



tech. dent. Robert Michalik,
Laboratorium Dentystyczne, Warszawa, ul. Pustuleczki 23,
e-mail: info@inter-dent.pl

CAD-CAM w stomatologii

CAD-CAM in stomatology and implant dentistry – perspectives for the future

Słowa kluczowe:

CAD-CAM, tlenek cyrkonu, odbudowa protetyczna.

Keywords:

CAD-CAM, zirconium oxide, prosthetic restoration.

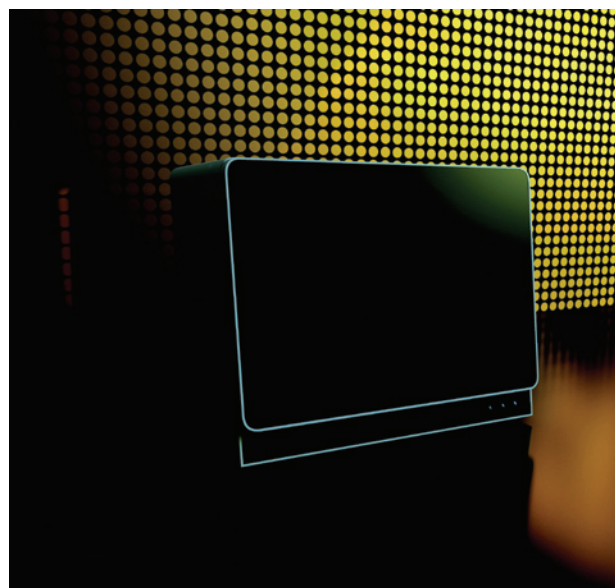
W ciągu ostatniej dekady tempo rozwoju stomatologii może powodować zawrót głowy. W tym miejscu nasuwa się pytanie co jeszcze może nas pozytywnie zaskoczyć?

Rozwój technologii, a w szczególności systemów wspomagających naszą codzienną pracę, powiększa paletę oferowanych prac protetycznych. Od wielu lat próbowano pewne etapy pracy ręcznej zastąpić procesami maszynowymi. Niektóre dziedziny przemysłu skutecznie ograniczyły rolę czynnika ludzkiego tylko do projektowania i programowania urządzeń. Tempo życia wyznacza nowe priorytety; czas wykonania, powtarzalność, dokładność.

Systemy CAD-CAM, o których chciałbym napisać ewoluowały w ciągu ostatnich dwóch dekad i są wykorzystywane przez lekarzy dentystów od ponad 20 lat (1). W 1971 Francois Duret wprowadził CAD-CAM do stomatologii(1), a w 1983 została wykonana pierwsza odbudowa zębów z wykorzystaniem tego systemu (2).Systemy CAD-CAM były stosowane głównie do tworzenia stałych uzupełnień protetycznych takich jak wkłady, licówki czy korony. W ciągu ostatniej dekady postęp techniczny dotyczący tych systemów umożliwił wykorzystywanie różnych materiałów takich jak porcelana czy żywica kompozytowa, które nie mogły być wykorzystywane wcześniej ze względu na ograniczenia techniczne (3). Obecnie systemy CAD-CAM stosowane są także przy produkcji łączników implantologicznych(4) i w diagnostycznych szablonach implantologicznych (5); stanowią nieodzowny element pracowni dentystycznych, a za chwilę gabinetów stomatologicznych. Obserwując rynek można śmiało stwierdzić, że dostępność tego rodzaju technologii wzrasta, co znajduje

odzwierciedlenie w ilości pracowni, które systemy CAD-CAM wprowadziły do codziennej praktyki. Wraz z powstaniem firmy Robocam rynek polski zyskał dobrą alternatywę dla systemów zagranicznych. Ideą firmy jest perfekcyjna jakość w powiązaniu z logistyką. Firma podjęła kooperację z dwoma liderami systemów CAD-CAM, a mianowicie firmą 3Shape producentem skanerów i oprogramowania do modelowania oraz firmą Delcam producentem oprogramowania CAM. Współpraca z tak doświadczonymi partnerami zaowocowała przygotowaniem pełnej oferty, w skład której wchodzi skaner, maszyna frezująca, piec do syntezy.

Szeroko pojęty CAD-CAM to nie tylko możliwość wycinania konstrukcji z tlenku cyrkonu. Z powodzeniem możemy projektować i wycinać



1. Skaner do skanowania modeli roboczych.

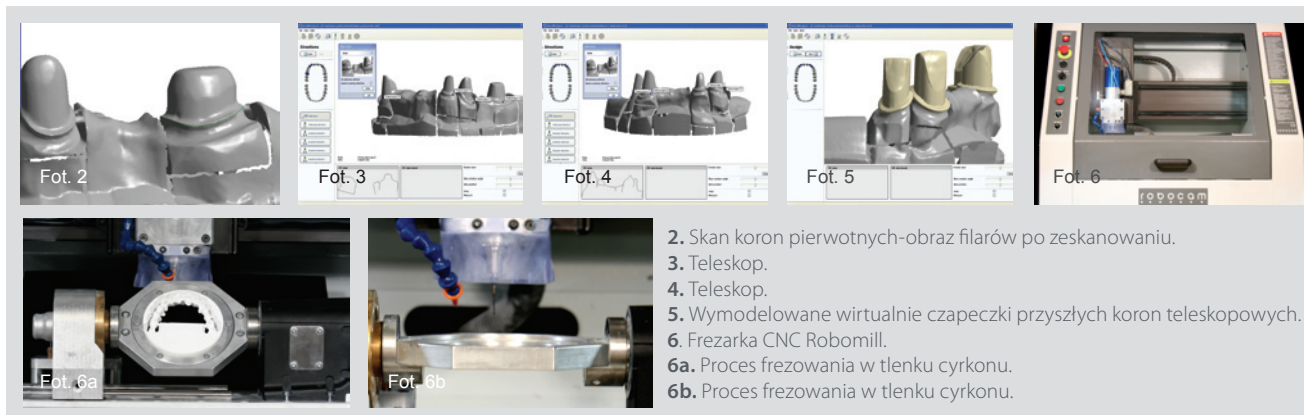
korony tymczasowe, konstrukcje z wosku, PMMA, korony teleskopowe, zamki i zasuwy, belki i konstrukcje na implantach, łączniki indywidualne (6). Lekarz stomatolog zlecający wykonanie pracy protetycznej może oczekiwać produktu najwyższej jakości. Dokładność

Streszczenie

Niektóre dziedziny przemysłu skutecznie ograniczyły rolę czynnika ludzkiego tylko do projektowania i programowania urządzeń. Tempo życia wyznacza nowe priorytety; czas wykonania, powtarzalność, dokładność. Nowoczesne systemy CAD-CAM są w stanie sprostać powyższym wymaganiom w dziedzinie implantoprotetyki. W artykule przedstawiono podstawy technologii CAD-CAM i podano zasady jej stosowania we współczesnej protetyce stomatologicznej.

Abstract

In some fields of industry the role of human factor has been efficiently reduced to the minimum of device designing and programming. The pace of life defines new priorities: time of execution, repeatability and precision. Modern CAD-CAM systems can meet the above challenges in the field of stomatological prosthetics. This article introduces the fundamentals of CAD-CAM technology and principles of its use in contemporary prosthetic dentistry.



2. Skan koron pierwotnych-obraz filarów po zeskanowaniu.
3. Teleskop.
4. Teleskop.
5. Wymodelowane wirtualnie czapeczki przyszłych koron teleskopowych.
6. Frezarka CNC Robomill.
- 6a. Proces frezowania w tlenku cyrkonu.
- 6b. Proces frezowania w tlenku cyrkonu.

frezowania wynosi 2µm co w połączeniu z precyzją wycisku daje nam bardzo szczelne uzupełnienia. Jak wspomniałem na wstępie, systemy skanowania nie ominą gabinetów dentystycznych. Przygotowane skanery wewnątrzstnie przekażą wycisk pola protetycznego bezpośrednio na ekran technika dentystycznego eliminując błędy systemów wyciskowych. Lekarz będzie mógł jednocześnie przekazać obraz preparacji, antagonisty oraz wzajemnej relacji artkulacyjnej. Tradycyjny model gipsowy zostanie zastąpiony modelem z tworzywa sztucznego.

Jak to działa obecnie?

Pierwszym krokiem jest wykonanie modelu roboczego z wycisku pola protetycznego. Model umieszczamy w skanerze, gdzie za pomocą kamer i promieni lasera zostaje trwale przeniesiony do programu odpowiadającego za modelowanie pracy protetycznej. W porównaniu z tradycyjną metodą pracy opartą na ręcznym modelowaniu, skaner eliminuje możliwość odkształcania się konstrukcji z racji skurczów materiału jak też samego jej przenoszenia z modelu roboczego na stożek odlewniczy. Obecnie aby zwiększyć skuteczność precyzji mamy możliwość korzystania z programu skanera umożliwiającego skanowanie samego wycisku bez konieczności tworzenia modelu gipsowego. Projekt zakłada równoległe frezowanie konstrukcji wraz z frezowaniem plastikowego modelu. Ten sposób pracy ogranicza wiele błędów samego modelu gipsowego zachowując nieścieralną powierzchnię kikutów oraz punkty kontaktowe zębów sąsiednich. Proces frezowania.

Introduction

The pace of stomatological development in the last decade has become increasingly hectic. One might pose a question here: Is there anything more to take us by surprise? Technological advancement, especially in the systems supporting our everyday work, has made the range of prosthetic solutions on offer even wider. For many years, we have tried to replace some stages of manual work with machine processes. In some fields of industry, the role of human factor has been efficiently reduced to the minimum of device designing and programming. The pace of life defines new priorities: time of execution, repeatability and precision.

CAD-CAM systems, used by practicing dentists for 20 years, have evolved within the last two decades (1). In 1971 Francois Duret introduced CAD-CAM into stomatology (1) and in 1983 teeth restoration was performed for the first time with the use of that system (2). CAD-CAM systems were used mainly to create set prosthetic dentures like inserts, veneers or crowns. In the last decade, technical advancement concerning these systems has enabled the use of various materials, like porcelain or composite resin, which could not be used earlier due to technical limitations (3). Presently, CAD-CAM systems are used also in the production of implantological connectors (4) and in diagnostic implantological templates (5); these elements are indispensable in dental studios and soon will also be in stomatological offices. Observing the market, one can easily say that the availability of this kind of technology is increasing, which is reflected in the number of studios that have introduced CAD-CAM systems into their daily practice.

In Poland and around the world, the Robocam system has been used since 2008, emerging as a result of cooperation between two leaders in CAD-CAM systems: 3Shape, the manufacturer of scanners and modeling software, and Delcam, the manufacturer of CAM software. Cooperation with experienced partners resulted in the preparation of a complete system for milling, which includes a scanner, milling machine and synthesizer stove.

A widely understood notion of CAD-CAM not only incorporates the opportunity to cut constructions from zirconium oxide, but also to effectively design and cut provisional crowns, wax constructions, PMMA, telescope crowns, locks and bolts, beams and constructions on implants, as well as individual connectors (6). A practicing dentist ordering a prosthetic solution should expect a product of the highest quality. In reference to the Robocam system, the milling precision is 2 µm, which, connected with the extrusion precision, results in very tight dentures.

A model presentation of procedures in relation to CAD-CAM, following the example of the Robocam system

The making of a working model

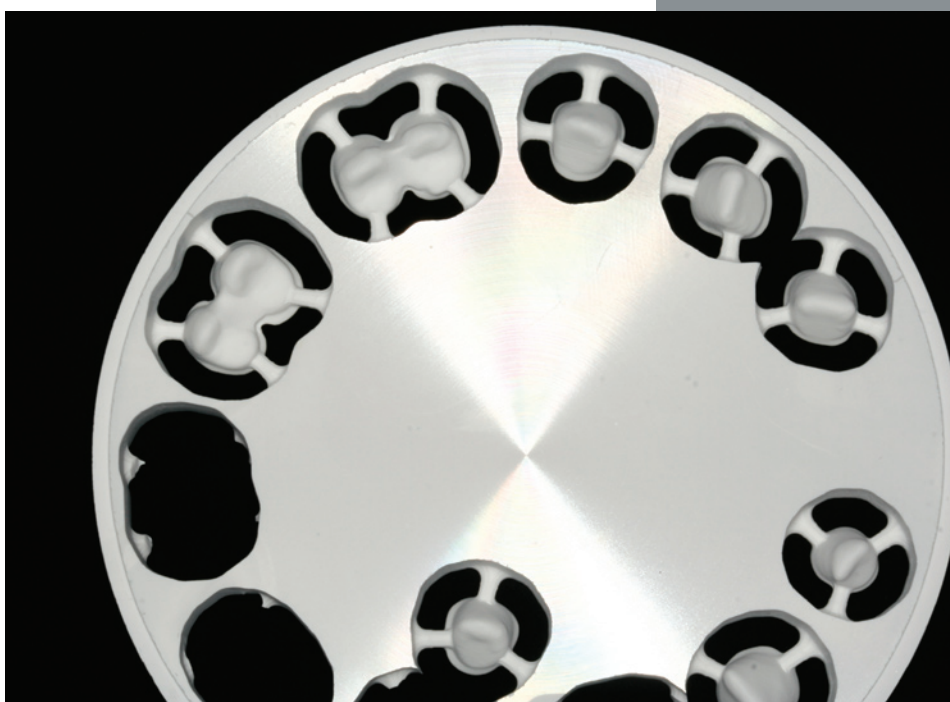
The first step is to make a working model out of a prosthetic field extrusion. The model is placed in a scanner, where, with the use of cameras and laser beams, it is permanently transferred to a program responsible for the modeling of a prosthetic solution. In comparison with the traditional method based on manual modeling, a scanner eliminates the risk of construction deformation due to contractions of the material or transfer from the working model to the casting mold. Presently, to raise precision efficiency, we may use a scanner program for scanning the extrusion, with no need to create a gypsum model. The design also includes concurrent milling of the construction and of the plastic model. This working method reduces the risk of multiple errors in the sole gypsum model, while maintaining a non-abrasive surface of stumps and contact points on the adjacent teeth.

Milling process

A ready virtual design prepared by a dental technician is sent to the CNC machine. Robocam offers three various types of machines: Robomill4, Robomill5 and Robomill Metal. All the above-mentioned machines are equipped with precise and efficient software, enabling us to reach maximal precision and maintain a high economy of milling characteristic of that type of system (7). An important factor is that Robocam creates a strategy for machine operation, joining IT with the needs of dental technicians who are continuously involved in the process. Constructions cut out from individual materials undergo further technological processes.

Syntherization

After being tinged, zirconium oxide is placed in the synthesizer stove. In there, the bur-



6c. Wycięte elementy w bloczku cyrkonowym.

ning cycle takes 12 hours for the material to reach its highest physical parameters. During sinterization, crystals expand to the maximum, creating a network of connections. The method of joining crystal walls and the density of connections influence the resistance of zirconium oxide to bending and translucence (8). An important element is the size of granules and their density in a compressed block. With Robocam, granulated nanozirconium is used for the production of blocks and isostatic compression is used for maximal apprehension of crystals during the process of baking /sinterization/. As mentioned before, the more crystals there are, the fewer free spaces in the network of connections remain; assuring a greater diffusion of light in the material, which is beneficial.

Wax and PMMA

With the lost wax method, structures cut from these materials may be turned into constructions of precious and base metals. The PMMA material is often used for templates of future crowns and bridges. The physician may test the stiff construction in the patient's mouth prior to making the final denture. The above method is very effective with unreliable extrusions or restoration on implants, which enables the positioning of connectors on the model and in the patient's mouth. Often that type of material is used as a confirmation for articulation. The construction with a chewing surface that is cut out makes it easier for the physician to adjust correct occlusion.

Provisional crowns

We know how important is to equip the patient with a provisional solution. A library of shapes included in a CAD program enables the design of any shape for front and lateral teeth. Another advantage is the opportunity to prepare your own teeth models. The material used for provisional crowns is a composite compressed under high pressure. It can be corrected after preparation with composite mass, widely used for crown and bridge facing. A crown thus prepared is characterized by a high cosmetic effect (9), while provisional bridges feature a long period of resistance to cracking. The homogenous material used does not delaminate or change color.

Summary

As mentioned in the introduction, scanning systems will enter dentist offices in future. Properly prepared intraoral scanners will transfer the prosthetic field extrusion directly to the dental technician's computer screen, eliminating errors in extrusion systems. The physician will be able to concurrently provide a picture of preparation, an antagonist and a mutual articulatory relation. The traditional gypsum model will be replaced with a model of plastic.

I hope that the short description of a CAD-CAM system presented here has been helpful in informing you of the benefits of the new technology.

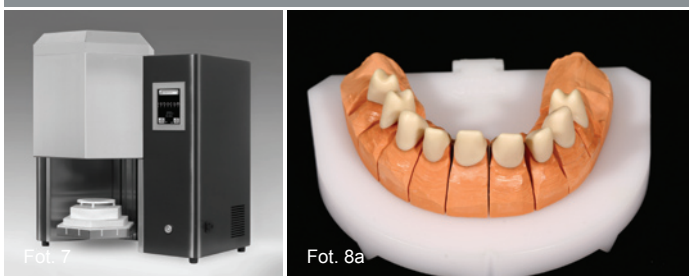
Gotowy projekt wirtualny przygotowany przez technika dentystycznego zostaje przesłany do maszyny CNC. Firma Robocam dysponuje trzema różnymi typami maszyn; Robomill4, Robomill5 oraz Robomill Metal. Wszystkie wymienione maszyny łączy bardzo precyzyjne i wydajne oprogramowanie pozwalające osiągnąć maksymalną dokładność przy zachowaniu wysokiej ekonomii frezowania (7). Istotnym czynnikiem jest tworzenie przez Robocam strategii pracy maszyny łączącej myśl informatyczną z potrzebami techników dentystycznych przy ich czynnym udziale. Wycięte konstrukcje z poszczególnych materiałów zostają poddane kolejnym procesom technologicznym.

Synteryzacja.

Tlenek cyrkonu po zabarwieniu trafia do pieca synteryzacyjnego. W tym urządzeniu przez 12 godzin trwa cykl wypalania mający na celu uzyskanie najwyższych parametrów fizycznych tego materiału. W czasie synteryzacji następuje maksymalny rozrost kryształów, które tworzą siatkę połączeń. Sposób łączenia ścian kryształów oraz gęstość połączeń wpływa na wytrzymałość na zginanie oraz translucencję tlenku cyrkonu (8). Ważnym elementem jest wielkość ziaren granulatu oraz ich zagęszczenie w prasowanym bloczku. Dlatego firma Robocam używa do swoich bloczków granulatu nanocytrkonu oraz stosuje prasowanie izostatyczne w celu maksymalnego zbliżenia do siebie kryształów podczas procesu wypiekania/ synteryzacji/. Jak wspomniałem, im więcej kryształów tym mniej pustych przestrzeni w siatce połączeń, a to daje większe rozproszenie światła w materiale.

Wosk i PMMA.

Wycięte z tych materiałów struktury można z powodzeniem zamienić metodą traconego wosku na konstrukcje z metali szlachetnych i nieszlachetnych. Materiał PMMA chętnie stosuję jako wzorniki przyszłych koron i mostów. Lekarz ma możliwość przymiary sztywnej konstrukcji w ustach pacjenta przed wykonaniem uzupełnienia ostatecznego. Ta metoda bardzo się sprawdza przy niepewnych wyciskach lub odbudowach na implantach, pozycjonując łączniki na modelu i w ustach pacjenta. Często ten rodzaj materiału wykorzystuję jako potwierdzenie artykulacji. Wycięta konstrukcja z powierzchnią żującą ułatwia lekarzowi ustawienie prawidłowego zgryzu.



7. Piec do synteryzacji.

8a. Gotowe struktury cyrkonowe po synteryzacji.

8b. Gotowe struktury cyrkonowe po synteryzacji.

Korony tymczasowe.

Wiemy jak bardzo ważnym elementem jest zaopatrzenie pacjenta w pracę tymczasową. Biblioteka kształtów zawarta w programie CAD pozwala projektować dowolne kształty zębów przednich i bocznych. Dodatkowym atutem jest możliwość wykonania własnych modeli

zębów. Materiał używany do koron tymczasowych to sprasowany pod wysokim ciśnieniem kompozyt, który po opracowaniu możemy korygować masą kompozytową powszechnie stosowaną do licowania koron i mostów. Tak przygotowana korona posiada wysoki efekt kosmetyczny (9). Wykonane mosty tymczasowe charakteryzują się długim okresem wytrzymałości na pęknięcie. Zastosowany jednorodny materiał nie rozwarstwa się i nie przebarwia.

Mam nadzieję, że krótki opis systemu CAD-CAM w tym artykule pozwoli Państwu bliżej poznać zalety tej technologii.

Piśmiennictwo

- [1]. DURET F., BLOUIN J.L., DURET B. CAD-CAM in dentistry. J Am Dent Assoc; 117, 715-20, 1988.
- [2]. PRIEST G. Virtual-designed and computer-milled implant abutments. J Oral Maxillofac Surg; (63), 22-32, 2005.
- [3]. RAIGRODSKI A. J. Contemporary materials and technologies for allceramic fixed partial dentures: a review of the literature. J Prosthet Dent; 92, 557-62, 2004.
- [4]. KUCEY B. K, FRASER D. C. The Procera abutment—the fifth generation abutment for dental implants. J Can Dent Assoc; (66), 445-9, 2000.
- [5]. VOITIK A.J. CT data and its CAD and CAM utility in implant planning, part I. J Oral Implantol; (28), 302-3, 2002.
- [6]. SHERRY J. S., SIMS L. O., BALSHE S. F. A simple technique for immediate placement of definitive engaging custom abutments using computerized tomography and flapless guided surgery. Quintessence Int. (38), 755-62, 2007.
- [7]. GERKE W., Milling-Robot with 3 D Vision System for Styrofoam Modeling. International IEEE Conference, Mechatronics and Robotics 2004
- [8]. MIYAZAKI T., HOTTA Y., KUNII J., A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dental Materials Journal; 28 (1) 44-56, 2009
- [9]. DRAGO C.J. Two new clinical/laboratory protocols for CAD/CAM implant restorations. J Am Dent Assoc; 137, 794-800. 2006



Fot. 8a



Fot. 8a



Fot. 8a

8c. Gotowe struktury cyrkonowe po syntezyzacji.

9a. Gotowe korony na podbudowie z cyrkonu.

9b. Gotowe korony na podbudowie z cyrkonu.

10a. Frezowane konstrukcje na implantach.

10b. Frezowane konstrukcje na implantach.

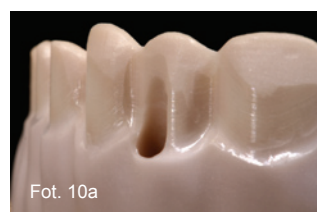
10c. Frezowane konstrukcje na implantach.

11. Proteza teleskopowa wykonana na implantach. Całość frezowana w cyrkonie i licowana ceramiką.

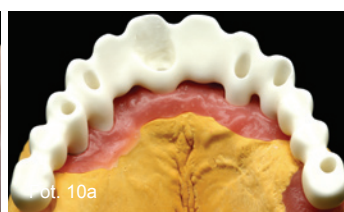
12. Indywidualny łącznik cyrkonowy.

13. Korona tymczasowa wycięta w systemie Cad-Cam.

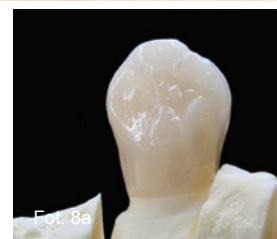
14. Klucze do ustalenia pozycji łączników wycięte z PMMA.



Fot. 10a



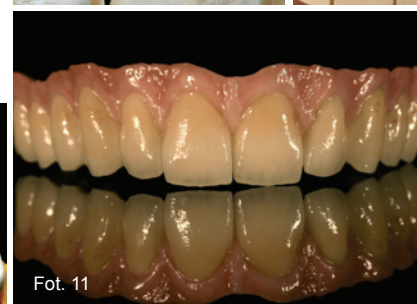
Fot. 10a



Fot. 8a



Fot. 8a



Fot. 11



Fot. 12