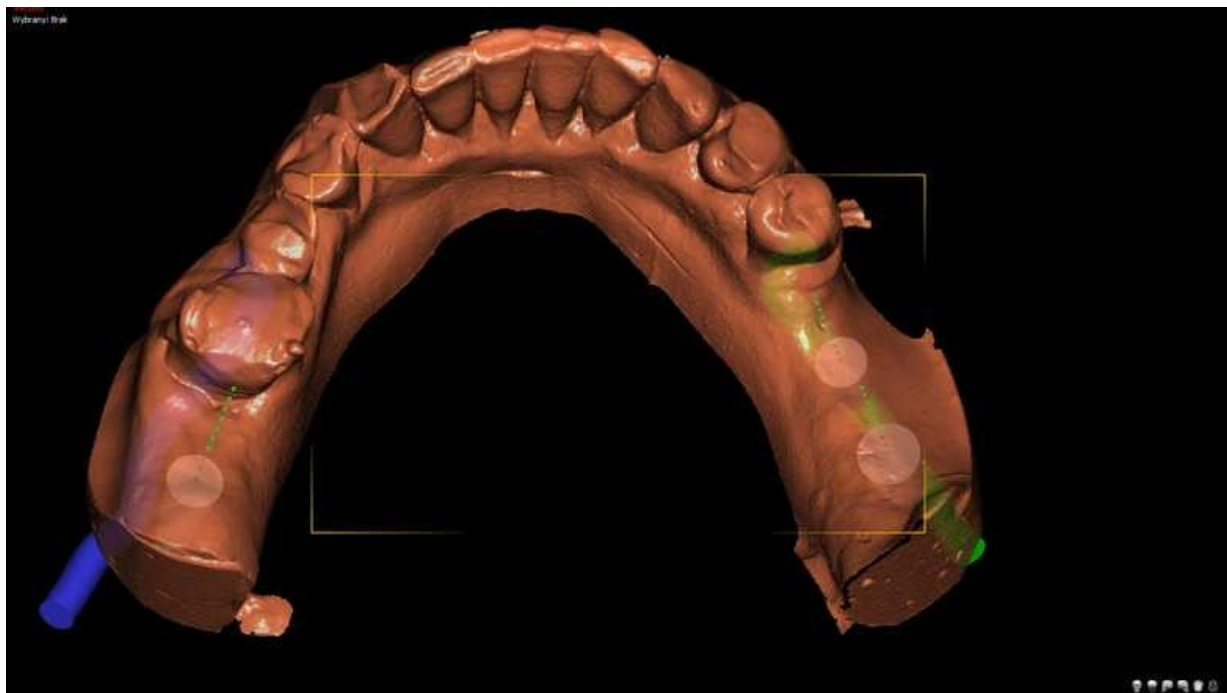




Precyzja zabiegów implantologicznych – badania in vitro z wykorzystaniem druku 3D – cz. 1

By Ł. Zadrozny, M. Czajkowska i L. Wagner
February 5, 2018

Prawidłowe trójwymiarowe pozycjonowanie implantu jest jednym z kluczowych czynników determinujących przewidywalne leczenie implantoprotetyczne. Preparacja łoża i wszczepienie implantu poprzez szablon może przyczynić się do bardziej precyzyjnego i zgodnego z planem protetycznym osadzenia implantów w czasie zabiegu chirurgicznego.

Zabiegi implantologiczne są coraz częściej stosowaną metodą rehabilitacji pacjentów z brakami zębowymi. Dokładność i precyzja rozmieszczenia implantów stanowiących podbudowę przyszłej pracy protetycznej ma kluczowe znaczenia dla długotrwałego efektu terapeutycznego i estetycznego. Nowoczesne technologie cyfrowe pozwalają na wirtualne planowanie zabiegów implantologicznych, a rozwinięcie takiego planowania o wydruk 3D pozwala na tworzenie szablonów implantologicznych.

Użycie szablonów zawierających precyzyjne informacje dotyczące rozmieszczenia, głębokości osadzenia i kąta wprowadzenia wszczepów stomatologicznych pozwala na zachowanie wszelkich parametrów zabiegu uwzględnionych w trakcie planowania, bez ryzyka pomyłki w trakcie zabiegu. Zastosowanie wydruku 3D pozwala na wykonanie zarówno szablonów implantologicznych, jak i modeli badawczych odpowiadających rzeczywistym warunkom klinicznym pacjenta, umożliwiając przeprowadzenie porównania dokładności i precyzji zabiegów w bezpiecznych i odpowiadającym rzeczywistym potrzebom warunkach *in vitro*.

W wielu przypadkach warunki kliniczne w czasie zabiegów implantologicznych utrudniają dokładną orientację w przestrzeni, co przekłada się na mniejszą precyzję pozycjonowania implantów. Jak podaje piśmiennictwo, z problemem takim spotykają się klinicyści zarówno mniej, jak i bardziej doświadczeni. Zastosowanie wirtualnego planowania w oparciu o badania CBCT jest niezwykle pomocne w przygotowaniu do zabiegu, ale dopiero przeniesienie jego wyniku na szablon, narzucający pozycjonowanie wszczepów, pozwala na w pełni kontrolowane przygotowanie miejsc pod implanty. Szablon implantologiczny stworzony wirtualnie może być wydrukowany w drukarce 3D, wysterylizowany i zastosowany w czasie zabiegu. Jego zastosowanie wpływa na precyzję zabiegu, ale również skraca jego czas.

Cel pracy

Celem badania jest przygotowanie trójwymiarowych modeli do analizy dokładności procedur implantologicznych



wykonywanych na podstawie planowania cyfrowego, przeprowadzanych z i bez użycia szablonu implantologicznego.

Metodyka:

Na podstawie badania CBCT pacjenta, u którego przeprowadzono leczenie implantologiczne w żuchwie, wykonano w oprogramowaniu DDS-Pro (Digital Dental Service Ltd) trójwymiarowy model odpowiadający rzeczywistym warunkom kostno-śluzówkowym przed implantacją. Następnie, ten sam model został wydrukowany 20 razy. Wydruk wykonano w technologii SLS z proszku poliamidowego w drukarce TPM Elite 3600 SLS System (Solveere). Pozwoliło to stworzyć 10 par identycznych modeli żuchwy.

Wirtualne planowanie (DDS-Pro), (Ryc. 1) rozmieszczenia i pozycjonowania implantów (TSIII, Osstem Implants) oraz szablon implantologiczny z tulejami fabrycznymi dla 3 implantów o regularnej platformie użyty wcześniej klinicznie (po sterylizacji) posłużyły do wprowadzenia implantów w co drugi z wydrukowanych modeli żuchw przy pomocy kasety implantologicznej Osstem Guide Kit. Prędkość wiercenia ustalono na 1200 obr/min. Nie używano chłodzenia wodnego. Osteotomię wykonywano wg zaleceń producenta. Pozostałe modele posłużyły do wszczepienia implantów w oparciu o przeprowadzone planowanie, ale bez dodatkowych pomocy (bez szablonu) z użyciem tej samej kasety i w tych samych warunkach. Z uwagi na wykonanie badania w warunkach *in vitro*, użyto implantów szkoleniowych TSIII o wymiarach 4,0 x 10mm.

Wyniki

W wyniku przeprowadzonych badań stworzono 20 identycznych modeli żuchw. W co 2. z nich implanty wszczepiono z tym samym szablonem, w pozostałe „z wolnej ręki”. Uzyskano w ten sposób materiał do porównania dokładności wykonanych procedur. Z założenia 10 z wykonanych zabiegów powinna dać identyczny efekt.

Obserwacje

Użycie modeli wydrukowanych trójwymiarowo pozwala na wykonanie procedur implantologicznych w warunkach odpowiadających przestrzennie potencjalnej sytuacji klinicznej. Modele wydrukowane w ramach niniejszego badania były jednak twarde. Skrawany w czasie preparacji łoża materiał osadzał się na wiertle oraz w gwincie implantu, utrudniając jego wprowadzenie na pełną głębokość wypreparowanego łoża. Wymuszało to użycie znacznie większej, niż stosowana klinicznie, siły do wprowadzenia implantu.

Przy preparacji łoża w sąsiedztwie zachowanego zęba zwrócono uwagę na konieczność zastosowania przedłużki do wiertła, aby uniknąć opierania się kątownicy o szablon/ząb. Narzędzia tego brakuje w kasecie do nawigacji Osstem Guide Kit, o czym należy pamiętać, używając tego zestawu klinicznie i zawsze dodatkowo mieć do dyspozycji standardową kasetę implantologiczną. Użycie szablonu skraca czas wykonania procedury implantologicznej w porównaniu z procedurą wykonywaną z wolnej ręki.

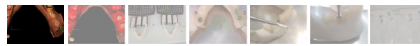
W dalszej części projektu modele zostaną zeskanowane optycznie oraz poddane analizie porównawczej pod kątem powtarzalności, dokładności i zgodności z planowanym wirtualnie celem.

Badanie prowadzone jest w ramach projektu z zakresu badań naukowych i prac rozwojowych służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich, finansowanych w ramach działalności naukowej Wydziałów WUM.



Ryc. 1_Wirtualne planowanie położenia wszczepów.



**Autorzy:****Łukasz Zadrozny, Leopold Wagner**

Zakład Propedeutyki i Profilaktyki Stomatologicznej Wydziału Lekarsko- Dentystycznego WUM

Marta Czajkowska

Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Propedeutyki i Profilaktyki Stomatologicznej Wydziału Lekarsko-Dentystycznego WUM

Piśmiennictwo:

1. Hazeveld A, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques, *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 145, 108-115, 2014.
2. van Noort R. The future of dental devices is digital, *Dent Mat.* 28, 3-12, 2012.
3. Xiao K, Faraedon Z, van Noort R, Yates JM. Color reproduction for advanced manufacture of soft tissue prostheses, *J of Dent.* 41s, e15-e23, 2013.
4. Metzger et al. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 105, e1-e7, 2008.
5. Butscher et al. Printability of calcium phosphate powders for three-dimensional printing of tissue engineering scaffolds, *Acta Biomaterialia.* 8, 373-385, 2012.
6. Kasparova et al. Possibility of reconstruction of dental plaster cast from 3D digital study models, *BioMedical Engineering OnLine.* 12, 49, 2013.
7. Ming-June T, Ching-Tsai W. Study of mandible reconstruction using a fibula flap with application of additive manufacturing technology, *BioMedical Engineering OnLine.* 13, 57, 2014.
8. Yung-feng et al. Technical procedures for template-guided surgery for mandibular reconstruction based on digital design and manufacturing, *BioMedical Engineering OnLine.* 13, 63, 2014.
9. Vijay VK, Vidyashree NV. Direct metal laser sintering: a digitised metal casting technology, *J Indian Prosthodont Soc.* 13 (4), 389-392, 2013.
10. Lowmunkong R et al. Fabrication of freeform bone-filling calcium phosphate ceramics by gypsum 3D printing method, *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 90B, 531-539, 2009.
11. Adolphs et al. RapidSplint: virtual splint generation for orthognathic surgery – results of a pilot series, *Comput Aided Surg.* 19(1-3), 20-28, 2014.
12. Gagg et al. Effects of sintering temperature on morphology and mechanical characteristics of 3D printed porous titanium used as dental implant, *Materials Science and Engineering.* C 33, 3858-3864, 2013.
13. Mangano et al. direct metal laser sintering titanium dental implants: A review of the current literature, *Int J of Biomaterials.* Article ID 461534, 11 pages, 2014.
14. Cui et al. Thermal inkjet printing in tissue engineering and regenerative medicine, *Recent Pat Drug Deliv Formul.* 6(2): 149-155, 2012.
15. Lee MK. Biomimetic scaffolds facilitate healing of critical-sized segmental mandibular defects, *Am J of Otolaryngol Head and Neck Med and Surg.* 36:1-6, 2015.