

Zastosowanie technik komputerowych do pomiarów metrycznych żuchwy i szczęki na przykładzie technologii CMO

Use of computer techniques to effect measurements of mandible and maxilla based on the example of the CMO technology.

Marek Pużyński¹, Tomasz Janikowski², Michał Porwolik³, Krystian Porwolik⁴, Tomasz Stefańczyk²

¹ N. Z. O. Z. Poradnia Stomatologiczna "Pużyński", Wrocław

² Polorto Częstochowa

³ Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej, Akademia Medyczna we Wrocławiu

⁴ Państwowa Medyczna Wyższa Szkoła Zawodowa w Opolu

Streszczenie: W pracy autorzy przedstawiają do upowszechnienia w codziennej nowoczesnej praktyce lekarskiej, bezdotykową metodę pomiarów w obrębie szczęki i żuchwy. Posiadanie wymiarów przestrzennych jest bardzo ważnym elementem w diagnostyce narządu żucia. Bez dokładnych pomiarów nie jest możliwe prawidłowe leczenie ortodontyczne czy protetyczne, np. dokładne ustalenie pozycji umieszczenia implantów jest ważne w chirurgii stomatologicznej. Obecnie stosowane są w tym celu zdjęcia rtg oraz gipsowe modele. Proponuje się zmianę techniki na technikę CMO (cyfrowych modeli diagnostycznych), które w prosty sposób przy pomocy komputera pozwalają na opracowanie dowolnie wybranych detali, np. wymiarów zębów.

Hasła indeksowe: planowanie leczenia, diagnostyka ortodontyczna, pomiary.

Abstract: The authors present a modern, no-contact method of measurements effecting in the area of maxilla and mandible, to propagate it in daily doctor's practice. Having spatial measurements is a very important element in diagnosis of mastication organ. It is impossible to effect proper orthodontic or prosthetic treatment without accurate measurements, for example precise determination of position of implant placement is important in dental surgery. Nowadays in order to achieve this there are used X-rays photos and plaster models. It is proposed to replace the technique to the CMO technique (Digital Diagnostic Models), which, conveniently operated with computer, enable the user to carry out freely selected details.

Index words: treatment planning, orthodontic diagnostics, measurements.

Wstęp

Jednym z podstawowych elementów diagnostyki stomatologicznej [1] są gipsowe modele zgryzu (szczęki i żuchwy). W dziedzinie tej, podobnie jak w wielu innych naukach medycznych, preferowane jest wykorzystanie podstawowych zmysłów i intelektu człowieka do przeprowadzenia analizy badanych obiektów [2]. Modele ortodontyczne wykonywane są według przyjętych zasad z gipsu [3] i służą do dokumentowania istniejących warunków zgryzowych, przeprowadzenia planu leczenia i obserwacji efektów tego leczenia. Dokładność odwzorowania trójwymiarowych detali modeli oraz bryły jako całości decyduje w dużej mierze o poprawności analiz, diagnozy, planu leczenia i w efekcie ma wpływ na uzyskiwane wyniki [6].

Dysponujemy najczęściej tradycyjnymi formami zapisu: zdjęcia rtg, zdjęcia fotograficzne, modele gipsowe, opisy tekstowe, szkice, itp. [4]. Powyższe metody bazują na technice uzyskiwania obrazów w płaszczyźnie dwuwymiarowej. Wobec jak najbardziej trójwymiarowego charakteru układu stomatognatycznego są one nie do końca wystarczające. Oparte na nich metody diagnostyki i planowania leczenia są więc z założenia przybliżeniami i nie odzwierciedlają rzeczywistych wartości. Metody niezbędne do zapisu i przetwarzania przestrzennego obrazu do niedawna były zupełnie niedostępne. Postęp technologii umożliwia obecnie cały szereg takich rozwiązań. Tzw. skanery trójwymiarowe są urządzeniami przeznaczonymi do odwzorowania kształtu brył w przestrzeni. Ich zastosowanie pozwala na rozwój technik analizy i planowania leczenia w oparciu o metody przestrzenne. Jest to alternatywa dla klasycznych analiz używających rzutowania uzyskiwanego obrazu jedynie na płaszczyznę. Z uwagi na różne kierunki rozwoju technicznego tych urządzeń brak jest typu uniwersalnego, łączącego wszystkie zalety jakich mógłby sobie od nich życzyć diagnostyk, a więc: dokładności odwzorowania kształtu, szybkości działania, pełnej automatyki pracy oraz obsługi dużej rozpiętości gabarytów analizowanych brył. Dodatkową barierą do pokonania jest sposób prezentacji zapisanego obrazu. Może on odbywać się jedynie na ekranie komputera wobec braku możliwości odwzorowania go na klasycznej fotografii czy wydruku. Pewnym rozwiązaniem jest zastosowanie dwukolorowych okularów 3D. Umożliwiają one oglądanie pozornie trójwymiarowego, nieruchomego obrazu na płaszczyźnie lub (w przypadku elektronicznych okularów podłączanych do komputera) obrazu trójwymiarowego na ekranie komputera. W ostatnim czasie pojawiły się w ofercie firm produkujących podzespoły komputerowe ekrany ciekłokrystaliczne zapewniające trójwymiarowy obraz widziany „gołym okiem”, tak więc prezentacja obrazu trójwymiarowego powoli przestaje być problemem. Pozostają natomiast kłopoty z jego rejestracją.

Podstawowe typy skanerów 3D wyglądają następująco:

- laserowe; analizowana bryła oświetlana jest światłem lasera; odbiornik rejestruje światło odbite i pozycjonuje w przestrzeni poszczególne punkty powierzchni. Metoda czasochłonna, wrażliwa na tzw. „martwe pola” dowolnej bryły geometrycznej jaką jest model diagnostyczny. Zapewnia natomiast bardzo dużą dokładność odwzorowania kształtu i w określonych sytuacjach może być nieocenioną pomocą;
- ze światłem białym; funkcjonuje analogicznie do skanerów laserowych, ale używa zwykłego światła białego.
- dotykowe (piezoelektryczne) - oferują mniejszą dokładność. W przypadku prostszych brył metoda ta może być wystarczająca. Jednak bardzo długi czas analizy bryły uniemożliwia zastosowanie tej metody na większą skalę;
- tomografia komputerowa - zaletą tego rozwiązania jest możliwość odwzorowania wewnętrznych narządów ciała. Bardzo obiecująco wygląda nowa generacja tego sprzętu, oferująca wyższą rozdzielczość i mniejszą inwazyjność (dawkę promieniowania) od stosowanych dotychczas.
- rezonans magnetyczny niewielka rozdzielczość czyni tę metodę w wielu przypadkach mało przydatną;
- skanowanie zniszczeniowe polega na analizie modelu bryły przez odsłanianie jej kolejnych przekrojów z zadany skokiem. Analiza optyczna kształtu poszczególnych przekrojów umożliwia komputerowe złożenie ich w siatkę trójwymiarową. Odwracalność tego procesu jest możliwa poprzez technologię stereolitografii.

Technologia zapisu obrazu brył przestrzennych używana do zapisu danych medycznych powinna spełniać kilka warunków: wystarczająca dokładność i powtarzalność wyników, nieszkodliwość dla pacjenta, dostępność (uwzględniająca uwarunkowania ekonomiczne), łatwość wykorzystania wyników, kreowanie nowych możliwości diagnostycznych. Spośród wyżej wymienionych metod najlepiej wszystkie kryteria spełnia skanowanie zniszczeniowe. Sama zasada skanowania zniszczeniowego nie jest nowa. Polega na odsłanianiu kolejnych przekrojów bryły, rejestracji kształtu przekroju oraz - przy znanej grubości

warstwy - zrekonstruowaniu kształtu całej bryły. Dopiero jednak nowoczesna technika komputerowa zapewniająca odpowiednią moc obliczeniową oraz sposoby wizualizacji przestrzennej umożliwia zastosowanie tego sposobu w praktyce. Metoda ta oferuje obecnie najkorzystniejszy stosunek uzyskanych korzyści do poniesionych nakładów. Najniższa cena jednostkowa oraz możliwość skanowania brył bez żadnych ograniczeń kształtu wyróżniają tą technologię spośród innych zaawansowanych technologii.

Cel pracy

Celem pracy jest ocena przydatności stosowania nowoczesnej metody pomiarowej w obrębie szczęki i żuchwy oraz trudności wynikających z posiadania nowoczesnej aparatury i oprogramowania znacznie wybiegającego w przyszłość w stomatologii nowoczesnych metod przestrzennej wizualizacji modeli gipsowych szczęki i żuchwy. Celem pracy jest również demonstracja możliwości wykorzystania zastosowanej metody wizualizacji przestrzennej obrazu, który został uzyskany na podstawie skanowania zniszczeniowego modeli gipsowych szczęki i żuchwy, pozwalającego na wykonanie pomiarów dowolnych detali.

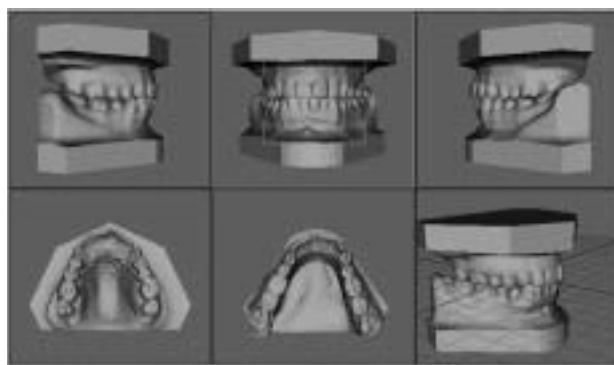
Metoda i materiał

Technologia CMO powstała w częstochowskiej firmie Polorto Sp. z o.o. Jest rozwiązaniem całkowicie rodzimym, polscy lekarze otrzymali ją do dyspozycji już ponad rok temu.

Sposób powstania modelu wirtualnego i praca z nim nie odbiega tak zbytnio od tradycyjnie przyjętych sposobów pracy z modelami gipsowymi.

Technologia CMO (Cyfrowe Modele Ortodontyczne) wykorzystuje metodę skanowania trójwymiarowego. Z nadesłanego do dedykowanego laboratorium (Ortolab Sp. z o.o.) standardowego wycisku alginatowego lub silikonowego szczęki i żuchwy, odlewane są modele poddawane następnie skanowaniu. Pozycja żuchwy względem szczęki odpowiada pobranemu zgryzowi sytuacyjnemu. Jakość (rozdzielczość) odwzorowania dobrana jest w ten sposób, aby przy minimalnie możliwym rozmiarze pliku (rzędu 2,5 MB), sprawnie wyświetlanym przez przeciętnej jakości zestaw komputerowy zagwarantować maksymalną ilość informacji. Lekarz otrzymuje płytę CD z nagranyymi plikami modeli lub odbiera je drogą elektroniczną wprost z serwera. Na życzenie zainteresowanego może być wykonany także standardowy gipsowy model diagnostyczny. Podstawowym narzędziem pracy z modelami wirtualnymi jest aplikacja Ortho3D udostępniająca wszystkie możliwości pracy z modelami gipsowymi oraz wiele innych.

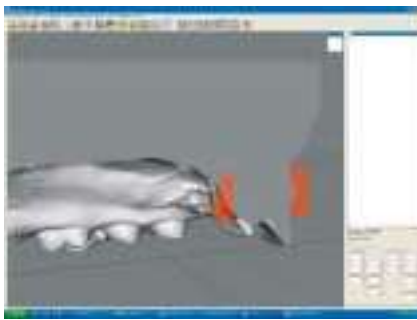
Do podstawowych funkcji aplikacji należy możliwość wykonywania pomiarów liniowych i kątowych punktów leżących na powierzchni modelu lub na dowolnym jego przekroju. Można też łatwo pomierzyć np.:



Pomiar odległości punktu od wyznaczonej płaszczyzny.



Pomiar odległości punktów na modelu. Wynik podawany jest w mm i odpowiada rzeczywistości.



Pomiar odległości punktów na przekroju.

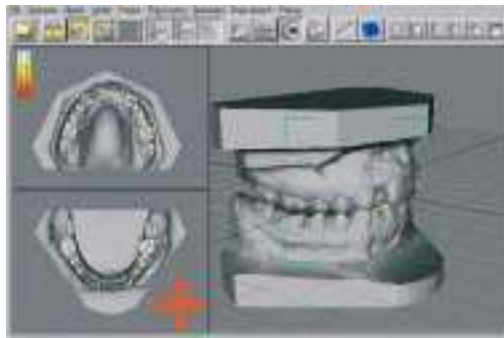


Pomiar kąta wyznaczonego trzema punktami.

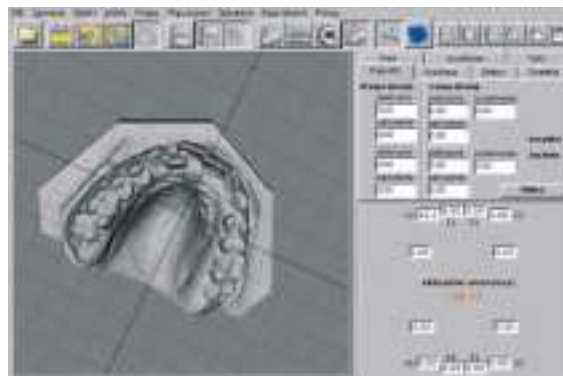
Technologia CMO jest techniką uniwersalną w zastosowaniu. Równie dobrze może być użyta do stomatologii ogólnej, ortodoncji, implantologii, jak i innych dziedzin w których materiałem diagnostycznym jest przestrzenna bryła o niewielkich gabarytach. Pierwszą poważną implementacją CMO jest zastosowanie w ortodoncji.

Funkcje programu:

- trójwymiarowa wizualizacja na ekranie komputera,
- oglądanie modelu pod dowolnym kątem, obroty modelu, powiększanie jego detali,



- automatyczne generowanie okluzogramu,
- wykonywanie rzeczywistych pomiarów (kąty, odległość punktów na powierzchni modelu, odległość punktów od zadanej płaszczyzny),
- otrzymywanie przekrojów w określonej płaszczyźnie,
- łatwe uzyskanie pomiarów parametrów takich jak nagryz poziomy i pionowy, czy wysokość podniebienia,



- przeprowadzenie analizy stomatologicznej (Bolton, Tonn, Korkhaus, Pont, Popovitch, Lundstrom).

Należy dodać, że wymagania dotyczące sprzętu (komputera) nie są wygórowane. Dostępne aktualnie w handlu średniej klasy zestawy komputerowe są zupełnie wystarczające.

Przykładowa konfiguracja zapewniająca komfortową pracę z aplikacją Ortho3D:

- * procesor PIV 2,4 Ghz,
- * 512MB pamięci RAM,
- * karta graficzna Nvidia G-force FX 5200,
- * monitor LCD 17" (1280x1024pixeli),
- * dysk twardy 200GB,
- * nagrywarka DVD-R/RW,
- * system operacyjny Windows XP.

Najważniejsze, że do pracy w proponowanym programie nie jest też potrzebna specjalistyczna wiedza informatyczna, a jedynie znajomość podstawowych zasad obsługi komputera.

Najnowsza wersja programu pozwala na wykonywanie tzw. wirtualnego set-up'u, czyli przemieszczania żębów wraz z aproksymowanymi kształtami korzeni.

Podsumowanie

Model wirtualny [5] może być podstawą wszelkich analiz podobnie jak w przypadku modelu gipsowego. Można przy jego pomocy wykonywać pomiary liniowe, kątowe i inne; przeprowadzić określanie parametrów przekrojów (pola powierzchni np. podniebienia). Dodatkowe możliwości w pracy z modelem wirtualnym w porównaniu z modelem gipsowym są olbrzymie. Zastosowanie w podstawowej diagnostyce ortodontycznej jest zaledwie początkiem tych możliwości. Przykładowe zastosowania tej techniki w różnych dyscyplinach stomatologicznych to m. in.: ortodoncja, protetyka, chirurgia stomatologiczna. Natomiast korzyści wynikające z zastosowania proponowanych technik to: precyzyjna i wygodna diagnostyka, proste przesyłanie danych na dowolne odległości przy pomocy Internetu (wymiana danych między gabinetami stomatologicznymi), zdalne konsultowanie przypadków, planowanie leczenia w różnych wariantach, kontrola postępów leczenia, symulacja wyników leczenia, symulacja zabiegów chirurgicznych, łatwe i bezpieczne archiwizowanie danych, prowadzenie wspólnych projektów badawczych przez różne ośrodki naukowe, tworzenie baz charakterystycznych przypadków jako grup kontrolnych, szybkie przeprowadzanie analiz statystycznych, nadzór szkolenia podyplomowego dla lekarzy spoza ośrodków akademickich.

Bibliografia

- [1] Godycki M., *Zarys antropometrii*, PWN, Warszawa 1956.
- [2] Pużyński M., *Wybrane zagadnienia z antropometrii szczęki u dzieci*, Akademia Medyczna we Wrocławiu (rozprawa doktorska), Wrocław 2004.
- [3] Wytyczne ABO „Orange book”, 2001
- [4] Janikowski T., Stefańczyk T. *Dokumentacja w praktyce ortodontycznej*, w Moja Praktyka 3 (16), Polorto 2003
- [5] W. Ronald Redmond, *Digital models: A new diagnostic tool*, w Journal of Clinical Orthodontics, June 2001
- [6] Dental Models, Michael B. Stewart, DOS, Orthodontics Products