki z grup antykoagulacyjnych. Działa hemostatycznie, powodując denaturację białek [5].

Obecnie w stomatologii coraz częściej stosuje się lasery niskoemisyjne, będące złotym standardem postępowania klinicznego. Lasery na poziomie komórkowym umożliwiają zastosowanie laseroterapii we wszystkich dziedzinach stomatologii [5].

ZASTOSOWANIE LASERÓW NA TKANKACH MIĘKKICH

- Usuwanie guzków w obrębie błony śluzowej. Bardzo dobre wyniki usuwania zmian w obrębie błony śluzowej posiada laser KTP. Dzięki niemu można usuwać różnego rodzaju zmiany przerostowe (brodawczaki, włókniaki) z błony śluzowej policzków oraz języka [9].
- Torbiel z wynaczynienia śluzu dna jamy ustnej tzw. mucocela. Satysfakcjonujące efekty terapeutyczne przynosi laser CO₂. Wykorzystuje się skupioną wiązkę lasera, wykonując marsupializację sklepienia zmiany, a następnie w trybie rozogniskowanym ablację podstawy. W badaniach klinicznych nie odnotowano tu żadnych nawrotów ani powikłań [10].
- Leukoplakia – dobre rezultaty w leczeniu leukoplakii posiada laser CO₂. Wykorzystuje się terapię fotodynamiczną kwasem 5-aminolewulinowym i pulsacyjnym laserem barwnikowym. [7] Zdarzają się nawroty u pacjentów, którzy nie przestrzegają zaleceń, tj. pozostają aktywnymi palaczami tytoniu. W porównaniu do tradycyjnej metody usuwania leukoplakii. Użycie lasera w minimalnym stopniu generuje ból i obrzęk.
- Frenulektomia, czyli plastyka wędzidełka wargi górnej. W porównaniu z konwencjonalną metodą leczenia tj. plastyka przy użyciu skalpela, zastosowanie lasera KTP (532nm) / lasera diodowego (810–930nm) / lasera z granatem itrowo-aluminiowym domieszkowanym neodymem/Nd:YAG (1064nm)/lasera z rodziny erbowych (2780–2940nm) wiąże się ze zdecydowanie mniejszymi powikłaniami. Dzięki koagulacji, widoczność pola zabiegowego jest zdecydowanie lepsza. Oprócz tego zmniejszona jest potrzeba szycia pozabiegowego [11].
- Odsłonięcie niewyróżnionych zębów oraz plastyka dziąseł celem wydłużania koron zębów, przy wskazanych

do gingiwektomii. W tych przypadkach stosuje się lasery diodowe jako alternatywa typowych zabiegów chirurgicznych. Mają one bardzo dobre wyniki kliniczne, ze względu na minimalny ból oraz krwawienie, w porównaniu do tradycyjnej metody leczenia. Pozwala to na skuteczne przytwierdzenie zamka i ligatury do ekstrudowanego zęba [1].

ZASTOSOWANIE LASERÓW NA TKANKACH TWARDYCH

- W stomatologii zachowawczej podczas konwencjonalnego leczenia próchnicy w obrębie szkliwa, zębiny, cementu można wykorzystać lasery erbowe. Mają one zastosowanie nie tylko do cięcia tkanek miękkich, ale z dużym powodzeniem używane są w stomatologii zachowawczej. Zaletą tych laserów jest z pewnością zmniejszenie lub eliminowanie wibracji. Oprócz tego służą również w dezynfekcji bakterii w kanałach korzeniowych podczas leczenia endodontycznego ze względu na zdolność wyjaławiania tkanek. [12]
- Do leczenia nadwrażliwości zębiny stosujemy laser Er:YAG. Wyniki pokazują, że użycie tego lasera w porównaniu z tradycyjnymi sposobami leczenia odsłoniętej zębiny przyszyrkowej ma lepsze rezultaty, a efekt utrzymuje się dłużej [12].

PODSUMOWANIE

Wszechstronność i zakres zastosowania laserów w medycynie, a tym samym w stomatologii uległo w ostatniej dekadzie znacznemu rozwojowi. Ze względu na szeroki zakres badań nad tematyką zastosowania emisji fal elektromagnetycznych z zakresu światła widzialnego, ultrafioletu lub podczerwieni, urządzenia emisji wymuszonej w dalszym ciągu są udoskonalane, aby precyzyjniej i skuteczniej interferować z potrzebami leczniczymi i oczekiwaniami pacjentów oraz kadry medycznej. Mimo ustalonych praw fizycznych dotyczących problematyki zastosowania fal elektromagnetycznych z zakresu światła w stomatologii, rozszerzenie ich zastosowania wydaje się

nieuniknione. Wskazuje na to dostępność technologiczna oraz olbrzymi rozwój tej gałęzi nauki w ostatnich latach.

LITERATURA

- [1] Lek. med. Piotr Szelewski, Laseroterapia. Medycyna estetyczna. Edycja VII 2019: 11;26.
- [2] Mohammad Asnaashari and Saeede Zadsirjan Application of Laser in Oral Surgery, J Lasers Med Sci. 2014; 5(3): 97–107.
- [3] Munther Sulieman, An overview of the use of lasers in general dental practice: Laser physics and tissue interactions, 2005; 32(4): 228.
- [4] <https://images.app.goo.gl/87hksCs3uohmVhS8A>.
- [5] Giuseppina Malcangi, Assunta Patano, Irma Trilli, Fabio Piras, Anna Maria Ciocia, Alessio Danilo Inchingolo, Antonio Manciniengio Therapeutic and Adverse Effects of Lasers in Dentistry: A Systematic Review Department of Interdisciplinary Medicine, 2023; 10(6), 650.
- [6] Sanjeev Kumar Verma, Sandhya Maheshwari, Raj Kumar Singh, Prabhat Kumar Chaudhari Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice 2012; 3(2): 124–132.
- [7] Alexander Maninagat Luke, Simy Mathew, Maram Majed Altawash, Bayan Mohammed Madan Lasers: A Review With Their Applications in Oral, J Lasers Med Sci. 2019; 10(4): 324–329.
- [8] Simone Oliveira Sierra, Alessandro Melo Deana, Raquel Agnelli Mesquita Ferrari, Priscilla Maia Albarello, Sandra Kalil Bussadori, Kristianne Porta Santos Fernandes, Effect of low-level laser therapy on the post-surgical inflammatory process after third molar removal: study protocol for a double-blind randomized controlled trial 2013; 373.
- [9] Carlo Fornaini, Jean P. Rocca, Elisabetta Merigo, Marco Meleti, Maddalena Manfredi, Samir Nammour, Paolo Vescovi, Low energy KTP laser in oral soft tissues surgery: A 52 patients clinical study, Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2012; 17(2): 287–291.
- [10] J.B. Lai, C.Y. Poon, Treatment of ranula using carbon dioxide laser – Case series report; International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery Volume 38; 2009; 1107–1111.
- [11] A. Inchingolo, G. Malcangi, I. Ferrara, F. Viapiano, a. Netti, S. Buongiorno, G. Latini Laser Surgical Approach of Upper Labial Frenulum: A Systematic Review Int. J. Environ. Res. Public Health 2023; 20 (2), 1302.
- [12] Glenn van As, Erbium lasers in dentistry 2004; 48(4):1017.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w Radomskim Roczniku Lekarskim, 2023, vol. 17, s. 72-78.

lek. stom. Marta Konieczna¹, lek. stom. Artur Rycharski², dr n. o zdr. Rena Wójcik³,
dr hab. n. med. Jerzy Reymond¹

1 – Oddział Chirurgii Szczękowo-Twarzowej Radomskiego Szpitala Specjalistycznego im. Tytusa Chałubińskiego
2 – Corten Dental Sp. z o.o., Warszawa
3 – Katedra Pielęgniarstwa WNMiNoZ, Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego

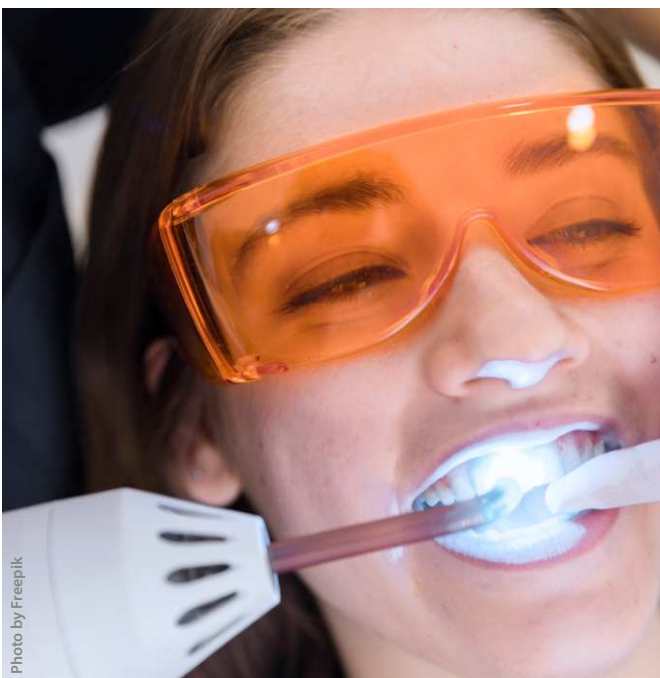


Photo by Freepik

Wykorzystanie biometrii ultradźwiękowej w nieinwazyjnej diagnostyce tkanek przyzębia

ANETA ZAKRZEWSKA, ŁUKASZ ZAKRZEWSKI, MACIEJ DOBRZYŃSKI



Znajomość morfologii tkanek miękkich jest niezbędna w diagnostyce i planowaniu leczenia stomatologicznego, ortodontycznego, protetycznego, implantologicznego oraz w zabiegach chirurgii plastycznej tkanek przyzębia. Przewidywalność efektu estetycznego w przeprowadzonej terapii stomatologicznej pozwala zachować biologię, funkcję i zdrowie tkanek. Grubość tkanek ma duży wpływ na gojenie rany i powodzenie zabiegów regeneracyjnych [1] oraz wystąpienie recesji dziąseł, czyli dowierzchołkowego przesunięcia brzegu dziąsła względem połączenia szklino-cementowego, co skutkuje obnażeniem powierzchni korzenia zęba i zwiększoną wrażliwością zęba [2]. Fenotyp dziąsła, czyli objętość dziąsła w trzech wymiarach, który możemy zbadać w powtarzalny, standaryzowany sposób, mierząc grubość dziąsła GT (ang. *gingival thickness*) oraz szerokość dziąsła skeratynizowanego KTW (ang. *keratinized tissue width*) wraz z morfotypem kości, czyli grubością pokrywającej zęby tkanki kostnej od strony przedsionka jamy ustnej, określaną w badaniu tomografii wiązki stożkowej CBCT (ang. *cone-beam computed tomography*), pozwalają określić fenotyp tkanek przyzębia.

BUDOWA I WŁAŚCIWOŚCI BIOMETRU ULTRADŹWIEKOWEGO

Urządzenie Pirop® (Echo-Son S.A., Puławy, Polska) to ultrasonograf biometryczny umożliwiający automatyczny pomiar i monitorowanie grubości tkanek miękkich w jamie ustnej nieinwazyjną metodą kontaktową. Dzięki możliwości dokonywania pomiarów w trybie A-Scan, M-mode i TM-mode uzyskuje się automatyczny pomiar grubości tkanki, średnią w każdym wybranym punkcie oraz ocenę grubości tkanki w badanym obszarze [3].

Prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w tkankach miękkich, jaką umożliwia urządzenie, to 1540 m/s przy częstotliwości pracy 20 MHz głowicy o średnicy czoła 1,7 mm oraz zakresie pomiaru tkanek miękkich pokrywających zęby i kość w jamie ustnej od 0,25 mm do 6 mm, przy rozdzielczości osiowej 0,01 mm.

Aparat Pirop® wraz z drukarką waży około 1,5 kg, a jego niewielkie wymiary (290 x 205 x 85 mm) umożliwiają zapakowanie urządzenia do poręcznej walizki przenośnej, co usprawnia gotowość wykorzystania go do badania. W



Rys. 1. Ultrasonograf biometryczny PIROP®



Rys. 2. Menu ekranu dotykowego urządzenia PIROP®

ofercie producenta znajduje się również opcjonalnie wózek jezdny, na którym można dodatkowo umieścić urządzenie. Urządzenie ma wbudowaną wewnętrzną drukarkę termiczną oraz wyjście PAL umożliwiające podłączenie videoprintera lub dodatkowego monitora [3].

Ogromną zaletą aparatu Pirop® jest bardzo wygodny, czytelny i ergonomiczny ekran dotykowy z kolorowym wyświetlaczem panoramicznym LCD 7" (800 x 480 pikseli) oraz dotykową klawiaturą. Proste w obsłudze menu umożliwia wprowadzenie danych pacjenta i łatwy dostęp do bazy danych, wybór trybu pracy, ustawień i pomiarów aż dla dziesięciu profili użytkowników [3].



Rys. 3. Ultradźwiękowy pomiar grubości tkanek aparatem PIROP® w punkcie GT2 przy zębie 22

METODY POMIARU TKANEK MIĘKKICH ULTRASONOGRAFEM BIOMETRYCZNYM

Po wyborze profilu użytkownika i wprowadzeniu danych badanego pacjenta możemy dokonać wyboru jednego z trzech dostępnych trybów pracy A-Skan, M-Mode lub TM-Mode. Wybierając tryb pracy A-Skan, użytkownik ma do dyspozycji dwie zakładki MAPA1 i MAPA2, a w każdej z nich dostępne są cztery mapy pomiarowe przyzębia. Mapy pomiarowe w postaci diagramów umożliwiają wybór ćwiartki uzębienia, numeru zęba i punktu pomiaru. Pomiar uruchamiany jest bezpośrednio z klawiatury dotykowej polem START lub sterownikiem nożnym z możliwością ustawienia indywidualnego czasu opóźnienia pomiaru. Czoło głowicy należy umieścić bez nadmiernego ucisku pod kątem 90 stopni do badanej powierzchni, uwzględniając jej anatomię. Niektórzy badacze wykorzystują dodatkowo żel periodontologiczny jako lubrykant pomiędzy głowicą a badaną tkanką [4-6]. W wybranym punkcie po automatycznym dziesięciokrotnym pomiarze otrzymuje się wynik w postaci średniej uwzględniający odchylenie standardowe, który zostaje zapisany w pamięci urządzenia (łącznie w obu zakładkach MAPA1 i MAPA2 możemy oznaczyć aż 256 punktów pomiarowych). MAPA1 umożliwia dokonanie pomiaru w punktach GT1 (ang. *gingival thickness 1*) i GT2 (ang. *gingival thickness 2*), zlokalizowanych odpowiednio w połowie szerokości dziąsła zrogowaciałego po stronie wargowej/policzkowej wybranej jednostki zębowo-dziąsłowej i 2 mm wierzchołkowo w stosunku do połączenia śluzówkowo-dziąsłowego tej samej jednostki zębowo-dziąsłowej [7-9]. Punkty PG1 i PG2 umożliwiają dokonanie pomiaru po stronie podniebiennej/ językowej odpowiednio 4 mm i 8 mm od brzegu dziąsła [6]. Po dokonaniu pomiarów danej jednostki zębowo-dziąsłowej można dodatkowo wygenerować obraz w postaci przekroju z uwzględnieniem grubości tkanek miękkich w poszczególnych punktach. Archiwizacja obrazów i pomiarów możliwa jest w pamięci wewnętrznej, pamięci USB oraz istnieje możliwość wydrukowania raportów zawierających dane pacjenta i użytkownika, parametry badania, diagramy oraz obrazy z uzyskanymi pomiarami [3].

Pacjent: Xxxxx Xxxxx												09-12-2021	
Użytkownik:												15 32 10	
Ćwiartka PRAWA/GÓRNA												Bieżący punkt	
Ćwiartka LEWA GÓRNA												Ząb nr: +2 Mapa2 Punkt: SGT Pomiar: Skan-A	
GT2										0.62 0.45 0.37 0.38 0.28 0.33 0.29			
GT1										0.59 0.52 0.26 1.22 0.52 0.63 0.50			
Ząb										       		P/G L/G	
PGT1										1.23 1.18 1.25 1.02		Zapisz Drukuj	
PGT2										1.77 1.46 1.56 1.23		Wyjście	

Rys. 4. MAPA2. Oznaczone na diagramie wartości pomiaru grubości tkanek przy zębach 11, 12, 13, 14 od strony wargowej i podniebiennej oraz przy zębach 15, 16, 17 od strony wargowej

Pacjent: Xxxxx Xxxxx Użytkownik:		09-12-2021 15 31 48	
		Ćwiartka LEWA/GÓRNA Ząb nr: +2	
		GM	+1.0 mm
		CAL	0.0 mm
		MGJ	- 3.0 mm
		AC	- 2.0 mm
		Zapisz	Drukuj
		Pomoc	Wyjście

Rys. 5. Przekrój badanej jednostki zębowo-dziąsłowej z oznaczonymi wartościami grubości tkanek miękkich przy zębie 22

Pacjent: Xxxxx Xxxxx Użytkownik:				09-12-2021 15 31 58						
Ćwiartka LEWA/GÓRNA										
Bieżący punkt										
Ćwiartka LEWA/GÓRNA Ząb nr: +2 Mapa2 Punkt: SGT Pomiar: Skan-A										
Ząb										
FGT	A	0.78	0.63	0.54					P/G	L/G
SGT	A	0.92	0.75	0.71					P/D	L/D
CGT	A	0.74	0.40	0.63					Zapisz	Drukuj
MGT	A	1.54	0.39	0.48					Wyczyść	Wyjście

Rys. 6. MAPA2. Oznaczone na diagramie wartości pomiaru grubości tkanek przy zębach 21, 22, 23

Zakładka MAPA2 w trybie pracy A-Skan umożliwia dokonanie pomiarów po stronie wargowej/policzkowej zęba i określenie grubości tkanek miękkich w zakresie tkanek dziąsła wolnego, nadwyrastkowego, wyrostkowego i śluzówkowo-dziąsłowego. Na diagramie MAPA2 uwzględnione są punkty pomiarowe grubości tkanek miękkich wyznaczone względem połączenia szkliwno-cementowego CEJ zęba (ang. *cemento-enamel junction*) i poziomu klinicznego przyczepu tkanek CAL (ang. *clinical attachment level*), co sugerowano w badaniach Bednarz i



Rys. 7. Pomiar urządzeniem PIROP® w trybie M-mode z oznaczoną grubością tkanek w punkcie GT1 przy zębie 24

Slak [6]. Punkt FGT (ang. *free gingival thickness*) zlokalizowany jest tuż przy brzegu dziąsłowym, punkt SGT (ang. *supracrestal gingival thickness*) w miejscu odpowiadającym najgłębszej części szczeliny dziąsłowej, a dokonanie pomiaru w punktach CGT (ang. *crestal gingival thickness*) i MGT (ang. *mucosal gingival thickness*) wymaga ustawienia czoła głowicy prostopadłe do badanej powierzchni, odpowiednio bardziej apikalnie lub koronowo względem połączenia śluzówkowo-dziąsłowego w jamie ustnej [7].

Biometr ultradźwiękowy Pirop® oferuje również możliwość pracy w trybie M-Mode i TM-Mode, które dodatkowo umożliwiają rejestrację grubości tkanek przyzębia w trakcie przesuwania sondy po powierzchni tkanek oraz umożliwiają lokalizację brzegu kości wyrostka zębodołowego AC (ang. *alveolar crest*) [7]. Dodatkowo praca w trybie M-mode i TM-mode pomaga dokonać pomiarów w przypadku słabych impulsów ultradźwiękowych, które odbijają się od pofałdowanej powierzchni podniebienia twardego, trudnych do określenia w trybie pracy A-scan [6].

ZASTOSOWANIE BIOMETRU ULTRADŹWIĘKOWEGO

Ocena fenotypu tkanek miękkich przyzębia w powtarzalny i wystandaryzowany sposób (poprzez pomiar grubości dziąsła GT [10] oraz ocenę szerokości biologicznej – czyli nadwyrastkowych tkanek miękkich – poprzez określenie położenia brzegu kości wyrostka zębodołowego) ma duże znaczenie w planowaniu i leczeniu stomatologicznym. Cortellini i Bissada [11] rozróżniają w zależności od grubości tkanek i kształtu koron zębowych trzy fenotypy dziąsłowe: 1. cienki muszelkowaty z cienkim dziąsłem i kością oraz wąską strefą dziąsła sklerotyzowanego, 2. gruby płaski z szeroką strefą dziąsła zrogowaciałego, grubą kością i grubym, włóknistym dziąsłem oraz 3. gruby muszelkowaty z grubym, włóknistym dziąsłem i wąską strefą dziąsła zrogowaciałego. Oceny grubości tkanek miękkich można dokonać przy użyciu sondy periodontologicznej, którą umieszcza się w szczeliny dziąsłowej i wizualnie ocenia się stopień prześwitywania sondy przez tkanki przyzębia [10, 12]. Fenotyp określany był jako cienki (≤ 1 mm), gdy sonda była widoczna oraz jako gruby (> 1 mm), gdy prześwitywania sondy nie obserwowano. Oceny grubości tkanek można dokonać również metodą inwazyjną – poprzez ich nakłuwanie sondą lub narzęd-

ziem endodontycznym z silikonowym ogranicznikiem, tzw. sondowanie przezdziąsłowe TGP (ang. *transgingival probing*) [13-15]. Metoda ta wymaga dodatkowo podania znieczulenia miejscowego. Do innych metod oceny grubości tkanek należy badanie histologiczne tkanek na szczękach zwłok [16] oraz ocena radiologiczna wykorzystująca tomografię komputerową [17, 18]. Zastosowanie biometrii ultradźwiękowej w ocenie grubości tkanek przyzębia jest metodą prostą, nieinwazyjną, niewymagającą podania znieczulenia miejscowego oraz niewykorzystującą promieniowania jonizującego. Metoda ta może być użyta do pomiaru i oceny tkanek dziąsła wokół zębów naturalnych [19], jak również implantów zębowych [4, 20]. Badaniem ultrasonograficznym można ocenić grubość dziąsła zrogowaciałego, grubość ruchomej błony śluzowej, która pokrywa kość wyrostka zębodołowego szczęki i części zębodołowej żuchwy oraz grubość błony śluzowej podniebienia twardego. We wcześniejszych badaniach z wykorzystaniem ultradźwięków w ocenie grubości tkanek miękkich zwracano uwagę na ograniczony dostęp do tylnej części jamy ustnej [21] oraz kłopoty z ustawieniem sondy pod kątem prostym do badanej powierzchni w obrębie tej okolicy. W urządzeniu Pirop® odgięcie końcówki sondy pod kątem 45 stopni względem rękojeści skutecznie eliminuje trudność z ustawieniem sondy prostopadłe do nierównego podłoża kości wyrostka zębodołowego lub korzenia zęba.

PODSUMOWANIE

Biometria tkanek miękkich wykorzystująca ultradźwięki wspomaga diagnostykę tkanek jamy ustnej, ponieważ dostarcza szczegółowych informacji na temat ich struktury. Znajomość budowy i fizjologii tkanek przyzębia w jamie ustnej, w szczególności ich zmienność anatomiczna i morfologiczna, ułatwia niewątpliwie przewidywalność leczenia stomatologicznego, co przekłada się na uzyskanie dobrego efektu klinicznego i estetycznego. Wykorzystanie urządzenia ultrasonograficznego w diagnostyce stanowi także dodatkowy element w komunikacji z pacjentem. Metoda z wykorzystaniem ultradźwiękowego



Photo by Freepik

pomiaru grubości tkanek miękkich przyzębia jest metodą łatwą, bezpieczną, nieinwazyjną, powtarzalną oraz niebolesną i powinna być rekomendowana jako standardowe postępowanie w diagnostyce periodontologicznej.

PODZIĘKOWANIA

Prezentowane wyniki badań zrealizowano w ramach tematu ujętego w systemie Simple pod numerem STM. B051.20.174 / This research was financially supported by the Ministry of Health subvention according to number of STM.B051.20.174 from the IT Simple system of Wrocław Medical University.

LITERATURA

[1] R.J. Harris: A comparative study of root coverage obtained with guided tissue regeneration utilizing a bioabsorbable membrane versus the connective tissue with partial-thickness double pedicle graft, *J Periodontol*, 68(8), 1997, 779-790.

[2] Y. Fukumoto, M. Horibe, Y. Inagaki, K. Oishi, N. Tamaki, H.O. Ito, T. Nagata: Association of gingival recession and other factors with the presence of dentin hypersensitivity, *Odontology*, 102(1), 2014, 42-49.

[3] <https://echoson.eu/pirop-biometr-kanek-miekkich/> (dostęp: 9 grudnia 2021).

[4] M. Puzio, A. Błaszczyszyn, J. Hadzik, M. Dominiak: Ultrasound assessment of soft tissue augmentation around implants in the aesthetic zone using a connective tissue graft and xenogeneic collagen matrix – 1-year randomized follow-up, *Ann Anat*, 217, 2018, 129-141.

[5] S. Belak, R. Zizka, M. Starosta, J. Zapletowa, J. Sedy, M. Stefanatny: The influence of gingival phenotype on the morphology of the maxillary central papilla, *BMC Oral Health*, 21, 2021, 43.

[6] W. Bednarz, B. Slak: Biometria ultradźwiękowa tkanek miękkich jamy ustnej – problemy kliniczne, *Magazyn Stomatologiczny*, 5, 2013, 66-73.

[7] W. Bednarz: Nowe możliwości diagnostyczne tkanek przyzębia przy zastosowaniu biometrii ultradźwiękowej, *Dwumiesięcznik Stomatologa Praktyka Polish&English Journal for Dentists, e-dentico*, 1(59), 2015.

[8] S.C. da Silva, J.C. Joly, A.F.M. de Lima, D.N. Tatakis: Root coverage using the coronally positioned flap with or without a subepithelial connective tissue graft, *J Periodontol*, 75, 2004, 413-419.

[9] W. Bednarz: The thickness of periodontal soft tissue ultrasonic examination – current possibilities and perspectives, *Dent Med. Probl*, 48, 3, 2011, 303-310.

[10] S. Jepsen, J.G. Caton, J.M. Albandar, N.F. Bissada, P. Bouchard, P. Cortellini, K. Demirel, M. de Sanctis, C. Ercoli, J. Fan, N.C. Geurs, F.J. Hughes, L. Jin, A. Kantarci, E. Lalla, P.N. Madianos, D. Matthews, M.K. McGuire, M.P. Millis, P.M. Preshaw, M.A. Reynolds, A. Sculean, C. Susin, N.X. West, K. Yamazaki: Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions, *J Clin Periodontol*, 45(Suppl 20), 2018, 219-229.

[11] P. Cortellini, N.F. Bissada: Mucogingival conditions in

the natural dentition: Narrative review, case definition, and diagnostic considerations, *J Periodontol*, 89(Suppl 1), 2018, S204-S213.

[12] A. Joshi, G. Suragimath, S.A. Zope, S.R. Ashwinirani, S.A. Varma: Comparison of Gingival Biotype between different Genders based on Measurement of Dentopapillary Complex, *J Clin Diagn Res*, 11(9), 2017, ZC40-ZC45.

[13] W. Bednarz, A. Zielińska: Ultrasonic biometer and its usage in an assessment of periodontal soft tissue thickness and comparison of its measurement accuracy with a bone sounding method, *Dent Med Probl*, 48, 4, 2011, 481-489.

[14] R.G. Shiva Manjunath, A. Rana, A. Sarkar: Gingival biotype assessment in a healthy periodontium: Transgingival probing method, *J Clin Diagn Res*, 9(5), 2015, ZC66-ZC69.

[15] L. Sala, R. Alonso-Perez, R. Agustin-Panadero, A. Ferreiroa, A. Carillo-de-Albornoz: Comparative in vitro study of two methods for gingival biotype assessment, *J Clin Exp Dent*, 10(9), 2018, e858-e863.

[16] S.K. Yu, M.H. Lee, C.S. Kim, H.J. Kim: Thickness of the palatal masticatory mucosa with reference to autogenous grafting: a cadaver and histologic study, *Int J Periodontics Restorative Dent*, 34(1), 2014, 115-121.

[17] S. Ozturan, H. Oztunc, B. Keles Evlice: Assessment of the soft tissue volumetric changes following acellular dermal matrix grafts with cone beam computerized tomography, *Quintessence Int*, 46(2), 2015, 171-178.

[18] G.J. Borges, L.F.N. Ruiz, A.H. Goncalves de Alencar, O.C.L. Porto, C. Estrela: Cone-Beam Computed Tomography as Diagnostic Method for Determination of Gingival Thickness and distance between Gingival margin and Bone Crest, *Sci World J*, 2015, 2015, 142108.

[19] B. Slak, A. Daabous, W. Bednarz, E. Strumban, R.G. Maev: Assessment of gingival thickness using an ultrasonic dental system prototype – a comparison to traditional methods, *Ann Anat*, 199, 2015, 98-103.

[20] F. Schwarz, C. Claus, K. Becker: Correlation between horizontal mucosal thickness and probing depths at healthy and diseased implant sites, *Clin Oral Implants Res*, 28(9), 2017, 1158-1163.

[21] N. Rajpoot, A. Nayak, R. Nayak, P.K. Bankur: Evaluation of variation in the palatal gingival biotypes using an ultrasound device, *J Clin Diagn Res*, 9(3), 2015, C56-ZC60.

Rysunki – źródło: archiwum autorów.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie „Inżynier i Fizyk Medyczny” nr 6/2021, vol.10, s. 493-496.

lek. dent. Aneta Zakrzewska¹, lek. dent. Łukasz Zakrzewski², dr hab. Maciej Dobrzyński, prof. UMW³

1 – Katedra i Zakład Periodontologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

2 – Stomatologiczne Centrum Transferu Technologii, Wrocław

3 – Katedra i Zakład Stomatologii Dziecięcej i Stomatologii Przedklinicznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu



Od mobilnych rentgenów po inteligentne skanery – poznaj nowości Targów KRAKDENT®



Już 10-12 kwietnia br. w EXPO Kraków odbędą się 31. Międzynarodowe Targi Stomatologiczne KRAKDENT® – największe tego typu wydarzenie w Polsce, które każdego roku gromadzi tysiące lekarzy dentystów, asystentek stomatologicznych i techników dentystycznych. Podczas nadchodzącej edycji ponad 350 firm z Polski i zagranicy zaprezentuje ponad 200 nowości, które nie tylko usprawniają codzienną pracę w gabinetach, ale i wyznaczają nowe kierunki rozwoju całej branży. Na jakie technologie warto zwrócić uwagę w tym roku?

AI W SŁUŻBIE UŚMIECHU

Technika cyfrowa od lat zmienia sposób pracy lekarzy dentystów, a obecnie wkracza na jeszcze wyższy poziom dzięki oprogramowaniu wspieranym sztuczną inteligencją. Zaawansowane algorytmy analizujące dane pacjenta w czasie rzeczywistym pozwalają na precyzyjne planowanie leczenia, dobór koloru wypełnień i prognozowanie efektów. W połączeniu z wysokiej jakości skanerami wewnątrzustnymi, AI staje się nieocenionym narzędziem w codziennej pracy. Podczas Targów KRAKDENT® będzie można nie tylko zobaczyć, ale i przetestować urządzenia, które pozwalają na dokładniejszą diagnozę, personalizację leczenia i optymalizację doboru materiałów.

PREMIERY!

Podczas Targów KRAKDENT® uczestnicy będą mieli okazję zapoznać się z premierowymi produktami i rozwiązaniami. Jednym z nich będzie kompozyt Tetric® plus firmy IVOCLAR, który automatycznie dopasowuje się do naturalnego koloru zębów pacjenta, zapewniając niespotykaną dotąd estetykę wypełnień. Z myślą o technikach dentystycznych na stoisku firmy HOL-DENTAL DEPOT zaprezentowana zostanie wtryskarka VERTEX™ ThermoJect 22 umożliwiająca łatwe, wydajne i szybkie wtryskiwanie materiałów termoplastycznych.

Zwiedzający będą mogli przetestować premierowe skanery wewnątrzustne, jak np. Aoralscan Elite Shining 3D na stoisku firmy OPTIDENT, który dzięki wyposażeniu w nowoczesne algorytmy sztucznej inteligencji, automatycznie optymalizuje skany, eliminując zbędne elementy

i poprawiając jakość odwzorowania.

Wśród nowości pojawiają się także nowoczesne lasery dentystyczne, które umożliwiają bezbolesne leczenie oraz ergonomiczne unity stomatologiczne, zwiększające komfort pracy lekarzy i minimalizujące zmęczenie pacjentów. Nie zabraknie również kompozytów do wykonywania stałych, estetycznych uzupełnień protetycznych, dysków do wykonywania uzupełnień tymczasowych, żywic do druku 3D oraz narzędzi stomatologicznych, które na targach będzie można zakupić w atrakcyjnych cenach.

PRODUKTY DLA WETERYNARII – NATURALNY ELEMENT EKSPOZYCJI TARGOWEJ

Warto zwrócić uwagę na produkty dla weterynarii, które będą prezentowane na Targach KRAKDENT®. Na stoiskach wystawców prezentowane będą m.in. mobilne rentgeny, wiertła chirurgiczne, aparaty RTG, kompaktowe skalery oraz skalpele. Tego typu nowoczesne technologie nie tylko wspierają precyzyjną diagnostykę i leczenie problemów stomatologicznych u zwierząt, ale również umożliwiają weterynarzom świadczenie usług na najwyższym poziomie, co wpływa na poprawę jakości opieki nad zwierzętami. Obecność takich produktów na targach nie jest zaskoczeniem – to naturalny krok w rozwoju współczesnej stomatologii, która coraz częściej łączy różne dziedziny medycyny.

BINGO!

Biznes jest jak gra – żeby wygrywać, trzeba być na bieżąco! Sprzęt prezentowany na Targach KRAKDENT® bardzo szybko pojawia się w gabinetach stomatologicznych w całym kraju. To tutaj właściciele i managerowie mają okazję bezpośredniego kontaktu z urządzeniem – mogą je dotknąć, przetestować, sprawdzić jego funkcjonalność i jakość oraz zakupić w korzystnej cenie. To ogromny atut, który odróżnia zakupy na targach, od zakupów w Internecie. Korzyścią jest również możliwość osobistego spotkania z producentami i dystrybutorami, którzy chętnie odpowiadają na pytania.

Źródło: www.krakdent.pl

Kwartalnik przeznaczony dla specjalistów poszukujących ofert i informacji o sprzętach stomatologicznych, wyrobach, technologiach i materiałach



EXPODENT 2025

XXXI

Ogólnopolska Konferencja Stomatologiczna
Targi Stomatologiczne

24-25 października 2025 r.

Aula UMK, ul. Gagarina 11, Toruń

Świąteczne Super Promocje tel. 506 134 579

Zapraszamy na kursy w Toruniu:

2
0
2
5



"Duże problemy małych zębów – postępowanie lecznicze w chorobach i stanach pourazowych zębów mlecznych"

Dr n. med. Anna Jarząbek

Hotel Filmar****. ul. Grudziądzka 45, Toruń



Kurs dostępny również on-line

5 kwietnia 2025



„Wybrane zagadnienia radiologii stomatologicznej”

Prof. dr hab. n. med. Kazimierz Szopiński

Hotel Filmar****. ul. Grudziądzka 45, Toruń



Kurs dostępny również on-line

14 czerwca 2025



„Zwiększ swoją wiedzę i kompetencje w diagnostyce chorób przyzębia!„

Dr n. med. Witold Jurczyński

Hotel Filmar****. ul. Grudziądzka 45, Toruń



Kurs dostępny również on-line

21 czerwca 2025